**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ**

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΧΑΝΙΩΝ**

**ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

Πτυχιακή Εργασία

# ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΤΡΙΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΜΕ ΕΜΦΑΣΗ ΣΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

**ΠΕΡΔΙΚΑ ΑΘΗΝΑ**

**ΠΑΠΑΜΕΛΕΤΙΟΥ ΓΕΩΡΓΙΟΣ**

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ : Αν.Καθηγητής Δρ. Καραπιδάκης Εμμ

**Χανιά, Απρίλιος 2013**

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ**

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΧΑΝΙΩΝ**

**ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

Πτυχιακή Εργασία

# ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΤΡΙΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΜΕ ΕΜΦΑΣΗ ΣΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Final Bachelor Thesis

**Co-generation and Tri-Generation of Heat and Power with emphasis to Renewable Energy Sources.**

## ΠΕΡΔΙΚΑ ΑΘΗΝΑ-PERDIKA ATHINA

## ΠΑΠΑΜΕΛΕΤΙΟΥ ΓΕΩΡΓΙΟΣ-PAPAMELETIOU GEORGIOS

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ(Supervisor) : Αν.Καθηγητής Δρ. Καραπιδάκης Εμμ , Dr Emm.Karapidakis

**Chania,April 2013**

# ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

ΘΑ ΘΕΛΑΜΕ ΚΑΙ ΟΙ ΔΥΟ ΑΠΟ ΚΑΡΔΙΑΣ ΝΑ ΕΥΧΑΡΙΣΤΗΣΟΥΜΕ ΤΙΣ ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΕΣ ΜΑΣ ΠΟΥ ΜΑΣ ΣΤΗΡΙΞΑΝ ΣΕ ΟΛΗ ΤΗΝ ΦΟΙΤΗΤΙΚΗ ΠΟΡΕΙΑ ΜΑΣ ΚΑΘΩΣ ΚΑΙ ΤΟΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗ ΜΑΣ ΚΥΡΙΟ ΤΣΙΚΑΛΑΚΗ ΑΝΤΩΝΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΣΥΝΕΧΗ ΒΟΗΘΕΙΑ ΤΟΥ ΣΤΗΝ ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΑΣ ΠΟΥ ΧΩΡΙΣ ΤΗΝ ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΟΥ ΘΑ ΗΤΑΝ ΑΚΑΤΟΡΘΩΤΗ Η ΔΙΕΚΠΑΙΡΩΣΗ ΤΗΣ. ΠΑΡΑΔΙΔΟΝΤΑΣ ΑΥΤΗΝ ΤΗΝ ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΑΘΑΜΕ, ΜΕΛΕΤΗΣΑΜΕ ΚΑΙ ΔΙΔΑΧΤΗΚΑΜΕ ΠΟΛΥ ΣΗΜΑΝΤΙΚΑ ΠΡΑΓΜΑΤΑ ΠΟΥ ΘΑ ΒΟΗΘΗΣΟΥΝ ΣΤΟ ΝΑ ΕΠΙΤΥΧΟΥΜΕ ΤΟΥΣ ΣΤΟΧΟΥΣ ΜΑΣ ΓΙΑ ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ.

# ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας (ΣΗΘ) είναι, αποδεδειγμένα, μια τεχνολογία που συνεισφέρει στην εξοικονόμηση πρωτογενούς καυσίμου, κάτι ιδιαίτερα σημαντικό στην εποχή των πανάκριβων και εισαγόμενων στη χώρα μας ρυκτών καυσίμων.Η ΣΗΘ αποκεντρώνει το σύστημα ηλεκτροπαραγωγής, συμβάλλοντας στην ευστάθειά του και στη μείωση των απωλειών μεταφοράς και διανομής ηλεκτρισμού και συνεισφέρει στην εξισορρόπηση μεταξύ παραγωγής και ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας κατά τις περιόδους αιχμιακής ζήτησης, μειώνοντας τον κίνδυνο πτώσης του ηλεκτρικού δικτύου (black-outs). Τέλος, συνεισφέρει στον περιορισμό εκπομπών αερίων που ευθύνονται για το φαινόμενο του θερμοκηπίου και στην επίτευξη των στόχων της Σύμβασης Πλαίσιο για την Κλιματική Αλλαγή.

Σήμερα, το 11% της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας στην Ευρώπη είναι από συστήματα ΣΗΘ, ενώ το ποσοστό στην Ελλάδα είναι περίπου 1,5–2%.



# ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η ανάγκη για εξοικονόμηση ενέργειας έχει γίνει αντιληπτή σε παγκόσμια κλίμακα. Οι ενέργειες προς αυτή την κατεύθυνση έχουν οδηγήσει στην εύρεση μεθόδων και την εφαρμογή νέων τεχνολογιών για την επίτευξη αυτού του στόχου.

Στόχος αυτής της πτυχιακής εργασίας είναι η αποσαφήνιση κυρίως των εννοιών της Συμπαραγωγής Ηλεκτρισμού Θερμότητας (ΣΗΘ) και πως αυτή μπορεί να αξιοποιηθεί σε διάφορες εφαρμογές στον βιομηχανικό, εκπαιδευτικό και εμπορικό τομέα. Επιχειρείται μια σύντομη περιγραφή στις τεχνολογίες ΣΗΘ που συνήθως χρησιμοποιούνται, όπως για παράδειγμα μηχανές εσωτερικής καύσης, ατμοστρόβιλοι, αεριοστρόβιλοι κ.α

Παρουσίαζεται και η δυνατότητα αξιοποίησης της παραγόμενης θερμότητας σε διατάξεις που παράγουν ψύξη ώστε τελικά με μία διάταξη να επιτυγχάνεται τρι-παραγωγή, ηλεκτρισμού, θερμότητας και ψύξης. Σταθήκαμε ιδιαίτερα σε εφαρμογές που αξιοποιούν Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

Ενδιαφέρουσα εφαρμογή της Συμπαραγωγής αποτελεί η Τηλεθέρμανση για την οποία παρουσιάστηκαν ενδιαφέρουσες εφαρμογές σε Ελλάδα και Ευρώπη με έμφαση σε εφαρμογές με χρήση ΑΠΕ.

Επιπρόσθετα παρουσιάστηκαν τα σημεία προσοχής για την επιλογή του κατάλληλου συστήματος για τη βιωσιμότητα της επένδυσης. Παρουσιάστηκαν οι απαιτούμενες υδραυλικές και οι οικοδομικές εργασίες καθώς και οι τεχνικές απαιτήσεις σύνδεσης με το ηλεκτρικό δίκτυο και ο εξοπλισμός για την προστασία .

Παρουσιάστηκε επίσης η αδειοδοτική διαδιακασία και η νομοθεσία γύρω από την εγκατάσταση συμπαραγωγής. Τα κόστη εγκατάστασης και η τιμόλογηση ολοκληρωνουν αυτή την εργασία ενημερώνοντας τον ενδιαφερόμενο επενδυτή τόσο για τα θετικά όσο και για τα αρνητικά της τεχνολογιας αυτής.

Η φιλικότητα προς το περιβαλλον, οι εθνικοί στόχοι και οι ευνοικές συνθήκες της χώρας μας αναμένεται να στρέψουν ακόμα περισσότερο το ενδιαφέρον προς αυτην την τεχνολογια για αυτό και πρέπει να αμβλυθούν τα εμπόδια για την περαιτέρω διάδοσή της.

Λέξεις-κλειδιά: Συμπαραγωγη, Τρι-παραγωγη, Τηλεθέρμανση, Ψύκτες Απορρόφησης, Μικρο-ΣΗΘ, ΑΠΕ.

# ABSTRACT

The need of reducing energy consumption has become noticeable worldwide. New applications and technologies have been developed to increase energy savings.

The aim of this thesis is mostly to clarify the meaning of Combined Heat and Electricity (CHP) generation, and how this technology can be used in industrial, educational and commercial applications. We attempt to make a brief description of the CHP technologies that are frequently used, for example internal combustion engines, steam turbines, gas turbines etc.

We also present the possibility of utilizing the produced heat in devices producing cooling and eventually, they manage to obtain tri-generation of electricity, heat and cooling. We have also described applications that exploit Renewable Energy Sources like biomass or solar energy.

An interesting application of CHP is District heating and some interesting applications in Greece and Europe giving emphasis on applications using RES are described

Furthermore, our thesis presents the precautions, for choosing the appropriate system for the viability of the investment. We also present the necessary plumbing and building work, and the technical connection requirements with the grid as well as the equipment for protection.

There is also the process of licensing and legislation around the cogeneration facility. Installation charges and pricing complete this thesis by informing the interested investor for both positive and negative aspects of this technology.

Being friendly to the environment, the national targets and favorable conditions of our country is expected to shift even more interest in this technology and it should exterminate any barriers to further dissemination.

Key words: Co-generation, Tri-generation, District Heating, Absorption Chiller, Micro CHP, RES.

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ ..... 1

ΠΡΟΛΟΓΟΣ ..... 2

ΠΕΡΙΛΗΨΗ ..... 3

ABSTRACT ..... 4

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΟΡΙΣΜΟΙ ..... 13

**1.1 Η κατανεμημένη παραγωγή ..... 13**

**1.2 ΟΡΙΣΜΟΣ ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ..... 15**

**1.3 Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ..... 15**

1.3.1 Πρώτες Εμφανίσεις Συμπαραγωγής ..... 16

**1.4 ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΡΙ-ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ..... 16**

**1.5 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΣΗΘ ..... 19**

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗΣ-ΚΑΛΕΣ ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ ..... 20

**2.1 Εφαρμογές της συμπαραγωγής ..... 20**

2.1.1 Βιομηχανικός τομέας ..... 20

2.1.2 Εμπορικός - Κτιριακός τομέας ..... 21

2.1.3 Εφαρμογή Συμπαραγωγής Σε Ξενοδοχεία ..... 21

2.1.4 Αγροτικός τομέας ..... 22

2.1.5 Σχολικά Κτίρια ..... 24

**2.2 Στοιχεία εγκατεστημένης Ισχύος και παραγόμενης ενέργειας με προνομιακή αποζημίωση (Feed-in) ..... 28**

2.2.1 Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας ..... 28

2.2.2 Εγκατεστημένη Ισχύς ΣΗΘ στην Ελλάδα σήμερα. ..... 30

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗΣ-ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ..... 35

**3.1 Εφαρμογές σε μη ανανεώσιμες συστήματα παραγωγής ενέργειας ..... 36**

**3.2 Φυσικά μεγέθη Μονάδων Συμπαραγωγής και Τριπαραγωγής ..... 38**

3.2.1 Τεχνικά ελάχιστα και μέγιστα μονάδων ..... 41

3.2.2 Σημαντικές Σχέσεις ..... 42

**3.3 Επεξηγηματικό Παράδειγμα ..... 43**

**3.4 Συστήματα Βάσης και αιχμής ..... 44**

**3.5 Συστήματα συνδυασμένου κύκλου ..... 45**

**3.6 Συστήματα ατμοστρόβιλου ..... 46**

3.6.1 Συστήματα συμπαραγωγής με ατμοστρόβιλο αντίθλιψης .... 46

3.6.2 Συστήματα συμπαραγωγής με ατμοστρόβιλο απομάστευσης 47

3.6.3 Συστήματα συμπαραγωγής με ατμοστρόβιλο σε κύκλο βάσης 47

**3.7 Συστήματα με παλινδρομική μηχανή εσωτερικής καύσης ..... 48**

3.7.1 Χαρακτηριστικά κινητήρων Diesel ..... 49

**3.8 Συστήματα αεριοστρόβιλου ..... 51**

3.8.1 Συστήματα αεριοστροβίλου ανοικτού κύκλου ..... 51

3.8.2 Συστήματα αεριοστροβίλου κλειστού κύκλου ..... 52

**3.9 Μηχανές Stirling ..... 54**

**3.10 Μικροτουρμπίνες ..... 55**

3.10.1 Πλεονεκτήματα ..... 56

**3.11 Κυψέλες καυσίμου ..... 56**

3.11.1 ΟΡΙΣΜΟΣ..... 56

3.11.2 Αρχή Λειτουργίας ..... 56

3.11.3 Τεχνολογίες Κυψελών καυσίμων ..... 59

3.11.4 Διασύνδεση Κυψελών Καυσίμου με δίκτυο ..... 61

3.11.5 Πλεονεκτήματα-μειονεκτήματα ..... 62

**3.12 Micro-CHP ..... 63**

3.12.1 Τεχνολογίες και καύσιμα που χρησιμοποιούνται σε μικρής κλίμακας συστήματα συμπαραγωγής ..... 63

3.12.2 Τρόποι λειτουργίας των συστημάτων συμπαραγωγής μικρής κλίμακας(micro – CHP)..... 64

3.12.3 Έχοντας ως κύρια λειτουργία την παραγωγή θερμότητας. 64

3.12.4 Έχοντας ως κύρια λειτουργία την παραγωγή ηλεκτρισμού 64

3.12.5 Παράλληλα με το ηλεκτρικό δίκτυο..... 64

3.12.6 Ανεξάρτητα για την κάλυψη των αναγκών των καταναλωτών ..... 64

3.12.7 Εφεδρικά..... 64

3.12.8 Έχοντας ως κύρια λειτουργία τη Συνδυασμένη Παραγωγή Θερμότητας και Ηλεκτρισμού ..... 65

3.12.9 Η αγορά ..... 65

**3.13 Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα Micro-CHP ..... 65**

**3.14 Συγκριτική Σύνοψη ..... 66**

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΑΠΕ ΓΙΑ ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ..... 68

**4.1 Ηλιακά Θερμικά Συστήματα Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας (CSP) ..... 68**

4.1.1 Συστήματα παραβολικών κατόπτρων (ParabolicTroughSystem) 68

4.1.2 Συστήματα ηλιακού πύργου (SolarPowerTowerSystem)..... 70

4.1.3 Ηλιακοί δίσκοι (Dish Engine System) ..... 70

4.1.4 Ηλιακά αεροηλεκτρικά συστήματα (SolarAero-Electric PowerPlant) ..... 71

4.1.5 Υβριδική λειτουργία ..... 71

4.1.6 Σύγκριση ηλιακών θερμικών συστημάτων ..... 73

**4.2 Χρήση της βιομάζας για τηλεθέρμανση και ΣΗΘ ..... 74**

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 : ΤΗΛΕΘΕΡΜΑΝΣΗ ..... 75

**5.1 Ορισμός και συνιστώσες της τηλεθέρμανσης: ..... 75**

5.1.1 Συνιστώσες εγκατάστασης τηλεθέρμανσης..... 75

**5.2 Διάδοση τηλεθέρμανσης στην Ευρώπη και στην Αμερική ..... 77**

5.2.1 Γενικά..... 77

5.2.2 Η.Π.Α..... 77

5.2.3 Ευρώπη..... 78

**5.3 Στοιχεία Τηλεθέρμανσης στην Ελλάδα..... 80**

5.3.1 ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑ..... 80

5.3.2 ΣΕΡΡΕΣ ..... 81

**5.4 Εφαρμογή ΑΠΕ σε τηλεθέρμανση ..... 82**

5.4.1 Τηλεθέρμανση και βιομάζα ..... 82

5.4.2 Τα πλεονεκτήματα από τη χρήση των συστημάτων τηλεθέρμανσης με βιομάζα είναι: ..... 83

5.4.3 Καινοτόμες εφαρμογές τηλεθέρμανσης με χρήση Θερμότητας

και ΑΠΕ ..... 83
**5.5 ΣΥΝΟΨΙΖΟΝΤΑΣ : ..... 86**
5.5.1 Τα θετικά και αρνητικά της τηλεθέρμανσης ..... 86
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 : ΤΡΙ-ΠΑΡΑΓΩΓΗ ..... 88
**6.1 Ορισμός ..... 88**
**6.2 Ψύκτες απορρόφησης ..... 89**
6.2.1 Γενικά ..... 89
6.2.2 Αρχή λειτουργίας ενός ψύκτη απορρόφησης. ..... 90
**6.3 Βαθμός απόδοσης ψυκτικών μονάδων (Coefficient of Performance) ..... 92**
**6.4 Κόστος συστημάτος ..... 93**
**6.5 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα ψυκτών απορρόφησης ..... 96**
6.5.1 Πλεονεκτήματά ..... 96
6.5.2 Αντίστοιχα μειονεκτήματά τους αποτελούν: ..... 97
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 : Απαιτούμενες κατασκευές για την εγκατάσταση μονάδων ΣΗΘ (εμφασή στα micro-CHp) ..... 98
**7.1 Μεθοδολογία επιλογής μονάδας CHP ..... 98**
7.1.1 Προκαταρκτική αξιολόγηση ..... 98
7.1.2 Μελέτη σκοπιμότητας και επιλογή συστημάτων ..... 99
**7.2 Κανονισμοί Σύνδεσης ΣΗΘ στο Δίκτυο (Ελλάδα) ..... 100**
7.2.1 Τεχνικές Απαιτήσεις Σύνδεσης στο Σύστημα ..... 101
7.2.2 Ιδιαιτερότητες για παραγωγή με DC τάση ..... 103
7.2.3 Ένταξη Σταθμών Α.Π.Ε. στο Σύστημα με Βάση το Νέο Νόμο 3468/2006 ..... 104
**7.3 Υδραυλικές εργασίες ..... 107**

7.3.1 ΣΩΛΗΝΩΣΕΙΣ ..... 107
**7.4 Οικοδομικές εργασίες ..... 109**
7.4.1 8.4.1 Τυπικές διαστάσεις μικρών ΣΗΘ ..... 109
7.4.2 8.4.2 ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΚΑΥΣΙΜΟΥ ..... 109
7.4.3 ΥΨΟΣ ΚΑΜΙΝΑΔΑΣ ..... 110
7.4.4 ΜΟΝΩΣΗ ..... 110
7.4.5 ΕΔΡΑΣΗ ..... 110
7.4.6 ΘΟΡΥΒΟΣ ..... 110
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 : Νομοθετικό πλαίσιο λειτουργίας Συμπαραγωγής ..... 112
**8.1 Νομοθετικοί Ορισμοί ..... 112**
**8.2 Άδεια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ..... 114**
**8.3 Μικρή ΣΗΘ στο σπίτι και νομικές ιδιαιτερότητες ..... 116**
8.3.1 Προϋποθέσεις για την εγκατάσταση ..... 116
8.3.2 ΒΑΘΜΟΣ ΟΧΛΗΣΗΣ ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ..... 117
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9 : : ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΗΘ ..... 118
**9.1 Οικονομικά Στοιχεία ΣΗΘ ..... 118**
**9.2 Κόστος επένδυσης ..... 118**
**9.3 Κόστος εξοπλισμού ..... 119**
**9.4 Κόστος εγκατάστασης ..... 121**
**9.5 Κόστος μελέτης ..... 121**
**9.6 Δαπάνες λειτουργίας και συντήρησης ..... 122**
9.6.1 Το καύσιμο ..... 122
9.6.2 Το προσωπικό ..... 122
9.6.3 Τα έξοδα συντήρησης ..... 123

9.6.4 Ασφαλιστικές Δαπάνες ..... 123

9.6.5 Χρηματο-οικονομικά έξοδα ..... 123

**9.7 Ειδικά για Τρι-παραγωγή ..... 124**

**9.8 Τυπικές τιμές-Παράδειγμα ..... 124**

9.8.1 Κόστος Εγκατάστασης..... 125

**9.9 Τιμολόγηση ΣΗΘ ..... 126**

9.9.1 Ν.4001/2011 – Σύγκριση τιμολογίων για ΣΗΘ και ΑΠΕ 127

**9.10 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΚΙΝΗΤΡΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΜΕΜΟΝΩΜΕΝΩΝ ΙΔΙΩΤΙΚΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΕΠΕΝΔΥΣΕΩΝ ..... 130**

9.10.1 Για επιχειρήσεις ..... 130

9.10.2 Για φυσικά πρόσωπα ..... 132

**9.11 Επενδυτικός Νόμος(2012) ..... 133**

9.11.1 ΕΙΔΗ ΕΝΙΣΧΥΣΕΩΝ ΠΟΥ ΠΑΡΕΧΟΝΤΑΙ ΣΤΑ ΕΠΕΝΔΥΤΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ 133

9.11.2 ΟΡΟΙ ΚΑΙ ΠΡΟΥΠΟΘΕΣΕΙΣ ΕΝΤΑΞΗΣ ..... 134

9.11.3 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΒΗΜΑ ΠΡΟΣ ΒΗΜΑ ΓΙΑ ΥΠΑΓΩΓΗ ΣΤΟ ΝΟΜΟ 135

9.11.4 ΧΡΟΝΟΣ ΥΠΟΒΟΛΗΣ ΑΙΤΗΣΕΩΝ ΥΠΑΓΩΓΗΣ ..... 135

9.11.5 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ..... 136

9.11.6 ΈΚΔΟΣΗ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ ΥΠΑΓΩΓΗΣ ..... 136

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10 : ΕΠΙΛΟΓΟΣ- ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ..... 142

**10.1 Κίνητρα Εγκατάστασης ΣΗΘ ..... 143**

10.1.1 Φορολογικά κίνητρα ..... 144

**10.2 Σημεία προσοχής κατά την εγκατάσταση ΣΗΘ ..... 144**

**10.3 Αδυναμίες Συμπαραγωγής** ..... **145**

10.3.1 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις. ..... 145

**10.4 Μέτρα υποστήριξης της ΣΗΘ** ..... **147**

**10.5 Συνοψίζοντας** ..... **148**

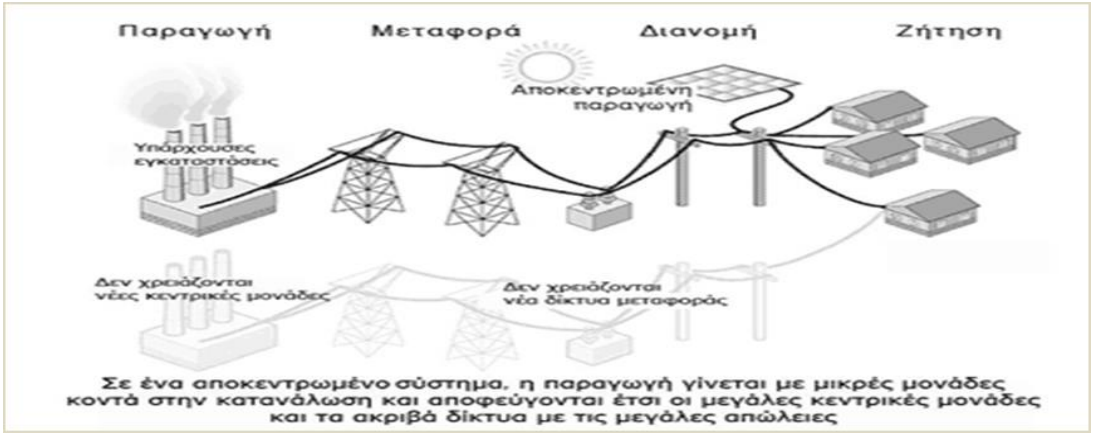
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11 : ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ ..... 149

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΟΡΙΣΜΟΙ

## *1.1 Η κατανεμημένη παραγωγή*

Τα Σ.Η.Ε. τα τελευταία χρόνια έχουν υποστεί αλλαγές τόσο στη δομή όσο και στη λειτουργία τους. Μια βασική διαφοροποίηση αναμένεται να φέρει η νέα τάση της, «απελευθερωμένης αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας» με σειρά νόμων και διατάξεων που θα οδηγήσουν στη παγκόσμια απελευθέρωση της αγοράς ενέργειας προωθώντας τη βελτίωση της διαχείρισης και του τρόπου παραγωγής της ηλεκτρικής ενέργειας. Για να επιτευχθεί η βελτίωση αυτή, απαιτείται δραματική αναμόρφωση ολόκληρης της βιομηχανίας ηλεκτρικής ενέργειας, ώστε να καταστεί δυνατή η εισαγωγή του πραγματικού ανταγωνισμού που θα οδηγήσει σε καλύτερη αποδοτικότητα και ταυτόχρονα χαμηλότερες τιμές για τον τελικό καταναλωτή.

Στο πλαίσιο της αναμόρφωσης των Σ.Η.Ε. γενικότερα, σημαντικό ρόλο καλείται να παίξει η Διανεμημένη Παραγωγή (ή Διάσπαρτη Παραγωγή ή Αποκεντρωμένη Παραγωγή) ηλεκτρικής ενέργειας. Διανεμημένη παράγωγη μπορεί να οριστεί η χρήση αυτόνομων ή διασυνδεδεμένων συστημάτων στο δίκτυο μονάδων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, μικρής ή μεσαίας εγκατεστημένης ισχύος κοντά με το σημείο κατανάλωσης. Η βασική διαφορά από το παραδοσιακό μοντέλο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας είναι ότι οι μονάδες διανεμημένης παραγωγής συνδέονται είτε στο δίκτυο διανομής, είτε απευθείας στο επίπεδο χαμηλής τάσης του δικτύου, με συνέπεια να βρίσκονται πολύ κοντά με το καταναλωτή (π.χ. μέσα στα όρια μιας βιομηχανίας, ενός κτιρίου ή μιας μικρής κοινότητας όπως φαίνεται και στην Εικόνα 1-1. Αυτή η ιδιαιτερότητα στη σύνδεση των μονάδων αυτών, είναι που καθορίζει το μέγεθος της εγκατεστημένης ισχύος, η οποία εν γένει δεν μπορεί να είναι μεγαλύτερη από περίπου 50 MW για τριφασικές και 50 kW για μονοφασικές καταναλώσεις. Η σύνδεση των μονάδων στο δίκτυο διανομής προσφέρει πολλαπλά οφέλη τόσο για τους καταναλωτές όσο και για το ίδιο το σύστημα.




Εικόνα 1-1 :Διανεμημένη παραγωγή Α.Π.Ε. στο Σ.Η.Ε.

Υπάρχουν πολλές διαφορετικές τεχνολογίες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας που μπορούν να χαρακτηριστούν ως μονάδες διανεμημένης παραγωγής. Όπως φαίνεται και στο Πίνακας 1-1 υπάρχουν δύο βασικές διαφοροποιήσεις. Είναι οι μονάδες που

χρησιμοποιούν συμβατικά και μη ανανεώσιμα καύσιμα και αυτές οι οποίες χρησιμοποιούν μόνο ανανεώσιμα καύσιμα (π.χ. βιομάζα) ή ανανεώσιμες φυσικές πηγές ενέργειας.

Στις μονάδες παραγωγής συμβατικών καυσίμων ανήκουν οι μικρές μηχανές εσωτερικής καύσης, οι αεριοστρόβιλοι, οι μικροστρόβιλοι και οι κυψέλες καυσίμου. Οι Α.Π.Ε. ανήκουν στις μονάδες που εκμεταλλεύονται την καθαρή και ανανεώσιμη ενέργεια και την μετατρέπουν σε ηλεκτρική. Τέτοιες μονάδες παραγωγής, είναι τα φωτοβολταϊκά συστήματα, οι μικρές ανεμογεννήτριες, η γεωθερμία, τα μικρά υδροηλεκτρικά, οι μικρές μονάδες συμπαραγωγής ηλεκτρισμού-θερμότητας (Θερμικές ηλεκτρικές μονάδες, κ.τ.λ.)

Οι νέες αυτές τεχνολογίες παραγωγής ηλεκτρισμού από Α.Π.Ε., αποτελούν ένα σημαντικό κομμάτι των μονάδων διανεμημένης παραγωγής και πολλές από αυτές έχουν είδη γίνει εμπορικά διαθέσιμες και οικονομικά βιώσιμες αναμένοντας μεγάλη περεταίρω βελτίωση τους στα επόμενα χρόνια. Στο Πίνακα 1-2 φαίνεται η εξέλιξη της διαθεσιμότητας των μονάδων διανεμημένης παραγωγής από Α.Π.Ε. στην Ελλάδα.

| **Μονάδες Διανεμημένης Παραγωγής** | |
|---|---|
| **Μονάδες με συμβατικά καύσιμα** | **Μονάδες με μη συμβατικά καύσιμα** |
| Μονάδες εσωτερικής καύσης (ντήζελ) | Ανεμογεννήτριες |
| Αεριοστρόβιλοι | Μικρά Υδροηλεκτρικά |
| Μικροτουρμπίνες (νέας τεχνολογίας) | Φωτοβολταϊκά |
| Κυψέλες καυσίμου (νέας τεχνολογίας) | Λοιπές Α.Π.Ε. |

Πίνακας 1-1: Οι τεχνολογίες των μονάδων Διανεμημένης Παραγωγής

| **Τεχνολογία** | Εμπορικά διαθέσιμη | Αναδυόμενη τεχνολογία |
|---|---|---|
| Ανεμογεννήτριες | ✔ | |
| Φωτοβολταϊκά συστήματα | ✔ | |
| Μικρά Υδροηλεκτρικά | ✔ | |
| Βιομάζα | ✔ | |

| | | |
|---|---|---|
| Γεωθερμία | ✔ | |
| Κυψέλες Καυσίμου | ✔ | ✔ |
| Ηλιοθερμικά | ✔ | ✔ |
| Ενέργεια από Κύματα | | ✔ |
| Ενέργεια από Παλίρροια | | ✔ |

Πίνακας 1-2: Διαθεσιμότητα ΑΠΕ

## *1.2 ΟΡΙΣΜΟΣ ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗΣ*

Συμπαραγωγή είναι η συνδυασμένη παραγωγή ηλεκτρικής ή μηχανικής και θερμικής ε-νέργειας από την ίδια αρχική πηγή ενέργειας. Η ιδέα της συμπαραγωγής είναι αρκετά πα-λαιά και αναπτύχθηκε λόγω του χαμηλού βαθμού απόδοσης των συμβατικών συστημάτων ηλεκτροπαραγωγής. Τα συστήματα συμπαραγωγής έχουν ως κύριο χαρακτηριστικό τους την ανάκτηση του μεγαλύτερου μέρους της παραγόμενης θερμικής ενέργειας, η οποία αν δεν μεσολαβήσει κάποια άλλη διεργασία, αποτελεί απλώς απώλεια προς το περιβάλλον, επιτυγχάνοντας με τον τρόπο αυτόν εξοικονόμηση πόρων και βελτιωμένη ενεργειακή απόδοση σε σχέση με τις συμβατικές μεθόδους παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

## *1.3 Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗΣ*

Η συμπαραγωγή πρωτοεμφανίστηκε στην Ευρώπη και στις Η.Π.Α. γύρω στα 1890.

Κατά τις πρώτες δεκαετίες του 20ου αιώνα, οι περισσότερες βιομηχανίες είχαν δικές τους μονάδες ηλεκτροπαραγωγής με ατμολέβητα-στρόβιλο, που λειτουργούσαν με άνθρακα. Πολλές από τις μονάδες αυτές ήταν συμπαραγωγικές. Αναφέρεται χαρακτηριστικά ότι περίπου το 58% του ηλεκτρισμού, που παραγόταν σε βιομηχανίες των Η.Π.Α. στις αρχές του αιώνα προερχόταν από μονάδες συμπαραγωγής. Κατόπιν ακολούθησε κάμψη κυρίως για δύο λόγους :

(α) ανάπτυξη των δικτύων μεταφοράς και διανομής ηλεκτρισμού, που προσέφεραν σχετικά φθηνή και αξιόπιστη ηλεκτρική ενέργεια, και

(β) διαθεσιμότητα υγρών καυσίμων και φυσικού αερίου σε χαμηλές τιμές, που έκανε τη λειτουργία λεβήτων οικονομικά συμφέρουσα.

Συνεχίζοντας με το παράδειγμα των Η.Π.Α, η βιομηχανική συμπαραγωγή μειώθηκε στο 15% του όλου δυναμικού ηλεκτροπαραγωγής μέχρι το 1950 και έπεσε στο 5% μέχρι το 1974. Η πορεία αυτή έχει πλέον αντιστραφεί όχι μόνο στις Η.Π.Α, αλλά και σε χώρες της Ευρώπης, στην Ιαπωνία κ.α, γεγονός το οποίο οφείλεται κυρίως στην απότομη αύξηση των τιμών των καυσίμων, από το 1973 και μετά. Η ανοδική πορεία στη διάδοση της συμπαραγωγής συνοδεύτηκε και από αξιοσημείωτη πρόοδο της σχετικής τεχνολογίας.

Οι βελτιώσεις και εξελίξεις συνεχίζονται και νέες τεχνικές αναπτύσσονται και δοκιμάζονται, αλλά ήδη η συμπαραγωγή έχει φθάσει σε επίπεδο ωριμότητας με αποδεδειγμένη αποδοτικότητα και αξιοπιστία. Μια μεγάλη ποικιλία συστημάτων, από πλευράς είδους, μεγέθους και λειτουργικών χαρακτηριστικών, είναι διαθέσιμη.

### 1.3.1 Πρώτες Εμφανίσεις Συμπαραγωγής

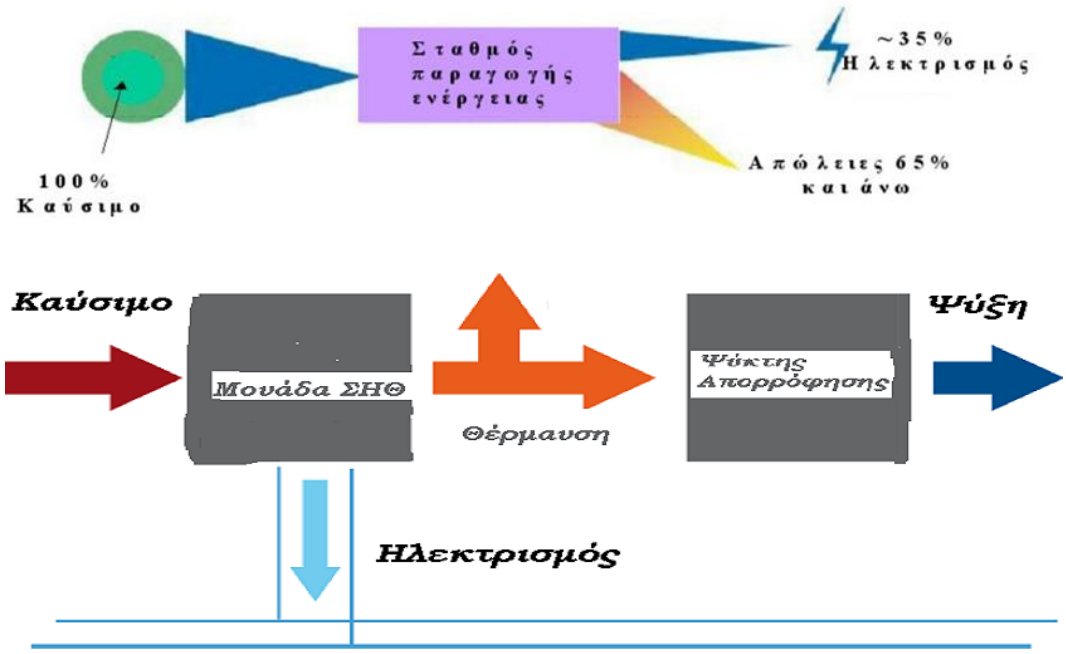
- Στις ΗΠΑ και στην Ευρώπη εμφανίζεται το 1890
- Στις αρχές του 20ου αιώνα υπήρχαν βιομηχανίες με ατμολέβητα-στρόβιλο που λειτουργούσαν με άνθρακα.
- Στις πρώτες δεκαετίες του 20ου αιώνα το 58% του ηλεκτρισμού στις ΗΠΑ είναι από συμπαραγωγή

## *1.4 ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΡΙ-ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ*

Η διαφορά με την απλή συμπαραγωγή είναι ότι μπορεί μια μονάδα συμπαραγωγής να παράγει θερμότητα και ψύξη ταυτόχρονα, ή μόνο ψύξη κατά τη θερινή περίοδο. Τυπικά παράγεται θερμότητα η οποία με τη βοήθεια ενός ψύκτη απορρόφησης μετατρέπεται σε κρύο νερό ή πάγο για το κύκλωμα του κλιματισμού. Ένα τυπικό(block) διάγραμμα αυτής της λειτουργίας παρουσιάζεται στην Εικόνα . Είναι κατανοητό ό,τι τα οφέλη είναι πολλαπλά για τον κάτοχο της συγκεκριμένης μονάδας καθώς θα μπορεί να την αξιοποιεί όλες τις εποχές του έτους.

Ο συμβατικός τρόπος κάλυψης των ηλεκτρικών και θερμικών φορτίων ενός καταναλωτή ή μιας ομάδας καταναλωτών είναι η αγορά ηλεκτρισμού από το εθνικό δίκτυο και η καύση κάποιου καυσίμου σε λέβητα, για την παραγωγή θερμότητας και ατμού. Όμως, η μέση απόδοση των σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα είναι περίπου 35%, που σημαίνει ότι περίπου τα 2/3 της ενέργειας του καυσίμου χάνεται ως θερμότητα στο περιβάλλον. Αυτό, σε συνδυασμό με την καύση πρωτογενούς καυσίμου (πετρέλαιο, αέριο, κα) για την παραγωγή θερμικής ενέργειας με αποδόσεις από 70 - 90%, δημιουργούν σοβαρά περιβαλλοντικά προβλήματα. Η συνολική κατανάλωση καυσίμων μειώνεται σημαντικά εάν εφαρμοσθεί η Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας – ΣΗΘ. Η παραγόμενη θερμική ενέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο για τη θέρμανση του κτηρίου, την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης

όσο και για ψύξη, που επιτυγχάνονται με μηχανές απορρόφησης, που λειτουργούν με ατμό ή θερμό νερό. Η τεχνολογία αυτή καλείται Τρι-παραγωγή.

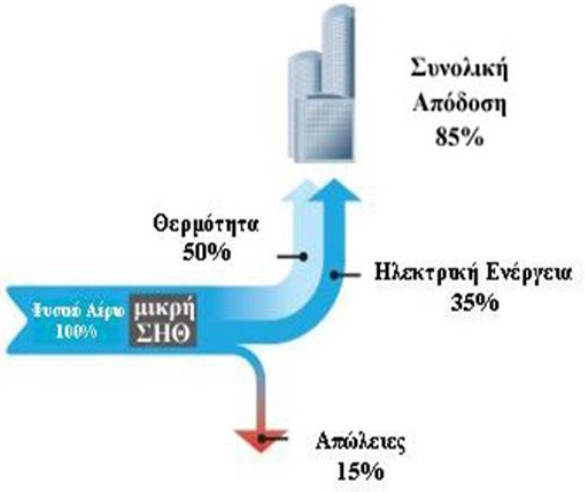



(α) Συμβατικό σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας



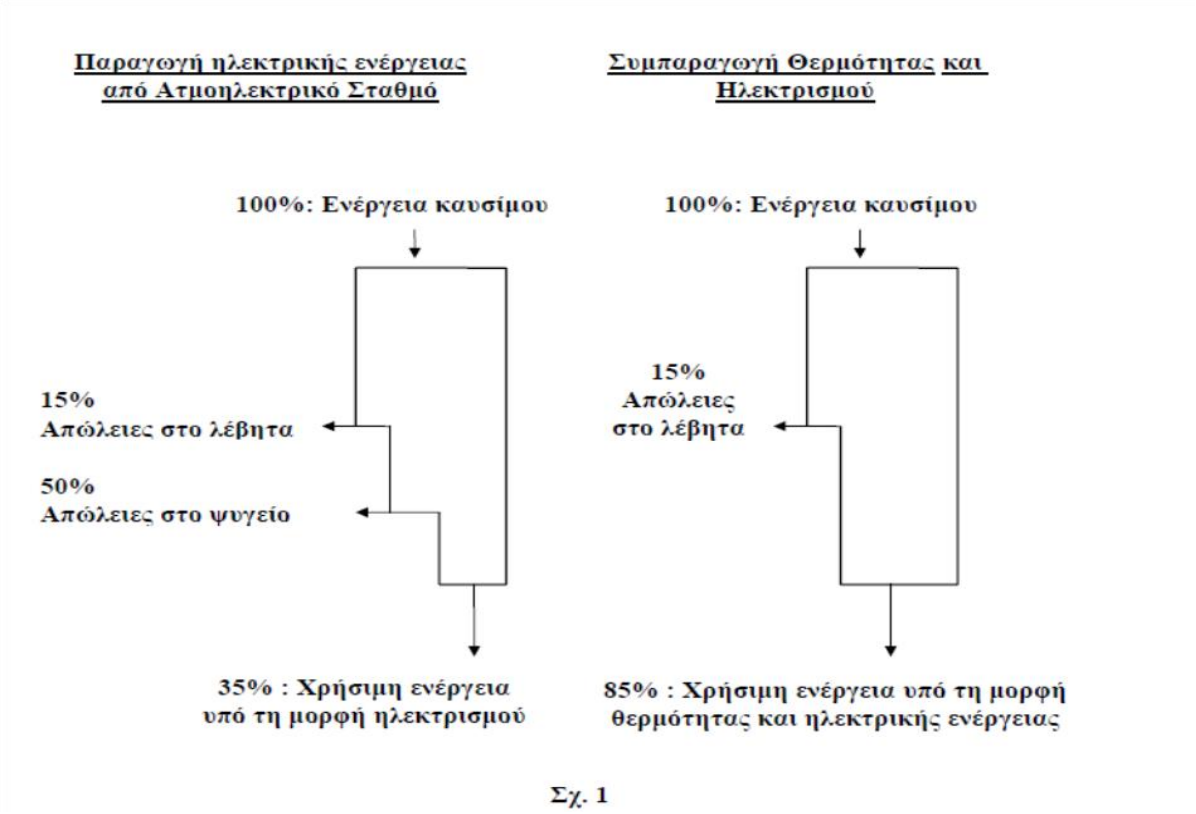

(β) Συμβατικό σύστημα παραγωγής θερμικής ενέργειας

Όπως φαίνεται απο την παραπάνω σχηματική διαταξη είναι προφανες πως τα οφέλη του συστήματος ΣΗΘ είναι πολύ σημαντίκα όσων αφορά τις απώλειες που έχουμε από ενα συμβατικό σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας



.

Η ΣΗΘ έχει συνολική απόδοση έως 90%. Αυτό κυμαίνεται περίπου στο 30-40% περισσότερο από την ξεχωριστή παραγωγή των συμβατικών καυσίμων και έτσι προκύπτει μείωση της τάξης του 30-40% στην κατανάλωση πρωτογενών καυσίμων και στις εκπομπές CO2. Η υψηλή αυτή αποδοτικότητα παρέχει μια οικονομικά ελκυστική τεχνολογία για τους ενεργειακούς καταναλωτές, με ταυτόχρονη ζήτηση τόσο για θερμότητα όσο και για ηλεκτρική ενέργεια.




Σχ. 1

## *1.5 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΣΗΘ*

- Μεγαλύτερη εκμετάλλευση της ενέργειας , επιτυγχάνοντας μεγαλύτερο βαθμό απόδοσης του συστήματος ΣΗΘ.

- Ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από τα παραγόμενα καυσαέρια ιδιαίτερα των σωματιδίων του CO2 που συνεισφέρει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.

- Σε περιπτώσεις παραγωγής βιοαερίου από αγροτικές καλλιέργειες το παραγόμενο βιοαέριο μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ΣΗΘ παράγοντας ηλεκτρική / θερμική ενέργεια, και με τον τρόπο αυτό δεν επιβαρύνουμε το περιβάλλον.

- Με την εφαρμογή του συστήματος ΣΗΘ στην βιομηχανία έχουμε τεράστια εξοικονόμηση και αξιοποίηση της παραγόμενης θερμικής ενέργειας σε συστήματα τηλεθέρμανσης (Αναλυτικότερα για την Τηλεθέρμανση στο Κεφάλαιο 4) προς όφελος του κοινωνικού συνόλου.

- Εξασφαλίζει το δίκτυο παροχής ηλεκτρικής ενέργειας καλύπτοντας τους καταναλωτές από πιθανές διακοπές ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας, συμβάλλοντας στην αύξηση της αξιοπιστίας του δικτύου της ΔΕΗ. Παράλληλα επιτυγχάνεται με το σύστημα της Σ.Η.Θ μείωση της κατανάλωσης των καυσίμων – κλειδί πρόκληση για την ενεργειακή πολιτική της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

- Περιορισμός απωλειών μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας (τάξεως 8-10%) εφόσον τα συστήματα συμπαραγωγής βρίσκονται πιο κοντά στους καταναλωτές απ’ ότι οι κεντρικοί σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής.

- Δυνατότητα ανεξαρτητοποίησης από τις μεγάλες μονάδες παραγωγής ενέργειας που χρησιμοποιούν συμβατικά καύσιμα με τεράστιες επιπτώσεις στην Εθνική οικονομία και στο περιβάλλον. Η Σ.Η.Θ είναι το καλύτερο εργαλείο για την απελευθέρωση της ενεργειακής αγοράς.

- Αύξηση της απασχόλησης – Μελέτες έχουν αποδείξει την αύξηση του αριθμού των εργαζόμενων στον τομέα της συμπαραγωγής.

- Η συμπαραγωγή μειώνει το σύνολο των δαπανών για εισαγόμενα καύσιμα, επιδρώντας θετικά στην εθνική οικονομία.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗΣ-ΚΑΛΕΣ ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ

## *2.1 Εφαρμογές της συμπαραγωγής*

Υπάρχουν τέσσερις κύριοι τομείς εφαρμογής της συμπαραγωγής :

· Σύστημα ηλεκτρισμού της χώρας ("ΕΗ)

· Βιομηχανικός τομέας

· Εμπορικός –κτιριακός τομέας

· Αγροτικός τομέας.

Παρουσιάζονται στη συνέχεια αναλυτικότερα στοιχεία για τον καθέναν από αυτούς τους τομείς. Χρήση σε κεντρικούς σταθμούς παραγωγής

### 2.1.1 Βιομηχανικός τομέας

Στον βιομηχανικό τομέα πολλές διεργασίες απαιτούν θερμότητα παράλληλα με τις ανάγκες για ηλεκτρισμό. Η θερμοκρασία που ΑΠΑΙΤΕΊΤΑΙ, οδηγεί στην ακόλουθη κατάταξη :

· Διεργασίες χαμηλών θερμοκρασιών (μικρότερων των 100ο C), π.χ ξήρανση γεωργικών προϊόντων, θέρμανση ή ψύξη χώρων, θερμό νερό χρήσης.

· Διεργασίες μέτριων θερμοκρασιών (100-300ο C), π.χ. διεργασίες στη χαρτοποιία, στην κλωστοϋφαντουργία, στα εργοστάσια ζάχαρης, σε μερικές χημικές βιομηχανίες, κ.λ.π. Συνήθως οι διεργασίες αυτές απαιτούν θερμότητα με μορφή ατμού.

· Διεργασίες υψηλών θερμοκρασιών (300-700ο C), π.χ σε μερικές χημικές βιομηχανίες.

· Διεργασίες πολύ υψηλών θερμοκρασιών (πάνω από 700ο C), π.χ σε εργοστάσια τσιμέντου, μεταλλουργικές βιομηχανίες, υαλουργεία κ.λ.π.

**Σημαντικό δυναμικό συμπαραγωγής παρουσιάζουν οι ακόλουθοι βιομηχανικοί κλάδοι :**

· βιομηχανίες τροφίμων και ποτών, κλωστοϋφαντουργίες,

· βιομηχανίες χάρτου, χημικές βιομηχανίες,

· εργοστάσια τσιμέντου, βασικές μεταλλουργικές βιομηχανίες (χαλυβουργεία, εργοστάσια παραγωγής αλουμινίου, κ.λ.π.).

· Μικρότερο δυναμικό, αλλά ίσως όχι αμελητέο, έχουν οι υαλουργίες, βιομηχανίες κεραμικών υλικών, ξυλοβιομηχανίες, κ.λ.π.

Το σύνολο της ετήσιας ηλεκτροπαραγωγής των μονάδων που λειτουργούν είναι της τάξης των 900.000 MWh και αποτελεί περίπου το 2,5% της όλης ηλεκτροπαραγωγής της χώρας.

### 2.1.2 Εμπορικός - Κτιριακός τομέας

Στον τομέα αυτό ανήκουν τα ξενοδοχεία, νοσοκομεία, εμπορικά κέντρα, σχολεία, κτίρια γραφείων, κατοικίες, κ.λ.π. Η συμπαραγωγή καλύπτει τις ανάγκες σε ηλεκτρισμό και θερμότητα των κτιρίων (θέρμανση ή ψύξη χώρων, θερμό νερό χρήσης, κλίβανοι, κ.λ.π).

Ο εμπορικός – κτιριακός τομέας μπορεί να διακριθεί σε τρεις κύριους υποτομείς :

· νοσοκομεία και ξενοδοχεία,

· πολυκατοικίες,

· κτίρια γραφείων

### 2.1.3 Εφαρμογή Συμπαραγωγής Σε Ξενοδοχεία

Η ΕΣΤΙΑ Σύμβουλοι & Μηχανικοί Α.Ε. μελέτησε, σχεδίασε και υλοποίησε την εγκατάσταση δύο μονάδων Μικρο-Συμπαραγωγής Ηλεκτρισμού - Θερμότητας (Micro CHP) στα ξενοδοχεία «ΕΓΝΑΤΙΑ» και «ΑΙΓΑΙΟΝ» στις οδούς Αντιγονιδών 16 και Εγνατίας 19, στην Θεσσαλονίκη.

Στο κάθε ξενοδοχείο εγκαταστάθηκε μία μονάδα μικρο- συμπαραγωγής φυσικού αερίου,ισχύος 5-20 kWel τύπου POWERTHERM της εταιρείας SPILLING ENERGIE SYSTEME Gmbh.

Η μονάδα είναι Μηχανής Εσωτερικής Καύσεως (ΜΕΚ) φυσικού αερίου συνδεδεμένη με ασύγχρονη γεννήτρια, και παράλληλα συμπαράγει 10-43 KWth θερμικής ισχύος, με μορφή θερμού νερού μέχρι 95 oC. Το θερμό νερό χρησιμοποιείται όλο το χρόνο για παραγωγή θερμού νερού χρήσης των ξενοδοχείων και τον χειμώνα για θέρμανση, υποκαθιστώντας πετρέλαιο θέρμανσης & κίνησης.

Αξίζει να σημειωθεί ότι οι μονάδες μικρο-συμπαραγωγής συνεργάζονται με συστοιχία ηλιακών συλλεκτών, και είναι από τις πρώτες στην Ελλάδα υβριδικές εγκαταστάσεις ΑΠΕ και μικρο-συμπαραγωγής. Η εγκατάσταση περιλαμβάνει τις μονάδες μικρο-συμπαραγωγής και όλο τον παρελκόμενο εξοπλισμό και αυτοματισμούς. Το ετήσιο όφελος από την λειτουργία της μικρο-συμπαραγωγής υπολογίζεται σε 14.000,00 € περίπου για κάθε ξενοδοχείο. Το έργο αποτελεί τμήμα ολοκληρωμένου προγράμματος ενεργειακών επεμβάσεων στα ξενοδοχεία.




### 2.1.4 Αγροτικός τομέας

Η συμπαραγωγή δεν είναι πολύ διαδεδομένη στον αγροτικό τομέα, η εφαρμογή της όμως μπορεί να εξοικονομήσει καύσιμα και να έχει θετικές οικονομικές επιπτώσεις σε αγροτικές κοινότητες. Υπολείμματα αγροτικών διεργασιών μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως καύσιμο. Αιθανόλη παράγεται από ανανεώσιμη βιομάζα (π.χ κόκκους, σακχαροκάλαμο, κ.λ.π) και είναι καύσιμο κατάλληλο για κινητήρες Otto. Η ανακτώμενη θερμότητα χρησιμοποιείται για ξήρανση γεωργικών προϊόντων, θέρμανση σπιτιών, θερμοκηπίων, κ.λ.π.

### 2.1.4.1 Η εφαρμογή στη Δράμα

Το παρόν έργο αφορά έναν πρωτοποριακό συνδυασμό της ενεργειακής τεχνολογίας της Συμπαραγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας με υαλόφρακτη θερμοκηπιακή μονάδα υψηλής τεχνολογίας 100 στρεμμάτων. Ο σταθμός συνεισφέρει στην πρωτογενή εξοικονόμηση καυσίμου, αλλά και στην παραγωγή μεγάλων ποσοτήτων CO2 κάτι που μεγιστοποιεί την ανταγωνιστικότητα του γεωργικού προϊόντος, αυξάνοντας τις παραγόμενες ποσότητες, αλλά και μειώνοντας το κόστος παραγωγής.

Η περιφερειακή μονάδα Συμπαραγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας (ΣΗΘ), ισχύος 4.05 MW και θερμικής ισχύος 4.8 MW, ικανοποιεί της υψηλές απαιτήσεις σε θερμότητα, για τη θέρμανση, αφύγρανση και τον καθαρισμό των καυσαερίων του φυσικού αερίου για την παραγωγή καθαρού CO2. Το έργο ολοκληρώθηκε και λειτουργεί με μεγάλη επιτυχία.





### 2.1.5 Σχολικά Κτίρια

Πολλά κτήρια και επιχειρήσεις παγκοσμίως έχουν κεντρίσει το ενδιαφέρον τους στην ενέργεια έτσι λοιπόν σχολεία και Πανεπιστήμια ανά τον κόσμο δημιουργούν μονάδες για να εξασφαλίζουν περισσότερη ενέργεια. Παραδείγματα τέτοιων «πρότυπων» πανεπιστημίων είναι το πανεπιστήμιο της Louisiana, το πανεπιστήμιο του Illinois στο Chicago αλλά και το πανεπιστήμιο του Maryland.

Βέβαια και η Ελλάδα έχει κάνει βήματα για να εφαρμόσει συμπαραγωγή όπως θα δούμε παρακάτω.

#### 2.1.5.1 Εργο συμπαραγωγής ενέργειας στο Πανεπιστήμιο Αθηνών




## Λειτουργία του έργου

Από τον χειμώνα του 2001, τα λεβητοστάσια της Σχολής Θετικών Επιστημών και Φιλοσοφικής Σχολής λειτουργούν καταναλώνοντας αέριο. Η εγκατάσταση συμπαραγωγής βρίσκεται σε δοκιμαστική λειτουργία εδώ και ένα τρίμηνο περίπου και έχουν ήδη παραχθεί οι πρώτες 250.000 KWH περίπου ανά μηχανή.

## Χρησιμότητα του έργου

Τα αναμενόμενα οφέλη από το έργο είναι:

**1. *Περιβαλλοντικά*.**
Με το έργο αυτό στο 100% σχεδόν των εγκαταστάσεων καύσης της Πανεπιστημιούπολης γίνεται χρήση φυσικού αερίου. Η επιλογή του φυσικού αερίου ως καυσίμου οδηγεί σε μηδενισμό των εκπομπών οξειδίων του θείου (SOx), σε αμελητέες ποσότητες εκπεμπόμενων άκαυστων υδρογονανθράκων και σωματιδίων, καθώς και σε σημαντική μείωση των οξειδίων του αζώτου (NOx). Επομένως, από περιβαλλοντική άποψη, αποτελεί την καλύτερη δυνατή επιλογή.
Το Πανεπιστήμιο πολύ νωρίτερα είχε εκτιμήσει τα πλεονεκτήματα της χρήσης του φυσικού αερίου και ήδη από το 1990 εγκατέστησε κεντρικό αγωγό διανομής φυσικού αερίου, ονομαστικής διαμέτρου 6’’ και ονομαστικής πιέσεως λειτουργίας 4 bar, που διατρέχει κατά μήκος την Πανεπιστημιούπολη, από τον οποίο τροφοδοτήθηκαν αρχικά τα εργαστήρια της Σχολής Θετικών Επιστημών και εν συνεχεία το Εστιατόριο της Πανεπιστημιούπολης στη Φιλοσοφική Σχολή, ο Βρεφονηπιακός Σταθμός , η Θεολογική

Σχολή, το ΚΕΠΑ και η Μεγάλη Φοιτητική Εστία, ενώ προγραμματίζεται η χρήση του φυσικού αερίου και στις υπόλοιπες εγκαταστάσεις της Πανεπιστημιούπολης, όσο και εκτός αυτής.

**2. *Εκπαιδευτικά***
Η εγκατάσταση συμπαραγωγής δίνει τη δυνατότητα εκπόνησης σχετικών εργασιών σε φοιτητές συναφών ειδικοτήτων.

**3. *Οικονομικά***
Η χρήση του φυσικού αερίου αντί του πετρελαίου για την κάλυψη των αναγκών θέρμανσης των κτηρίων της Πανεπιστημιούπολης, οδηγεί σε μείωση της δαπάνης λειτουργίας της τάξης των 250.000 ευρώ ετησίως, ενώ η αναμενόμενη ωφέλεια από τη λειτουργία της εγκατάστασης συμπαραγωγής θα προκύψει από λαμβανόμενες μετρήσεις κατά τους πρώτους 6 μήνες λειτουργίας και σχετική επεξεργασία των στοιχείων αυτών.

### 2.1.5.2 ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΗΡΙΑ ΔΟΥΚΑ



**Τα κύρια μέρη της εγκατάστασης**

| | | |
|---|---|---|
| Ολική ηλεκτρική ικανότητα | MWel | 340 |
| Ολική θερμική ικανότητα | MWel | 680 |
| Τεχνολογία | Γεννήτρια Εσωτερικής Καύσης | |
| Αριθμός μονάδων | 1 | |
| Παραγωγός | Dresser Waukesha | |
| Τύπος καυσίμου | Φυσικό αέριο | |
| Ηλεκτρισμός: Ετήσια παραγωγή | GWh | - |
| Θερμότητα: Ετήσια Παραγωγή | PJ | - |
| Έτος κατασκευής | 2009 | |
| Ολικά επενδυτικά κόστη | Ευρώ | 450.000 |
| Χρηματοδότηση | - | |
| Κρατική στήριξη | Χρηματοδότηση από Τρίτους | |
| Περιοχή | DOUKAS Schools SA<br>151 Mesogion Str.,<br>Maroussi, Athens,<br>Greece<br>www.doukas.gr | |

**Γενικές πληροφορίες**

Τα εκπαιδευτήρια Δούκα ιδρύθηκαν το 1917. Είναι μια οργάνωση που εξυπηρετεί.και τα τρία στάδια της εκπαίδευσης σαν μιας πρώτης κλάσεως αθλητικών και κέντρο συσκέψεων. Πάντα ευαίσθητοποιημένα στα περιβαλλοντικά προβλήματα και στις καινοτόμες τεχνολογίες.

Η διοίκηση έχει σκοπό την μείωση της κατανάλωσης ενέργειας με την χρήση CHP μονάδων που είναι εγκατεστημένες στα εκπαιδευτήρια. Η παραγώμενη ενέργεια (ηλεκρτικη και θερμική) χρησιπομοποιείτε πλήρως απο την εγκατάσταση, ενώ στο κοντινό υπάρχει η πιθανότητα να πωλειται η ηλεκτρική ενέργεια στο δίκτυο. Η μονάδα CHP των 340 KW ειναι το τέλειο παράδειγμα μιας αυτοικανοποιούμενης μονάδας που αποτελείται απο την καλύτερης ποιότητας εξοπλησμό που είναι εγκατεστημένο στη δομή του κτιρίου.

**Επιτυχίες**

Στην ελληνική ενεργειακή αγορά έχει διαπέψει στον τομέα των καινοτόμων εφαρμογώ. Το project αυτο δεν προσφέρει μόνο φτηνότερη ενέργεια χωρίς επενδυτικά κόστη αλλά επίσης και την πλήρη ιδιοκτησία του εξοπλίσμού μετα το τέλος των συμβολαιων.

Λόγω της παραγώμενης θερμότητας απο τα CHP η λειτουργεία των υπάρχοντων λεβητών αερίων είναι μειωμένες οι περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης ενω ταυτόχρονα μειώνει τα αέρια που είναι υπέυθυνα για την μόλυνση της ατμόσφαιρας ενω αυξάνουν την τελική αποδοτικότητα του συστήματος

Συμφωνα με την δεδομένη κατάσταση η εταιρεία παροχής-helio stat LTD- αναλαμβάνει την συντήρηση και τα εξοδα καυσίμου ενω διανέμει πράσινη ενέργεια. Εφαρμογές σαν αυτή που έιναι τόσο φιλικές τεχνολογίες προς το περιβάλλον και εξηγούν το σκοπό της εταιρείας ο οποίος είναι να εξοικειωθούν οι μαθητές με τις οικολογικές συνέπειες.

**Μειονεκτήματα**

Τα αποτελέσματα απο την πρώτη δοκιμαστική περίοδο λειτουργείας της εγκατάστασης αποδεικνύουν πως πρέπει να λαμβάνονται περισσότερες βελτιώσεις στο στάδιο του συμβολαίου έτσι ώστε να εκμεταλλεύεται όσο το δυνατόν περισσότερο και καλύτερα η μονάδα.

**Προτάσεις**

Η εφαρμογή της CHP μονάδας σύμφωνα με το TPF μοντέλο είναι μονόδρομη για τον καταναλωτή που επιθυμεί να χρησιμοποιήσει πρώτης κλάσεως ποιότητα ενέργειας χώρις περισσότερη σκέψη για συντήρηση και λειτουργικά έξοδα ή επενδυτικό ρίσκο.

## *2.2 Στοιχεία εγκατεστημένης Ισχύος και παραγόμενης ενέργειας με προνομιακή αποζημίωση (Feed-in)*

### 2.2.1 Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

Με στοιχεία του 2011, η συνολική εγκατεστημένη ισχύς Α.Π.Ε. ανέρχεται σε 2.412,87 MW. Το 68% της ισχύος παράγεται από αιολική ενέργεια, το 22% από ηλιακή ενέργεια, ενώ το υπόλοιπό 10% από βιομάζα και υδροηλεκτρική ενέργεια. Στην Εικόνα 2-2 απεικονίζεται το ποσοστό της συνολικής εγκατεστημένης ισχύος Α.Π.Ε. στην Ελλάδα για το συγκεκριμένο έτος.

| **Έτος** | **Αιολικά (GWh)** | **Μ.ΥΗ.Σ. (GWh)** | **Βιοαέριο Βιομάζα (GWh)** | **Φ/Β (GWh)** | **Σύνολο (GWh)** | **Διείσδυση (%)** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **2012** | 3.160 | 669.38 | 196.5 | 2 79.12 | 4.035 | 3,02 |
| **2011** | 2.595 | 580,62 | 199,1 | 441,55 | 3.817,1 | 7,35 |
| **2010** | 2.061 | 753,49 | 193,9 | 131,95 | 3.140,3 | 5,99 |
| **ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛ.ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΗΘΥΑ 2012 (**MWh**)** | 148.858 | | | | | |

Πίνακας 2-1: Στοιχεία Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας Μονάδων Α.Π.Ε. στο Ε.Δ.Σ. για το 2010 έως και το 2012

| | Αιολικά (MW) | Μ.ΥΗ.Σ. (MW) | Βιομάζα (MW) | Φ/Β (MW) |
|---|---|---|---|---|
| **Σύνολο** | **1.640,46** | **205,63** | **44,93** | **521,85** |

Πίνακας 2-2: Συνολική Εγκατεστημένη Ισχύς Α.Π.Ε. στη Ελλάδα μέχρι 2012

| **Κατηγορία Δραστηριότητας** | **Ηλεκτρική Ισχύς (MWe)** | **Θερμική Ισχύς (MWth)** |
|---|---|---|
| Παροχή ηλεκτρικού ρεύματος, φυσικού αερίου, ατμού και ζεστού νερού | 0 | 316 |
| Συλλογή, καθαρισμός και διανομή νερού | 7,1 | 9,6 |
| Παραγωγή προϊόντων διύλισης πετρελαίου | 133 | 159,22 |
| Βιομηχανία τροφίμων και ποτών | 60,5 | 254,06 |
| Παραγωγή κλωστοϋφαντουργικών υλών | 3,9 | 5 |
| Εξόρυξη μεταλλικών μεταλλευμάτων | 13,7 | 54,18 |
| Κατασκευή άλλων προϊόντων από μη μεταλλικά ορυκτά | 1,1 | 3,68 |
| Νοσοκομειακές δραστηριότητες | 0,8 | 0,8 |
| Τριτοβάθμια ανώτατη εκπαίδευση (Α.Ε.Ι.) | 2,72 | 3,09 |
| Καλλιέργεια λαχανικών και κηπευτικών θερμοκηπίων | 9,8 | 11 |
| Παραγωγή βασικών χημικών προϊόντων | 21,6 | |
| ΣΥΝΟΛΟ | 255 | 816 |

### 2.2.2 Εγκατεστημένη Ισχύς ΣΗΘ στην Ελλάδα σήμερα.

Στο σχήμα 1 που ακολουθεί απεικονίζει την μέχρι τώρα εγκατεστημένη ισχύς από τις ΑΠΕ και τις ΣΗΘΥΑ.




Γράφημα 2-1

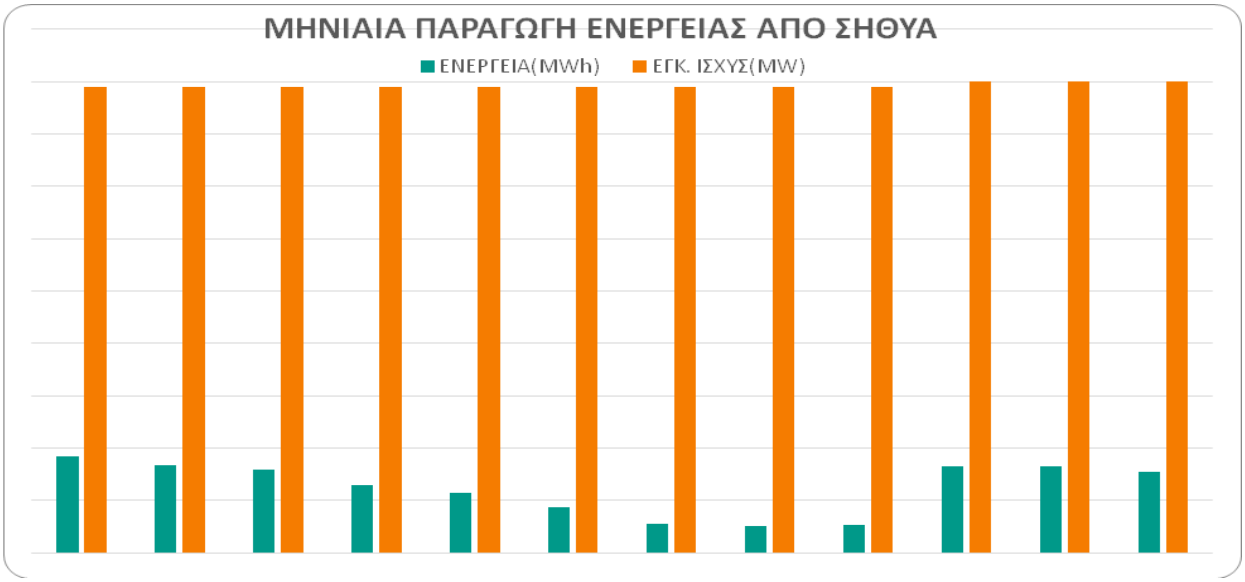
Στο σχήμα 2 απεικονίζονται διάφορες περιοχές της Ελλάδας με την αντίστοιχη εγκατεστημένη ισχύ μέχρι σήμερα.




Γράφημα 2-2

| **ΜΗΝΑΣ** | **ΕΝΕΡΓΕΙΑ(MWh)** | **ΕΓΚ. ΙΣΧΥΣ(MW)** |
|---|---|---|
| ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ | 18,38 | 89,07 |
| ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ | 16,78 | 89,07 |
| ΜΑΡΤΙΟΣ | 15,94 | 89,07 |
| ΑΠΡΙΛΙΟΣ | 12,92 | 89,07 |
| ΜΑΙΟΣ | 11,47 | 89,07 |
| ΙΟΥΝΙΟΣ | 8,78 | 89,07 |
| ΙΟΥΛΙΟΣ | 5,58 | 89,07 |
| ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ | 5,06 | 89,07 |
| ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ | 5,41 | 89,07 |
| ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ | 16,55 | 90,07 |
| ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ | 16,43 | 90,07 |
| ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ | 15,56 | 90,07 |
| **ΣΥΝΟΛΟ(MWh)** | **148.858** | |

***Πίνακας 2-1****: στοιχεία ενέργειας και εγκατεστημένης ισχύς από τον ΛΑΓΙΕ (ΛΕΙΤΟΥΡΓΟΣ ΑΓΟΡΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ)- ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 2012.*



Ο παρακάτω πίνακας εγκατεστημένης ισχύος αναφέρεται σε κάποιές επιχειρήσεις ανά την Ελλάδα

| #**Ονομασία Φορέα** | **Ισχύς Σε λειτουργία στο διασυνδεδεμένο (MW)** | **Θέση εγκατάστασης** | **Νομός** | **Υ/Σ Υψηλής** |
|---|---|---|---|---|
| ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ | 2,716 | Χώρος στο λεβητοστάσιο Πανεπιστ/λης, Δ.Ιλισίων | Αττικής | Μ.Τ. |
| ΜΠΡΑΙΤ ΕΙΔΙΚΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ | 0,125 | Μονομάτι Δήμου Αχαρνών | Αττικής | Μ.Τ. |
| ΕΥΔΑΠ Α.Ε. | 12,9 | κέντρο επεξ. λυμάτ. Ψυττάλειας | Αττικής | Μ.Τ. |
| ΔΕΣΦΑ Α.Ε. | 13 | Νήσο Ρεβυθούσα | Αττικής | ΜΕΓΑΡΑ |
| VIVARTIA ABEE | 2 | Αγ.Στέφανος | Αττικής | Μ.Τ. |
| ΜΗΤΕΡΑ ΙΔΙΩΤΙΚΗ ΜΑΙΕΥΤΙΚΗ & ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΗ ΚΛΙΝΙΚΗ Α.Ε. | 0 | Λεβητοστάσιο κλινικής "Μητέρα" | Αττικής | Μ.Τ. |
| ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΠΕΤΡΕΛΑΙΑ Α.Ε. | 0 | 17ο χλμ οδού Αθηνών-Κορίνθου | Αττικής | ΕΛΠΕ/ΒΕΘ |
| ΕΛΦΙΚΟ ΑΕΕ | 1,2 | Σχηματάρι | Βοιωτίας | Μ.Τ. |
| Μ. Ι. ΜΑΙΛΗΣ ΑΕΒΕ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑΣ | 0 | Οινόφυτα | Βοιωτίας | --- |
| ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑ ΔΡΑΜΑΣ Α.Ε. | 4,8 | Βότρυς Δ.Δράμας | Δράμας | Μ.Τ. |
| ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΖΑΧΑΡΗΣ Α.Ε. | 0 | 1ο χλμ εθν. οδού Ορεστιάδας-Αλεξανδρούπολης | Έβρου | --- |
| ΑΓΚΡΙΤΕΧ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ Α.Ε. | 4,965 | Σφαγεία Δ.Αλεξάνδρειας | Ημαθίας | ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΑ |
| ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ | 0 | Πλατύ | Ημαθίας | --- |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ΖΑΧΑΡΗΣ Α.Ε. | | | | |
| ΓΕΝΕΣΙΣ ΜΑΙΕΥΤΙΚΗ-ΓΥΝΑΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΚΛΙΝΙΚΗ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ Α.Ε. | 0,725 | Μηχανοστάσιο κλινικής 'ΓΕΝΕΣΙΣ' στο Ελαιόρεμα Πυλαίας | Θεσ/νίκης | Μ.Τ. |
| ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΠΕΤΡΕΛΑΙΑ Α.Ε. | 5,5 | Βιομηχ.Συγκρότημα ΕΛΠΕ, Εχέδωρο | Θεσ/νίκης | Μ.Τ. |
| ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΦΩΣΦΟΡΙΚΩΝ ΛΙΠΑΣΜΑΤΩΝ Α.Ε. | 0 | Εχέδωρο | Θεσ/νίκης | --- |
| ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΦΩΣΦΟΡΙΚΩΝ ΛΙΠΑΣΜΑΤΩΝ Α.Ε. | 18,868 | Νέα Καρβάλη | Καβάλας | ΒΦΛ/Ν. ΚΑΡΒΑΛΗ |
| ΚΕΡΑΜΟΠΟΙΙΑ ΚΟΘΑΛΗ ΑΕ | 1,131 | 1ο χλμ επ. οδού Χρυσούπολης-Κεραμωτής | Καβάλας | Μ.Τ. |
| ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΦΩΣΦΟΡΙΚΩΝ ΛΙΠΑΣΜΑΤΩΝ Α.Ε. | 2,35 | Νέα Καρβάλη | Καβάλας | Μ.Τ. |
| ΜΟΤΟΡ ΟΙΛ (ΕΛΛΑΣ) ΔΙΥΛΙΣΤΗΡΙΑ ΚΟΡΙΝΘΟΥ Α.Ε. | 0 | Αγ.Θεόδωροι, 71ο χλμ.Αθηνών-Κορίνθου | Κορινθίας | --- |
| ΜΟΤΟΡ ΟΙΛ (ΕΛΛΑΣ) ΔΙΥΛΙΣΤΗΡΙΑ ΚΟΡΙΝΘΟΥ Α.Ε. | 0 | Αγ.Θεόδωροι, 71ο χλμ.Αθηνών-Κορίνθου | Κορινθίας | --- |
| ΜΟΤΟΡ ΟΙΛ (ΕΛΛΑΣ) ΔΙΥΛΙΣΤΗΡΙΑ ΚΟΡΙΝΘΟΥ Α.Ε. | 0 | Αγ.Θεόδωροι, 71ο χλμ.Αθηνών-Κορίνθου | Κορινθίας | --- |
| EXALCO Α.Ε. | 2,72 | 5ο χιλ.εθν.Λάρισας-Αθηνών | Λάρισας | Μ.Τ. |
| ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΖΑΧΑΡΗΣ Α.Ε. | 0 | 5ο χλμ οδού Λαρίσης-Συκουρίου | Λάρισας | --- |
| ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΖΑΧΑΡΗΣ Α.Ε. | 0 | 1ο χλμ οδού Ξάνθης-Καβάλας | Ξάνθης | --- |
| ΘΕΡΜΗ ΣΕΡΡΩΝ Α.Ε. | 16 | Νεοχώριον | Σερρών | ΣΕΡΡΕΣ |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΖΑΧΑΡΗΣ Α.Ε. | 0 | 3ο χλμ εθν. Οδού Σερρών-Θεσσαλονίκης | Σερρών | --- |

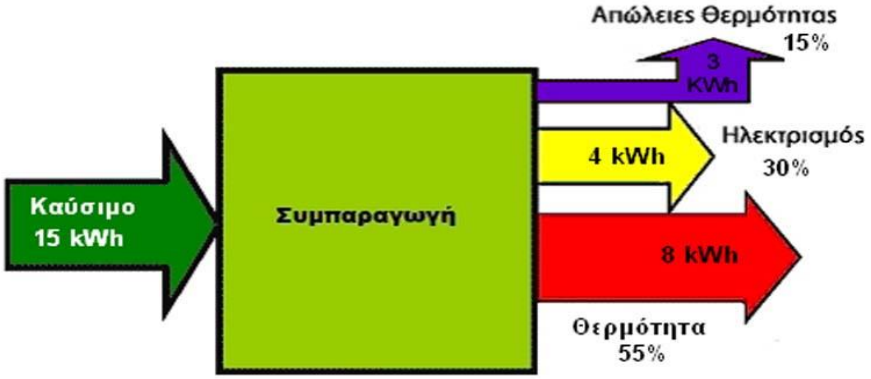
# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗΣ-ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ

Στις ακόλουθες ενότητες επιχειρείται σύντομη περιγραφή των βιομηχανικών συστημάτων συμπαραγωγής.

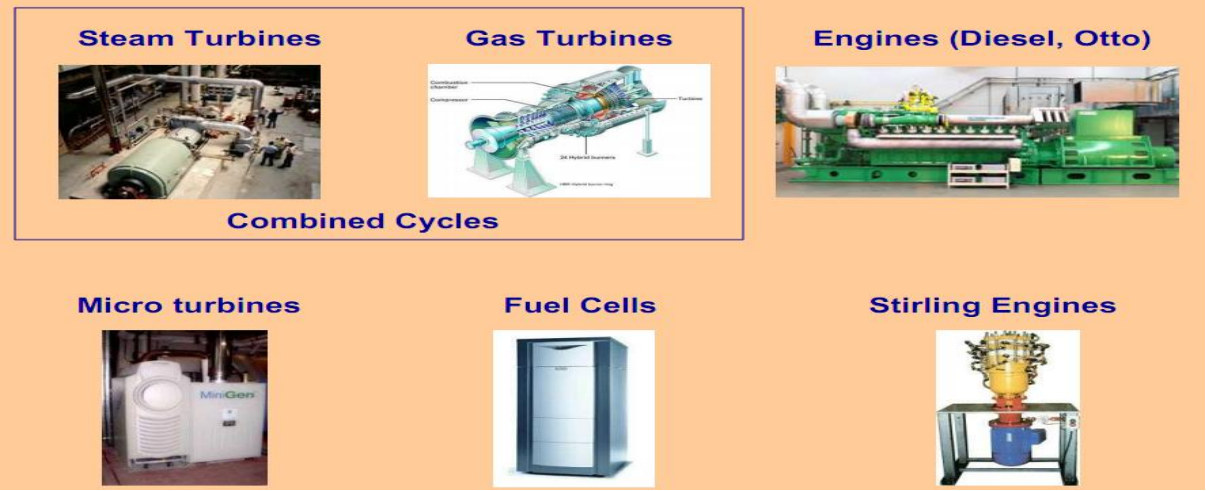
Τα συστήματα Συμπαραγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας που συνήθως χρησιμοποιούνται είναι:

**1. Μηχανές Εσωτερικής Καύσης (ΜΕΚ)**
**2. Αεριοστρόβιλοι**
**3. Ατμοστρόβιλοι**
**4. Μονάδες Συνδυασμένου Κύκλου**
**5. Κυψέλες Καυσίμου**

Ως πηγή ενέργειας σε μονάδες Συμπαραγωγής μπορεί να χρησιμοποιηθεί οποιοδήποτε καύσιμο (ορυκτό ή βιομάζα). Το καύσιμο όμως που σήμερα κυριαρχεί, για οικονομικούς αλλά και περιβαλλοντικούς λόγους, είναι το Φυσικό Αέριο.
Με την αξιοποίηση της θερμικής ενέργειας, η απόδοση μιας εγκατάστασης Συμπαραγωγής μπορεί να φθάσει ή και να ξεπεράσει το 90%.
Ως εκ τούτου η Συμπαραγωγή προσφέρει εξοικονόμηση ενέργειας που κυμαίνεται μεταξύ 15 έως 40%, σε σύγκριση με τη διάθεση ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας από συμβατικούς ηλεκτροπαραγωγικούς σταθμούς και λέβητες, αντίστοιχα. Η συνολική απόδοση του συστήματος προκύπτει από μια αλληλεπίδραση μεταξύ των μεμονωμένων βαθμών απόδοσης των συστημάτων ηλεκτροπαραγωγής και ανάκτησης θερμότητας όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα 1.




Εικόνα 3-1




Εικόνα 3-2:Συστήματα ΣΗΘ

## *3.1 Εφαρμογές σε μη ανανεώσιμες συστήματα παραγωγής ενέργειας*

Οποιαδήποτε από τις παρακάτω συμβατικές εγκαταστάσεις παραγωγής ενέργειας μπορεί να μετατραπεί σε ένα σύστημα ΣΗΘ :

- Άνθρακας
- Φυσικό αέριο
- Πετρέλαιο
- Πυρηνική
- Μικροστρόβιλοι
- Μικρές αεριοστρόβιλοι

| | Μονάδες ηλεκτρισμού και θερμότητας | | Ολοκληρωμένες μονάδες ηλεκτρισμού και θερμότητας | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Μονάδα ηλεκτρισμού και θερμότητας με ατμοστρόβιλο | Μονάδα συνδυασμένου κύκλου με αεριοστρόιλο | Ολοκληρωμένη θερμική μονάδα ηλεκτροπαραγωγής με αεριοστρόβιλο | Ολοκληρωμένη θερμική μονάδα ηλεκτροπαραγωγής με βιομηχανικό κινητήρα | Μικρής κλίμακας ΣΗΘ με κινητήρα αυτοκινήτου |
| **Σύστημα κίνησης** | Ατμοστρόβιλος | Συνδυασμός ατμοστροβίλων και αεριοστροβίλων | Αεριοστρόβιλος | Βιομηχανικός κινητήρας Otto με τριοδικό καταλυτικό μετατροπέα, κινητήρας φτωχού μίγματος ή κινητήρας diesel με καταλυτικό μετατροπέα SCR(2) | |
| **Καύσιμο** | Κάρβουνο,μαζούτ (καύση σε ρευστοποιημένη κλίνη),φυσικό αέριο,πετρέλαιο θέρμανσης(συμβατική ατμοπαραγωγή) | Φυσικό αέριο/υγραέριο,κηροζίνη αεριοποιημένος άνθρακας (στο μέλλον) | Φυσικό αέριο/υγραέριο,βιοαέριο (επεξεργασίας λυμάτων, αγροτικής παραγωγής,αερίου ΧΥΤΑ),κηροζίνη βιοκαύσιμα. | | |

**Πίνακας 3.1. Γενική εικόνα των συστημάτων ΣΗΘ [Πηγή: OnsiteSycom (1999)]**

| Επίπεδο θερμοκρασίας | Μέχρι 500 C | Μέχρι 300 C | Μέχρι 550 C | Μέχρι 100 C | Μέχρι 100 C |
|---|---|---|---|---|---|
| Κύριο πεδίο εφαρμογής (παραδείγματα) | Τηλεθέρμανση | Τηλεθέρμανση | Θερμότητα διεργασιών για τη βιομηχανία και τα νοσοκομεία (ατμός κ ζεστό νερό) | Τοπικά δίκτυα θέρμανσης, μεμονωμένα κτίρια (νοσοκομεία μεγάλα δημόσια κτίρια) | Ανεξάρτητα συγκροτήματα κατοικιών μεμονωμένα κτίρια(σχολεία, ξενοδοχεία, εμπορικές επιχειρήσεις) |
| Εύρος δυναμικότητας | 5-1000 MWe | 20-100 MWe | 1-10 MWe | 20-1000 KWe | 5-15 kWe |
| Δείκτης συμπαραγωγής(1) | 0,30-0,60 | 0,80-1,20 | 0,40-0,60 | 0,55-0,65 | 0,35-0,45 |
| Ηλεκτρικός βαθμός απόδοσης | 0,25-0,35 (3) 0,30-0,40 (4) | 0,40-0,50 | 0,20-0,35 | 0,30-0,40 | 0,25-0,30 |
| Συνολική απόδοση | 0,45(5)-0,85 | 0,55(5)-0,85 | 0,75-0,80 | 0,85-0,90 | 0,85-0,90 |
| Πλεονεκτήματα | Ανάκτηση απορριπτόμενης θερμότητας σε μεγάλους σταθμούς ηλεκτροπαραγωγή | Μικρό κόστος επένδυσης, μεγάλος συντελεστής συμπαραγωγής | Θερμότητα διεργασιών υψηλής θερμοκρασίας | Μικρές διαστάσεις, ολοκληρωμένη κατασκευή, υψηλός συνολικός βαθμός απόδοσης | |

**Δείκτης συμπαραγωγής = Ηλεκτρική / Θερμική ενέργεια**

**SCR : Εξουδετέρωση των NOx με ουρία**

**Στρόβιλος Αντίθλιψης ΙΙΗ, μέγιστη αποσύζευξη θερμότητας**

**Στρόβιλος συμπυκνώματος, μέγιστη αποσύζευξη θερμότητας**

**Υπόθεση: Μόνο μία πολύ μικρή ποσότητα της παραγόμενης θερμότητας ανακτάται ( οι μεγάλοι θερμικοί σταθμοί συχνά κατασκευάζονται μακριά από τους καταναλωτές θερμότητας, και αυτός είναι ο λογος που μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο ένα μικρό ποσοστό της παραγόμενης θερμότητας).**

## *3.2 Φυσικά μεγέθη Μονάδων Συμπαραγωγής και Τριπαραγωγής*

Η ενεργειακή συμπεριφορά των συστημάτων συμπαραγωγής περιγράφεται με ορισμένους χαρακτηριστικούς δείκτες. Στους ορισμούς που ακολουθούν, χρησιμοποιούνται τα εξής σύμβολα:

**$P_{e,net}$**: ηλεκτρική ισχύς,

**$Q_{avg}$** : θερμική ισχύς,

**$HI_{Tri}$** : ισχύς καυσίμου που καταναλίσκεται από το σύστημα συμπαραγωγής σε kW:

$$HI_{Tri} = m_{f_Tri} * H_u \qquad HI_{Tri} = V_{f_Tri} * H_u \qquad (1)$$

**$m_{f_Tri}$** : παροχή μάζας καυσίμου σε kg, στο σύστημα συμπαραγωγής

**$V_{f_Tri}$** *:* παροχή καυσίμου σε $m^3$, στο σύστημα συμπαραγωγής

**$H_{u,,m}$** : κατώτερη θερμογόνος ικανότητα καυσίμου σε kWh/Kg,

**$HI_{u,v}$** : κατώτερη θερμογόνος ικανότητα καυσίμου σε kWh/ $m^3$ ή lt,

**$HI_{fW}$**: ισχύς καυσίμου για τη χωριστή παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος W,

**$HI_{fQ}$** : ισχύς καυσίμου για τη χωριστή παραγωγής θερμότητας Q,

**$H_{fx}$** : ολική ισχύς καυσίμου (ή καυσίμων) για τη χωριστή παραγωγή των W και Q (δηλαδή χωρίς συμπαραγωγή):

$$HI_{fX} = HI_{fW} + HI_{fQ} = (m_f * H_u) * W + (m_f * H_u) * Q \qquad (2)$$

Επιπλέον χαρακτηριστικά μεγέθη των μονάδων τριπαραγωγής αποτελούν τα παρακάτω:

- Ηλεκτρική Απόδοση,
- Ρυθμός Κατανάλωσης ενέργειας Καυσίμου
- Εισερχόμενη Ισχύς Καυσίμου

Η **Ηλεκτρική Απόδοση** και ο **Ρυθμός Κατανάλωσης Ενέργειας Καυσίμου** (Heat Rate) [KJ/h] είναι μεγέθη αντιστρόφως ανάλογα και συνδέονται με την σχέση:

$$\eta_{e,net} = \frac{3.600}{Heat\ Rate} \qquad (3)$$

Όπου:

$\eta_{net}$ : η καθαρή ηλεκτρική απόδοση (καθαρός αριθμός)

Heat Rate: ο ρυθμός κατανάλωσης ενέργειας καυσίμου (MJ/h)

Η **Εισερχόμενη Ισχύς Καυσίμου HI** (Heat Input) [kW,(LHV)] συνδέεται με το καθαρό ηλεκτρικό βαθμό απόδοσης με την σχέση:

$$\eta_{e,\,net} = \frac{P_{e,net}}{HI} \quad (4)$$

Όπου:

$P_{e,net}$ : η καθαρή ηλεκτρική ισχύς της μονάδας (μείον την ιδιοκατανάλωσή της)

$\eta_{e,net}$ : η καθαρή ηλεκτρική απόδοση

HI : η εισερχόμενη ισχύς καυσίμου σε kW

*Ισχύει 1KW = 0.2777 KJ/h, 1 MJ/h = 3.600 KW*

**Κατά παρόμοιο τρόπο προκύπτει και η εισερχόμενη ισχύς καυσίμου για μικτό (gross) βαθμό απόδοσης και μικτή παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος $P_{e,gross}$.**

Καθαρή παραγόμενη Θερμική Ισχύς από Μονάδα συμπαραγωγής

Ο **μέσος** ωριαίος ρυθμός αποκομιδής θερμότητας, $Q_{avg}$, αναπαριστά την καθαρή παραγόμενη θερμική ισχύ του συστήματος τριπαραγωγής. Η **καθαρή θερμική απόδοση** του CHP δίδεται από την σχέση:

$$\eta_{th,\,net} = \frac{Q_{avg}}{HI} \quad (5)$$

Όπου:

$\eta_{th,net}$ : η καθαρή απόδοση σε θερμότητα του CHP

$Q_{avg}$ : η μέση καθαρή θερμική ισχύς σε kW

HI : Heat Input (εισερχόμενη ισχύς καυσίμου) σε kW

Δεν ισούται με την καθαρή θερμική ή ψυκτική ισχύ στο χώρο αφού μεσολαβεί εναλλάκτης θερμότητας και ψύκτης απορρόφησης αντίστοιχα.

Συνολικός βαθμός απόδοσης συστήματος Συμπαραγωγής

Η συνολική καθαρή απόδοση ενός συστήματος τριπαραγωγής δίνεται από την σχέση:

$$\eta_{net} = \eta_{e,net} + \eta_{th,net} = \frac{P_{e,net} + Q_{avg}}{HI} \quad \textbf{(6)}$$

Όπου:

$\eta_{e,net}$ : η καθαρή ηλεκτρική απόδοση της μηχανής ($P_{e,net}$ / HI)

$\eta_{th,net}$ : η καθαρή θερμική απόδοση της μηχανής ($Q_{avg}$ / HI)

$P_{e,net}$ : η καθαρή αποδιδόμενη ηλεκτρική ισχύς στους ακροδέκτες της γεννήτριας

$Q_{avg}$ : η θερμική ισχύς στην έξοδο του εναλλάκτη

HI : Heat Input (εισερχόμενη ισχύς καυσίμου) σε kW

Ενώ η καθαρή στον χρήστη απόδοση του συστήματος σε λειτουργία κάλυψης φορτίου θέρμανσης δίνεται από την σχέση:

$$\boldsymbol{\eta_{h,net} = \frac{P_{e,net} + KW_{h,net}}{HI}} \quad \textbf{(7)}$$

Όπου:

$P_{e,net}$ : η καθαρή αποδιδόμενη ηλεκτρική ισχύς στους ακροδέκτες της γεννήτριας

$KW_{h,net}$ : η θερμική ισχύς του μέσου θέρμανσης, νερό ή αέρας ($Q_{avg}$ * η $_{εναλλάκτη}$)

HI : Heat Input (εισερχόμενη ισχύς καυσίμου) σε kW

Ενώ στον δροσισμό ή παραγωγή ψύξης από την σχέση:

$$\boldsymbol{\eta_{c,net} = \frac{P_{e,net} + KW_{c,net}}{HI}} \quad (8)$$

Όπου $KW_{c,net}$ : η καθαρή ψυκτική ισχύς του μέσου, νερό ή αέρας ($Q_{avg}$ * IPLV).

### 3.2.1 Τεχνικά ελάχιστα και μέγιστα μονάδων

Τα τεχνικά ελάχιστα και μέγιστα μιας μονάδας παραγωγής ανταποκρίνονται στα παρακάτω:

$P_{min\ e,net}$ Τεχνικό ελάχιστο μονάδας σε (kW). Μία μονάδα δεν μπορεί να λειτουργήσει κάτω από αυτό το όριο. Κατά συνέπεια δεν εκκινεί μονάδα αν βρισκόμαστε κάτω από το τεχνικό ελάχιστο. Θα ληφθεί ίσο με το 25% της ονομαστικής ικανότητας παραγωγής.

$P_{max\ e,net}$ Τεχνικό μέγιστο μονάδας σε (kW). Δεν μπορεί να υπερβεί η παραγωγή μιας μονάδας αυτήν την τιμή. Συνήθως λαμβάνεται ίσο με το 100% της ονομαστικής ικανότητας παραγωγής.

Για την εγκατάσταση τρι-παραγωγής ισχύουν οι ιδιοι περιορισμοι όπως και στις άλλες εγκαταστάσεις:

Ο πρώτος περιορισμός είναι η συνολική παραγόμενη ισχύς της κάθε μονάδας που εντάσσεται να είναι μεγαλύτερη από το τεχνικό της ελάχιστο και μικρότερη από το τεχνικό της μέγιστο.

Ο δεύτερος περιορισμός είναι ότι η κλίση της ανάληψης ή μείωσης φορτίου από μία μονάδα στο χρονικό διάστημα που εξετάζουμε. Δηλαδή μία μονάδα δεν μπορεί να αυξήσει το φορτίο της παραπάνω από ένα όριο στο χρονικό μας διάστημα και αυτό το όριο. Η ικανότητα μείωσης ή αύξησης του φορτίου από μία μονάδα εξαρτάται από το είδος της μονάδας.

Αν η μονάδα αποτελεί την αποκλειστική μονάδα ικανοποίησης θερμικού ή ψυκτικού φορτίου, τότε το τεχνικό μέγιστο της μονάδας θα πρέπει να ικανοποιεί την υπάρχουσα μέγιστη ζήτηση σε θέρμανση ή ψύξη. Αυτή η λειτουργία περιγράφεται στη βιβλιογραφία ως thermally driven.

<u>Κατανάλωση καυσίμου και κόστος καυσίμου</u>

Η καμπύλη κατανάλωσης καυσίμου είναι τετραγωνικής μορφής και απαρτίζεται από τους παρακάτω όρους:

*sqcoeff* =Τετραγωνικός όρος εξίσωσης κόστους μονάδας ($m^3$-lt /$MWh^2$)

*lincoeff* =Γραμμικός όρος εξίσωσης κόστους μονάδας ($m^3$-lt /MWh)

*constcoeff*= Σταθερός όρος εξίσωσης κόστους μονάδας ($m^3$-lt)

*fuel_cost*= Κόστος κιλού ή λίτρου καυσίμου (αλλαγή ανά μήνα) για κάθε μία μονάδα (€/$m^3$-lt)

*startup_cost*=Κόστος εκκίνησης μονάδας (€), η κατανάλωση σε ηλεκτρική ενέργεια

Το κόστος καυσίμου θα δίδεται από το γινόμενο της μηνιαίας τιμής του με την ωριαία ποσότητα καυσίμου που κάηκε:

*cost_f = [Μηνιαια Τιμή Καυσίμου] * [Ποσότητα Καυσίμου] =* **(9)**

$MFP * (sqcoeff * P^2_{e,net} + lincoeff * P_{e,net} + constcoeff)$

όπου:

$P_{e,net}$ : η καθαρή παραγόμενη ισχύς της μονάδας την συγκεκριμένη χρονική στιγμή

### 3.2.2 Σημαντικές Σχέσεις

**Λόγος ηλεκτρισμού προς θερμότητα PHR (Power to Heat ratio)**:

$PHR = P_{e,net} / Q_{avg}$ **(10)**

**Λόγος εξοικονόμησης ενέργειας καυσίμου (Fuel Energy Savings Ratio)**:

$FESR = (HI_{fX} – HI_{f_Tri})/ HI_{fX}$ **(11)**

Όπως προκύπτει από τους ορισμούς τους, τα μεγέθη η $_{e,net}$ και PHR συνδέονται με τη σχέση

$\eta = \eta_{e,net} * (1 + 1/PHR)$ **(12)**

που επίσης γράφεται

$PHR = \eta_{e,net} / (\eta - \eta_e) = \eta_{e,net} / \eta_{th,net}$ **(13)**

Οι σχέσεις αυτές βοηθούν στον προσδιορισμό αποδεκτών τιμών του λόγου ηλεκτρισμού προς θερμότητα PHR, όταν η τιμή του ηλεκτρικού βαθμού απόδοσης $\eta_e$ είναι γνωστή, δεδομένου ότι ο ολικός βαθμός απόδοσης δεν ξεπερνά το 85 - 88%.

Εάν θεωρηθεί ότι το σύστημα συμπαραγωγής αντικαθιστά χωριστές μονάδες ηλεκτρισμού και θερμότητας με βαθμούς απόδοσης $\eta_W$ και η Q αντίστοιχα, όπου:

$\eta_W = W / H_{fW}$ **και** $\eta_Q = Q / H_{fQ}$ **(14)**

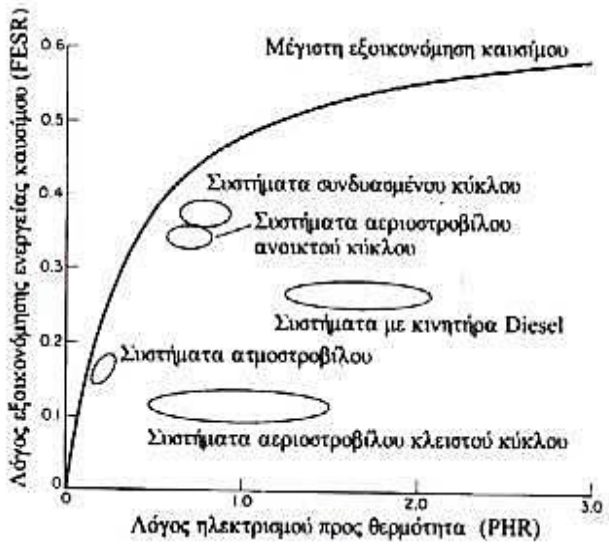
τότε ισχύει ότι

$FESR = 1 - [(PHR + 1) / \eta * (PHR/\eta_W + 1/\eta_Q)]$ (15)

## *3.3 Επεξηγηματικό Παράδειγμα*

Ένα σύστημα συμπαραγωγής με ολικό βαθμό απόδοσης η = 0.80 και λόγο ηλεκτρισμού προς θερμότητα PHR = 0.60 αντικαθιστά συμβατικό σταθμό ηλεκτροπαραγωγής βαθμού απόδοσης $\eta_W$ = 0.35 και λέβητα πετρελαίου βαθμού απόδοσης η Q = 0.80. Τότε η Σχέση (16), δίνει τον λόγο εξοικονόμησης καυσίμου FESR = 0.325, δηλαδή με τη συμπαραγωγή η κατανάλωση καυσίμου μειώνεται κατά 32.50%.

Η Εικόνα 3 δείχνει τις περιοχές τιμών του λόγου ηλεκτρισμού προς θερμότητα, PHR, και του λόγου εξοικονόμησης καυσίμου, FESR, για τους πέντε βασικούς τύπους συστημάτων συμπαραγωγής. Τα όρια των περιοχών αυτών δεν είναι απόλυτα αυστηρά αλλά μπορούν μέχρις ένα βαθμό να μεταβληθούν με πρόσθετο εξοπλισμό. Για τον λόγο αυτόν, η Εικόνα 3μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνον για μια πρώτη ένδειξη του είδους συστήματος, που θα ήταν κατάλληλο για κάποια εφαρμογή. Ως γενικός αλλά όχι αυστηρός κανόνας είναι ότι όταν η ζήτηση σε θέρμανση ή δροσισμό είναι αρκετά μεγάλη σε σύγκριση με την ζήτηση σε ηλεκτρισμό οδηγώντας έτσι σε ένα λόγο PHR μικρότερο από 0.80 ως επικρατέστερη τεχνολογία παραγωγής πρέπει να θεωρείται η τεχνολογία των μικροτουρμπινών σε περιπτώσεις μη δυνατότητας διάθεσης της περίσσειας ηλεκτρικής ενέργειας ή σε καθεστώς χαμηλών τιμών αγοράς της.




**Εικόνα 3** ***Περιοχές τιμών λόγου ηλεκτρισμού προς θερμότητα (PHR) και λόγου εξοικονόμησης καυσίμου (FESR) διαφόρων συστημάτων συμπαραγωγής [Belding,1982]***

## *3.4 Συστήματα Βάσης και αιχμής*

Τα περισσότερα συστήματα συμπαραγωγής μπορούν να χαρακτηρισθούν είτε ως συστήματα "κορυφής" (toppingsystems) είτε ως συστήματα "βάσης" (bottomingsystems).Τα συστήματα συμπαραγωγής μπορούν να ταξινομηθούν σε δύο κατηγορίες: στα συστήματα «κορυφής» (toppingsystems) και στα συστήματα «βάσης» (bottomingsystems). Στα συστήματα κορυφής, παράγεται ηλεκτρισμός από ένα κύριο κινητήρα χρησιμοποιώντας ρευστό υψηλής θερμοκρασίας. Η αποβαλλόμενη θερμότητα χαμηλής θερμοκρασίας χρησιμοποιείται σε θερμικές διεργασίες, θέρμανση χώρων ή ακόμη και για παραγωγή πρόσθετης ηλεκτρικής ενέργειας .

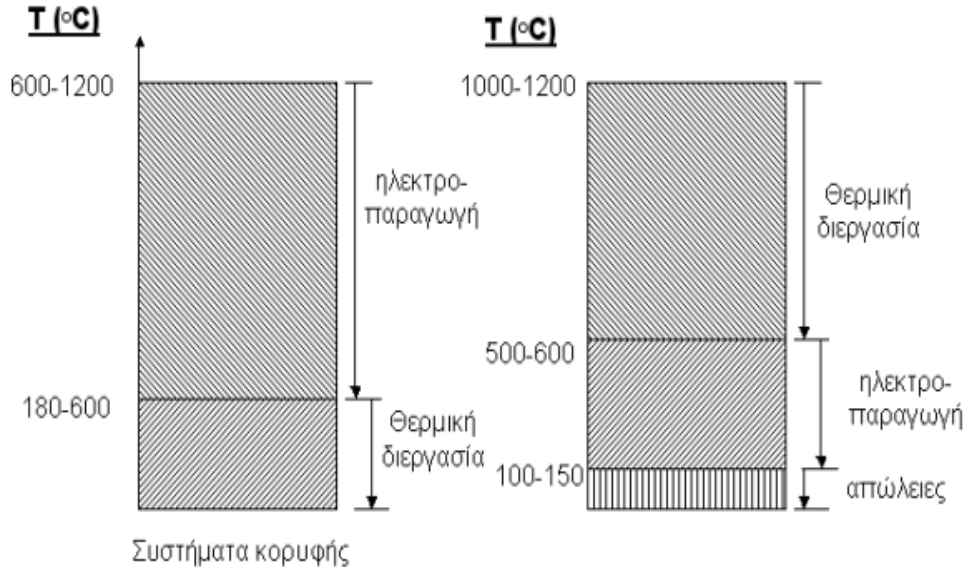
**Υπάρχουν 3 τύποι συστημάτων κύκλου κορυφής :**

1. Σύστημα κορυφής συνδυασμένου κύκλου.

2. Ατμοστροβιλικό σύστημα κορυφής.

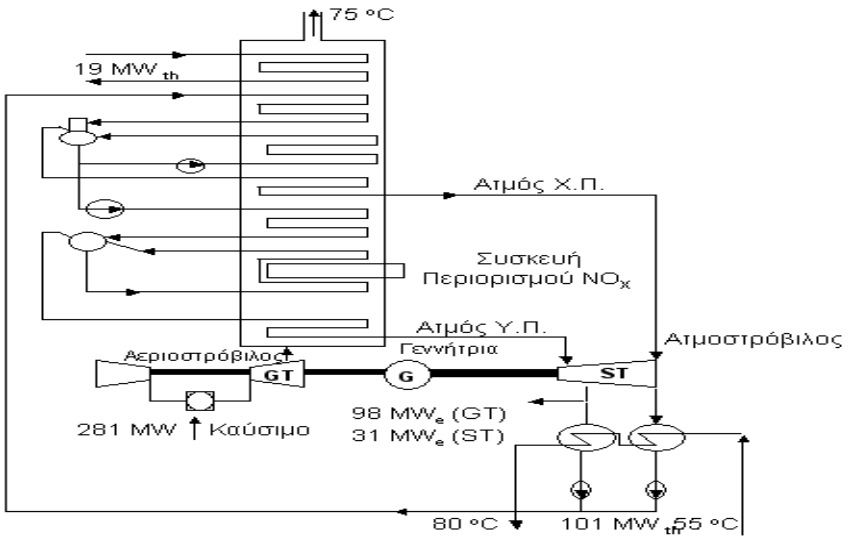
3. Αεριοστροβιλικό σύστημα κορυφής .

Στα συστήματα κορυφής, ρευστό υψηλής θερμοκρασίας χρησιμοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρισμού, ενώ η αποβαλλόμενη θερμότητα χαμηλής θερμοκρασίας χρησιμοποιείται σε θερμικές διεργασίες, θέρμανση χώρων ή ακόμη και για παραγωγή πρόσθετης ηλεκτρικής ενέργειας.Στα συστήματα βάσης, παράγεται πρώτα θερμική ενέργεια υψηλής θερμοκρασίας (όπως, π.χ., σε φούρνους χαλυβουργείων, υαλουργείων, εργοστασίων τσιμέντου, κ.λ.π.) και κατόπιν τα θερμά αέρια διοχετεύονται συνήθως σε λέβητα ανάκτησης θερμότητας, όπου παράγεται ατμός που κινεί ατμοστροβιλογεννήτρια. Είναι επίσης δυνατό τα θερμά αέρια να διοχετευθούν σε αεριοστρόβιλο, που κινεί την ηλεκτρογεννήτρια, χωρίς την παρεμβολή λέβητα. Το **παρακάτω σχήμα** δίνει ενδεικτικές τιμές θερμοκρασιών για τις δύο κατηγορίες συστημάτων.



## *3.5 Συστήματα συνδυασμένου κύκλου*

Ο όρος "συνδυασμένος κύκλος" αναφέρεται σε συστήματα με δύο θερμοδυναμικούς κύκλους, οι οποίοι συνδέονται μεταξύ τους με κάποιο εργαζόμενο ρευστό και λειτουργούν σε διαφορετικές θερμοκρασίες. Ο κύκλος υψηλής θερμοκρασίας (κορυφής) αποβάλλει θερμότητα, που ανακτάται και χρησιμοποιείται από τον κύκλο χαμηλής θερμοκρασίας (βάσης) για την παραγωγή πρόσθετης ηλεκτρικής ή μηχανικής ενέργειας, αυξάνοντας έτσι το βαθμό απόδοσης.Τα πιο διαδεδομένα συστήματα συνδυασμένου κύκλου είναι εκείνα με συνδυασμό αεριοστροβίλου - ατμοστροβίλου (κύκλοι Joule - Rankine). Στα ακόλουθα σχήματα παρουσιάζονται τα βασικά στοιχεία ενός τέτοιου συστήματος και απεικονίζεται λεπτομερέστερα ένα σύγχρονο σύστημα δύο πιέσεων ατμού με τα κύρια λειτουργικά χαρακτηριστικά του. Η παραγωγή ατμού σε δύο ή και τρεις διαφορετικές πιέσεις κάνει την εγκατάσταση πιο περίπλοκη, αλλά αυξάνει το βαθμό απόδοσης. Χρησιμοποιείται στις μεγάλες μονάδες.Η υψηλή περιεκτικότητα οξυγόνου στα καυσαέρια του αεριοστροβίλου (περίπου 17%) επιτρέπει την καύση συμπληρωματικού καυσίμου στο λέβητα καυσαερίων, εάν κριθεί αναγκαία για την αύξηση ισχύος του συστήματος. Η συμπληρωματική καύση αυξάνει το βαθμό απόδοσης του συστήματος κατά τη λειτουργία σε μερικό φορτίο, αλλά κάνει την εγκατάσταση (και ιδιαίτερα τις διατάξεις ρύθμισης και ελέγχου) πιο περίπλοκες.




Η ισχύς των συστημάτων συνδυασμένου κύκλου κυμαίνεται συνήθως στην περιοχή 20-400 MW, ενώ κατασκευάζονται επίσης και μικρότερες μονάδες με ισχύ 4-11 MW. Η συγκέντρωση ισχύος (ισχύς ανά μονάδα όγκου) των συστημάτων αυτών είναι υψηλότερη από τη συγκέντρωση ισχύος των συστημάτων απλού κύκλου αεριοστροβίλου (Joule) ή ατμοστροβίλου (Rankine). Ως προς τα καύσιμα ισχύει ότι αναφέρθηκε για τα συστήματα αεριοστροβίλου.Ο χρόνος εγκατάστασης είναι 2-3 έτη. Είναι δυνατή η ολοκλήρωση της εγκατάστασης σε δύο στάδια: Εγκαθίσταται πρώτα η μονάδα αεριοστροβίλου, που μπορεί να είναι έτοιμη για τη λειτουργία σε 12-18 μήνες. Ενώ αυτή λειτουργεί, συμπληρώνεται το σύστημα με τη μονάδα του ατμοστροβίλου. Τέτοιου

είδους εγκαταστάσεις δεν εφαρμόζονται εντός οικισμών.Η αξιοπιστία των συστημάτων συνδυασμένου κύκλου είναι τα 80-85%, η μέση ετήσια διαθεσιμότητα 77-85% και ο οικονομικός χρόνος ζωής 15-25 έτη.Είναι επίσης δυνατός ο συνδυασμός κύκλου Diesel με κύκλο Rankine. Η διάταξη μοιάζει με εκείνη του προηγούμενου σχήματος, όπου η μονάδα συμπιεστή-θαλάμου καύσης-αεριοστροβίλου αντικαθίσταται από τον κινητήρα Diesel και τους εναλλάκτες θερμότητας που τον συνοδεύουν.

## *3.6 Συστήματα ατμοστρόβιλου*

Είναι τα πιο διαδεδομένα συστήματα συμπαραγωγής, κατάλληλα για ισχείς 500 kW - 100 MW ή και μεγαλύτερες. Μπορούν να χρησιμοποιήσουν οποιοδήποτε καύσιμο. Ακόμη και στερεά απόβλητα καίγονται σε ειδικούς λέβητες εφοδιασμένους με συστήματα κατακράτησης ή και εξουδετέρωσης ρύπων και τοξικών ουσιών, που δημιουργούνται κατά την καύση. Ο βαθμός απόδοσης φθάνει το 60-85%. Για σύγκριση, υπενθυμίζεται ότι ο βαθμός απόδοσης ενός συμβατικού ατμοηλεκτρικού σταθμού βρίσκεται στην περιοχή του 35%.Τα συστήματα ατμοστροβίλου έχουν υψηλή αξιοπιστία*, που φθάνει το 95%, υψηλή διαθεσιμότητα** (90-95%) και μεγάλη διάρκεια ζωής (25-35 έτη). Όμως, ο χρόνος εγκατάστασης είναι σχετικά μεγάλος: 12 - 18 μήνες για μικρές μονάδες και μέχρι τρία έτη για μεγαλύτερα συστήματα.Οι συνθήκες λειτουργίας μπορούν να ποικίλουν σε μεγάλο βαθμό. Για τις εφαρμογές συμπαραγωγής, η πίεση ατμού μπορεί να κυμανθεί από μερικά bar μέχρι και 100 bar καθώς και ακόμα υψηλότερες πιέσεις. Η θερμοκρασία ατμού μπορεί να πλησιάσει τους 450 °C ενώ σε ορισμένες εφαρμογές έως και 540 °C. Η ισχύς εξόδου είναι συνήθως από 0.5 έως 100 MW, αν και ακόμα μεγαλύτερη ισχύς εξόδου είναι δυνατή.

** Ως αξιοπιστία εδώ θεωρείται η πιθανότητα να λειτουργεί ικανοποιητικά ένα σύστημα για δεδομένο χρονικό διάστημα και με προκαθορισμένες συνθήκες.*

### 3.6.1 Συστήματα συμπαραγωγής με ατμοστρόβιλο αντίθλιψης

Ατμός υψηλής πίεσης 20-100 bar και θερμοκρασίας 480-540 °C παράγεται σε λέβητα με κατανάλωση καυσίμου και χρησιμοποιείται για την κίνηση ατμοστροβίλου, στον άξονα του οποίου είναι συνδεδεμένη ηλεκτρογεννήτρια. Ο ατμός βγαίνει από τον στρόβιλο σε πίεση και θερμοκρασία κατάλληλη για τις θερμικές διεργασίες. Ο όρος αντίθλιψη οφείλεται στο ότι η πίεση αυτή είναι μεγαλύτερη της ατμοσφαιρικής 3-20 bar. Απομάστευση δηλαδή εξαγωγή μέρους του ατμού από ενδιάμεσες βαθμίδες του στροβίλου στις επιθυμητές πιέσεις είναι επίσης δυνατή.Σε σύγκριση με το σύστημα απομάστευσης, που περιγράφεται ακολούθως, το σύστημα αντίθλιψης έχει τα εξής πλεονεκτήματα:

· Απλή μορφή

· Μικρότερο κόστος

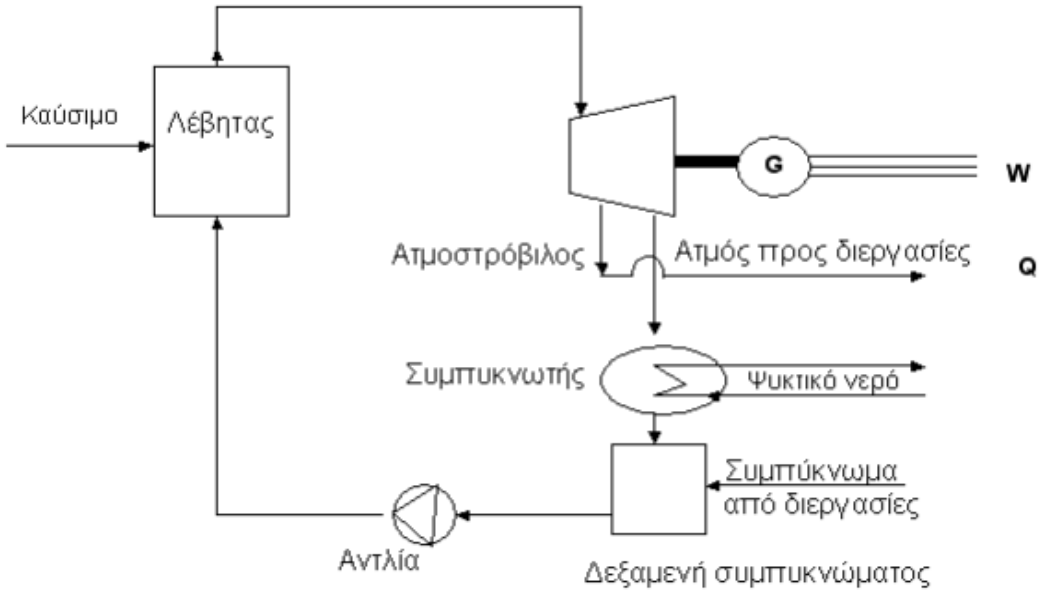
· Μειωμένη ή και καθόλου ανάγκη ψυκτικού νερού

· Υψηλότερο βαθμό απόδοσης (περίπου 85%), κυρίως διότι δεν αποβάλλει θερμότητα στο περιβάλλον μέσω ψυγείου.

Σημαντικό μειονέκτημά του, όμως, είναι ότι η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια είναι στενά συνδεδεμένη με την απαιτούμενη θερμότητα. Έτσι, (α) είναι αδύνατη η ανεξάρτητη λειτουργία του ατμοηλεκτρικού σταθμού από το δίκτυο θέρμανσης, και (β) είναι αναγκαία η αμφίδρομη σύνδεση με το δίκτυο ηλεκτρισμού για την κάλυψη πρόσθετων αναγκών ή για τη διοχέτευση της πιθανής περίσσειας ηλεκτρικής ενέργειας.

### 3.6.2 Συστήματα συμπαραγωγής με ατμοστρόβιλο απομάστευσης

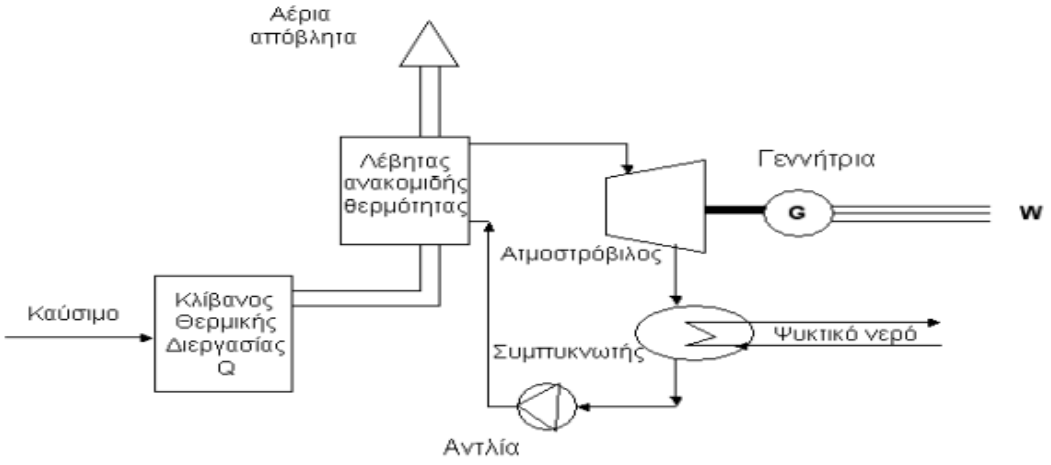
Μέρος του ατμού απομαστεύεται από μία ή περισσότερες ενδιάμεσες βαθμίδες του στροβίλου στις επιθυμητές πιέσεις, ενώ ο υπόλοιπος εκτονώνεται μέχρι τη πίεση του συμπυκνωτή (λέγεται και ψυγείο ατμού) που είναι 0,05-0,10 bar.




Τα συστήματα απομάστευσης είναι ακριβότερα και έχουν μικρότερο βαθμό απόδοσης (περίπου 80%) από τα συστήματα αντίθλιψης. Όμως, έχουν τη δυνατότητα ανεξάρτητης (μέσα σε ορισμένα όρια) ρύθμισης της ηλεκτρικής και θερμικής ισχύος. Αυτό επιτυγχάνεται με ρύθμιση της ολικής παροχής ατμού και επομένως της παροχής ατμού προς τον συμπυκνωτή.

### 3.6.3 Συστήματα συμπαραγωγής με ατμοστρόβιλο σε κύκλο βάσης

Αρκετές βιομηχανίες (π.χ. χαλυβουργεία, υαλουργεία, κεραμουργεία, εργοστάσια τσιμέντου, εργοστάσια αλουμινίου, διυλιστήρια πετρελαίου, κ.λ.π.) έχουν αέρια απόβλητα υψηλής θερμοκρασίας. Μετά τη θερμική διεργασία, τα αέρια αυτά μπορούν να περάσουν μέσα από λέβητα ανάκτησης θερμότητας, όπου παράγεται ατμός που κινεί μια ατμοστροβιλογεννήτρια. Έτσι, η μονάδα παραγωγής θερμότητας μετατρέπεται σε σύστημα συμπαραγωγής με κύκλο βάσης ατμού.




Στον κύκλο βάσης του παραπάνω σχήματος, εργαζόμενο μέσο είναι το νερό, που εξατμίζεται με ανάκτηση θερμότητας από αέρια υψηλής θερμοκρασίας 600 °C ή και υψηλότερης. Η παραγωγή ηλεκτρικής ή μηχανικής ενέργειας με ανάκτηση θερμότητας χαμηλής θερμοκρασίας 80-300 C είναι δυνατή εάν χρησιμοποιηθούν οργανικά ρευστά, π.χ. τολουένη, που έχουν θερμοκρασία βρασμού αρκετά χαμηλότερης εκείνης του νερού. Έτσι, πηγές θερμότητας μπορούν να είναι η ηλιακή ενέργεια, βιομηχανικά απόβλητα, γεωθερμική ενέργεια, καυσαέρια ή θερμότητα ψύξης μηχανών, κ.λπ.

## *3.7 Συστήματα με παλινδρομική μηχανή εσωτερικής καύσης*

Διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες:

➔μονάδες μικρής κλίμακας με αεριομηχανή (15-1000 kW) ή κινητήρα Diesel (75-1000 kW).

➔συστήματα μέσης ισχύος (1000-6000 kW) με αεριομηχανή ή κινητήρα Diesel

➔συστήματα μεγάλης ισχύος (άνω των 6000 kW) με κινητήρα Diesel.

**Αεριομηχανές (gasengines)** ονομάζονται οι παλινδρομικές μηχανές εσωτερικής καύσης που λειτουργούν με αέριο καύσιμο, π.χ., φυσικό αέριο, βιοαέριο, κ.λ.π. Είναι εμπορικά διαθέσιμοι οι ακόλουθοι τύποι αεριομηχανών:

**1. Βενζινοκινητήρες αυτοκινήτων που έχουν μετατραπεί σε αεριομηχανές**. Είναι συνήθως μικρές μηχανές (15-30 kW), ελαφρές, με μεγάλη συγκέντρωση ισχύος. Η μετατροπή πολύ λίγο επηρεάζει το βαθμό απόδοσης, ενώ μειώνει την ισχύ κατά 18% περίπου. Χάρη στη μαζική παραγωγή οι τιμές τους είναι χαμηλές, αλλά η διάρκεια ζωής τους είναι σχετικά μικρή (10000-30000 ώρες)

**2. Κινητήρες Diesel αυτοκινήτων που έχουν μετατραπεί σε αεριομηχανές**. Έχουν ισχύ μέχρι 200 kW. Η μετατροπή επιτυγχάνεται με τροποποιήσεις των εμβόλων, των κεφαλών και του μηχανισμού των βαλβίδων, που επιβάλλονται από το ότι η έναυση δε γίνεται πλέον με απλή συμπίεση αλλά με σπινθηριστή. Η μετατροπή συνήθως δεν προκαλεί μείωση της ισχύος, καθώς υπάρχει περιθώριο μείωσης της περίσσειας αέρα.

**3. Σταθερές μηχανές* που έχουν μετατραπεί σε αεριομηχανές ή που έχουν από την αρχή σχεδιασθεί ως αεριομηχανές**. Οι μηχανές αυτές είναι βαριές και στιβαρές. Κατασκευάζονται για εφαρμογές στη βιομηχανία και στα πλοία. Η ισχύς τους φθάνει τα 3000 kW. Η ανθεκτική κατασκευή τους μειώνει τις απαιτήσεις συντηρήσεων αλλά αυξάνει το κόστος της αγοράς τους. Είναι μηχανές κατάλληλες για συνεχή λειτουργία σε υψηλό φορτίο.

**4. Σταθερές μηχανές διπλού καυσίμου**. Είναι κινητήρες Diesel ισχύος μέχρι 6000 kW. Το καύσιμο αποτελείται κατά 90% από φυσικό αέριο, η έναυση του οποίου γίνεται όχι με σπινθηριστή αλλά με έγχυση υγρού καυσίμου Diesel (που αποτελεί το υπόλοιπο 10% της προσφερόμενης ενέργειας). Έχουν το πλεονέκτημα ότι μπορούν να λειτουργούν είτε με φυσικό αέριο είτε με καύσιμο Diesel, το οποίο βέβαια αυξάνει το κόστος αγοράς και συντήρησης.

**Λέγονται σταθερές μηχανές (stationaryengines) σε αντιδιαστολή από τις μηχανές αυτοκινήτων, τραίνων, πλοίων, κ.λ.π. που είναι κινητές, δηλ. μεταφερόμενες.*

Οι **κινητήρες Diesel** διακρίνονται σε ταχύστροφους, μεσόστροφους και βραδύστροφους. Ο παρακάτω πίνακας δίνει τα όρια ταχύτητας περιστροφής και ισχύος για τον κάθε τύπο, χωρίς τα όρια αυτά να είναι απόλυτα αυστηρά.

### 3.7.1 Χαρακτηριστικά κινητήρων Diesel

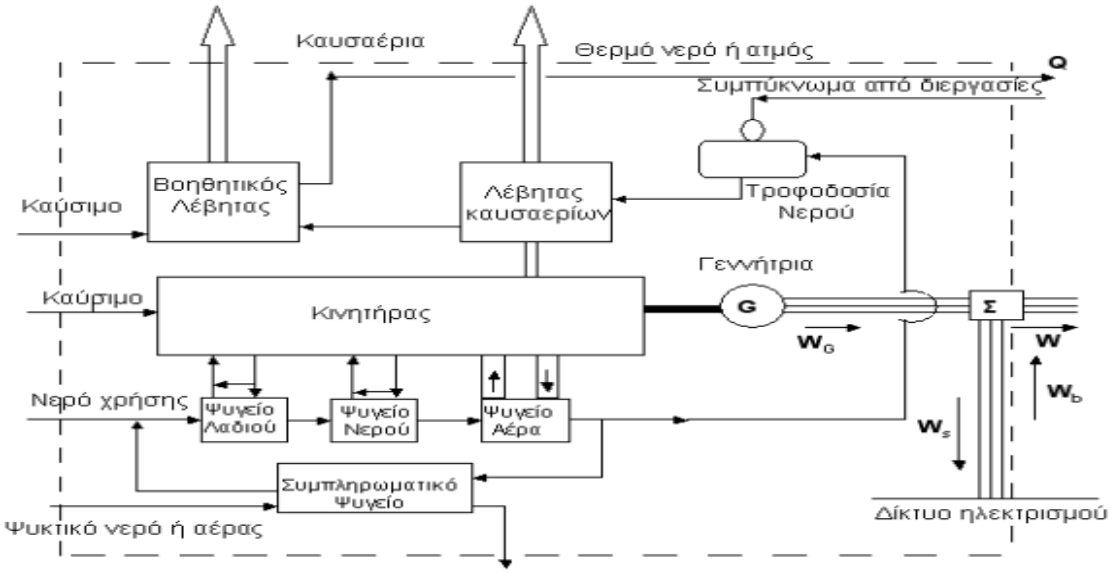
| Τύπος | Ταχύτητα (RPM) | Ισχύς (kW) | Εφαρμογές |
|---|---|---|---|
| Ταχύστροφος | 1200-3600 | 75-1.500 | Αυτοκίνητα-Πλοία |
| Μεσόστροφος | 500-1200 | 500-15.000 | Πλοία-Σιδηρόδρομος |
| Βραδύστροφος | 100-80 | 2000-40.000 | Πλοία-Βιομηχανία |

**ΠΙΝΑΚΑΣ 3.2: Χαρακτηριστικά κινητήρων diesel.**

Κατάλληλα καύσιμα είναι όλα τα αποστάγματα πετρελαίου (τα βαρύτερα για τους μεγαλύτερους κινητήρες). Οι μεγάλοι, βραδύστροφοι κινητήρες μπορούν να καύσουν ακόμη και κατάλοιπα από την απόσταξη του πετρελαίου (residuals).

Όπως και στην περίπτωση των αεριοστροβίλων, τα καυσαέρια των κινητήρων που εξετάζονται στην ενότητα αυτή βρίσκουν είτε άμεση είτε έμμεση χρήση. Η θερμοκρασία των καυσαερίων είναι 300-400 °C, δηλαδή αισθητά χαμηλότερη από εκείνη του αεριοστροβίλου, για αυτό και κάνει πιο συχνή την ανάγκη για συμπληρωματική θερμότητα. Αυτή αποκτάται είτε με τοποθέτηση καυστήρα και προσαγωγή αέρα καύσης συμπληρωματικού καυσίμου στο λέβητα καυσαερίων (ή στον κλίβανο της θερμικής διεργασίας) είτε με εγκατάσταση βοηθητικού λέβητα. Οι μεγάλοι κινητήρες προσφέρουν τη δυνατότητα συνδυασμένου κύκλου.

Το ακόλουθο **σχήμα 2** απεικονίζει ένα γενικό διάγραμμα ροής ενός τέτοιου συστήματος, χωρίς να αποτελεί τη μόνη δυνατή διάταξη. Ο κινητήρας κινεί τη γεννήτρια. Τέσσερις εναλλάκτες ανακτούν θερμότητα από ρευστά που έχουν σχέση με τη λειτουργία της μηχανής: ψυγείο λαδιού, ψυγείο νερού (του κλειστού κυκλώματος του κινητήρα), ψυγείο αέρα υπερπλήρωσης και εναλλάκτης ανάκτησης θερμότητας από τα καυσαέρια του κινητήρα (ή λέβητας καυσαερίων). Με τη θερμότητα αυτή θερμαίνεται το νερό που προορίζεται για διάφορες χρήσεις. Σε συστήματα μέσης και μεγάλης ισχύος η θερμότητα επαρκεί και για την παραγωγή ατμού. Οι μικροί κινητήρες δεν έχουν ψυγείο λαδιού. Εξάλλου, όταν ο κινητήρας δεν είναι εφοδιασμένος με στροβιλοπληρωτή (σε μονάδες προς το κάτω όριο της περιοχής ισχύος), δεν υπάρχει ψυγείο αέρα υπερπλήρωσης.Η συγκέντρωση ισχύος του κινητήρα αυξάνει με υπερπλήρωση του θαλάμου καύσης. Ο στροβιλοπληρωτής (λέγεται και ζεύγος υπερπλήρωσης) αποτελείται από αεριοστρόβιλο, που κινείται με τα καυσαέρια του κινητήρα και κινεί φυγοκεντρικό αεροσυμπιεστή. Εξαιτίας της υψηλής θερμοκρασίας εξόδου από το στροβιλοπληρωτή (120-140 °C), ο αέρας έχει χαμηλή πυκνότητα. Για να αυξηθεί ο βαθμός πληρότητας των κυλίνδρων, ο αέρας ψύχεται σε ειδικό ψυγείο, προσφέροντας θερμότητα στο νερό χρήσης.




ΣΧΗΜΑ 3-3

Διακρίνονται δύο περιπτώσεις από πλευράς θερμοκρασίας εξόδου του αέρα από το ψυγείο: χαμηλή θερμοκρασία συντελεί σε υψηλότερο βαθμό πληρότητας και επομένως υψηλότερη συγκέντρωση ισχύος. Όμως, η ανακτώμενη θερμότητα βρίσκει περιορισμένη χρήση, διότι το νερό στην έξοδο του ψυγείου έχει χαμηλή θερμοκρασία (30-35 °C). Η λύση αυτή μπορεί να επιλεγεί όταν υπάρχει ανάγκη προθέρμανσης νερού, που έρχεται στο σύστημα με θερμοκρασία 20-25 °C). Εάν το νερό έρχεται στο σύστημα με θερμοκρασία 60-70 °C, όπως συμβαίνει, π.χ. στα δίκτυα κεντρικής θέρμανσης, τότε η λύση της υψηλής θερμοκρασίας είναι προτιμότερη από πλευράς εκμεταλλεύσεως της ενέργειας του καυσίμου, καθώς αυξάνει τον ολικό βαθμό απόδοσης του συστήματος κατά 3-5 %. Η θερμοκρασιακή στάθμη επηρεάζει τη σχετική ως προς τη ροή του νερού τοποθέτηση των τριών ψυγείων (λαδιού, νερού και αέρα). Αυτός είναι και ένας από τους λόγους, για τους οποίους η διάταξη του παραπάνω σχήματος δεν είναι η μόνη δυνατή.

Με ανάκτηση θερμότητας από τα τρία ψυγεία, το νερό θερμαίνεται μέχρι τους 75-80 °C. Κατόπιν έρχεται στον εναλλάκτη ανάκτησης θερμότητα των καυσαερίων, όπου θερμαίνεται μέχρι τους 85-90 °C ή και ατμοποιείται.

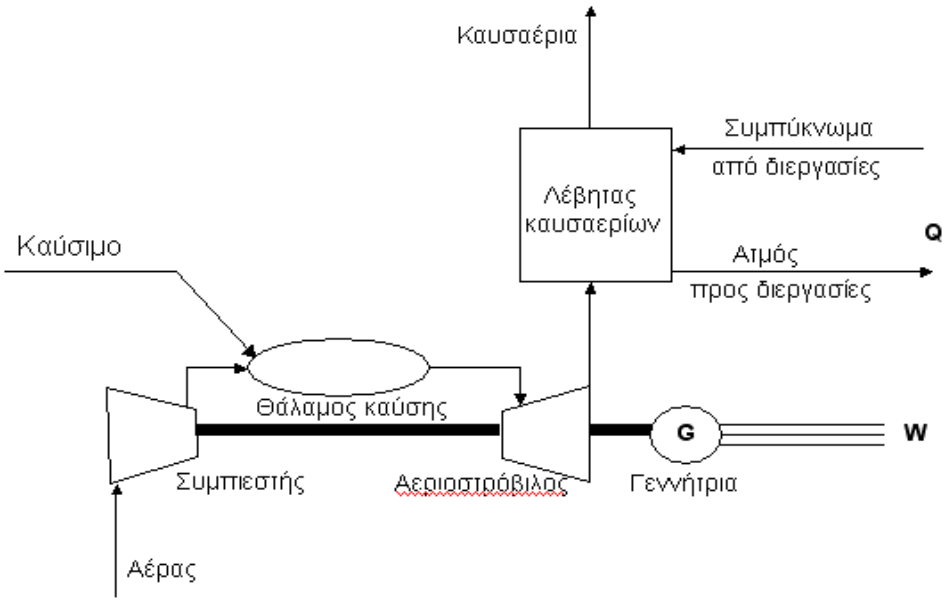
Μονάδες μεσαίου μεγέθους παράγουν κορεσμένο ατμό 180-200 °C, ενώ μεγάλες μονάδες μπορούν να δώσουν υπέρθερμο ατμό με πίεση 15-20 bar και θερμοκρασία 250-350 °C.Η ελάχιστη επιτρεπτή θερμοκρασία των καυσαερίων στην έξοδο του εναλλάκτη εξαρτάται από την περιεκτικότητα του καυσίμου με θείο. Για καύσιμο Diesel, το όριο είναι 160-170 °C, ενώ για το φυσικό αέριο 90-100 °C.Ο βαθμός απόδοσης μικρών και μεσαίων κινητήρων είναι 35-45%, ενώ σε σύγχρονους μεγάλους κινητήρες φθάνει το 50%. Ο βαθμός απόδοσης ενός συστήματος συμπαραγωγής με εμβολοφόρο κινητήρα εσωτερικής καύσης βρίσκεται στην περιοχή του 80%.Η διάρκεια ζωής είναι 15-20 έτη και εξαρτάται από το μέγεθος της μονάδας, την ποιότητα του καυσίμου και την ποιότητα της συντήρησης. Οι παλινδρομικοί κινητήρες απαιτούν τακτικότερη συντήρηση απ' ότι τα προηγούμενα συστήματα με αποτέλεσμα μικρότερη μέση ετήσια διαθεσιμότητα (80-90%).

## *3.8 Συστήματα αεριοστρόβιλου*

Υπάρχουν δύο βασικές διατάξεις: ανοικτού κύκλου και κλειστού κύκλου.

### 3.8.1 Συστήματα αεριοστροβίλου ανοικτού κύκλου

Οι περισσότερες αεριοστροβιλικές μονάδες είναι ανοικτού τύπου, όπου αέρας αναρροφάται από την ατμόσφαιρα, συμπιέζεται και οδηγείται στο θάλαμο καύσης. Τα καυσαέρια εκτονώνονται στον αεριοστρόβιλο (που κινεί τη γεννήτρια), από τον οποίο βγαίνουν σε θερμοκρασία 300-600 °C. Η σημαντική ισχύς που απαιτείται για την κίνηση του συμπιεστή και η υψηλή θερμοκρασία εξόδου των καυσαερίων είναι οι κύριες αιτίες του μικρού βαθμού απόδοσης ενός τέτοιου συστήματος ηλεκτροπαραγωγής (25-35% και σε σύγχρονες προηγμένες μονάδες 40%).




Η υψηλή θερμοκρασία των καυσαερίων κάνει τις μονάδες αυτές ιδανικές για συμπαραγωγή, γεγονός που αυξάνει το βαθμό απόδοσης στο 60-80%. Υπάρχουν δύο βασικοί τρόποι εκμετάλλευσης της θερμότητας των καυσαερίων:

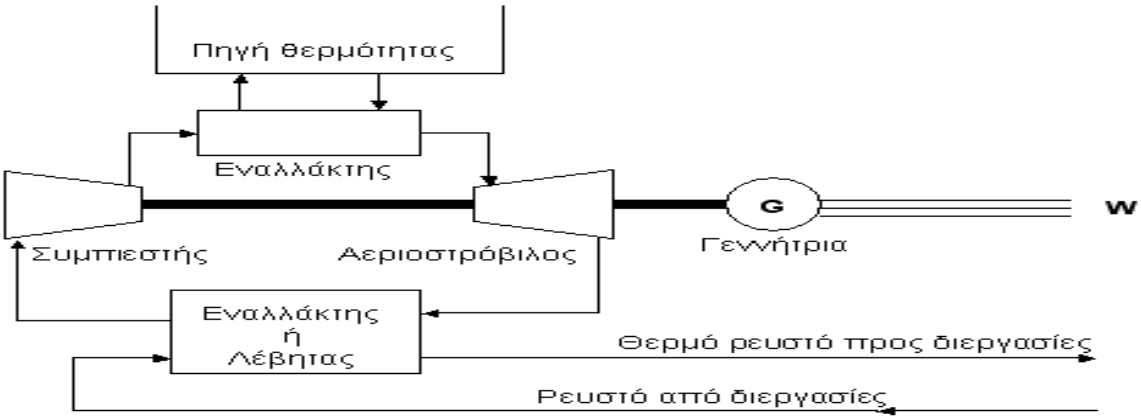
Άμεση χρήση σε θερμικές διεργασίες (θέρμανση, ξήρανση, κ.λ.π.).

Διοχέτευση των καυσαερίων σε λέβητα ανάκτησης θερμότητας (λέγεται και λέβητας καυσαερίων). Εκεί παράγεται ατμός υψηλών χαρακτηριστικών, που είναι κατάλληλος όχι μόνο για θερμικές διεργασίες αλλά και για την κίνηση ατμοστροβίλου (συνδεδεμένου με γεννήτρια ή άλλο μηχάνημα).

Στη δεύτερη περίπτωση πρόκειται για σύστημα συνδυασμένου κύκλου, που περιγράφεται εκτενέστερα σε επόμενη ενότητα.Και στους δύο τρόπους, είναι δυνατή η αύξηση του θερμικού περιεχομένου (δηλ. της θερμοκρασίας) των καυσαερίων, και επομένως της αποδιδόμενης θερμότητας, όταν απαιτείται. Αυτό επιτυγχάνεται χάρη στην υψηλή περιεκτικότητα οξυγόνου των καυσαερίων. Καυστήρες τοποθετημένοι μετά τον αεριοστρόβιλο χρησιμοποιούν τα καυσαέρια για την καύση πρόσθετου καυσίμου.Τα συστήματα συμπαραγωγής με αεριοστρόβιλο ανοικτού κύκλου έχουν ισχύ 100 kW - 100 MW. Λειτουργούν συνήθως με φυσικό αέριο ή ελαφρά αποστάγματα πετρελαίου (π.χ. καύσιμο Diesel), ενώ ευοίωνες παρουσιάζονται οι προοπτικές για χρήση προϊόντων εξαερίωσης γαιανθράκων. Μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν καύσιμα αέρια που παράγονται, π.χ., κατά την καταλυτική σχάση υδρογονανθράκων σε διυλιστήρια πετρελαίου. Γενικά, πάντως, χρειάζεται προσοχή: επειδή τα πτερύγια του αεριοστροβίλου είναι εκτεθειμένα στα προϊόντα της καύσης και τα προϊόντα αυτά πρέπει να μην έχουν συστατικά που προκαλούν διάβρωση (νάτριο, κάλιο, ασβέστιο, βανάδιο, θείο, κ.λ.π.), καθώς και τα στερεά σωματίδια πρέπει να είναι αρκετά μικρού μεγέθους ώστε να μην προκαλούν φθορά κατά την πρόσκρουσή τους στα πτερύγια. Εάν το καυσαέριο περιέχει τέτοια συστατικά, πρέπει να καθαριστεί με ειδικές διατάξεις, πριν οδηγηθεί στον αεριοστρόβιλο. Είναι επίσης ενδεχόμενο το καύσιμο να χρειασθεί καθαρισμό πριν από την εισαγωγή του στο θάλαμο καύσης.Ο χρόνος εγκατάστασης των συστημάτων συμπαραγωγής αεριοστροβίλων είναι 9-14 μήνες για ισχείς μέχρι 7 MW και φθάνει τα δύο έτη για μεγαλύτερες μονάδες. Η αξιοπιστία και η μέση ετήσια διαθεσιμότητα συστημάτων αεριοστροβίλου που χρησιμοποιούν φυσικό αέριο είναι συγκρίσιμες με εκείνες των συστημάτων ατμοστροβίλου. Οι μονάδες που λειτουργούν με υγρό καύσιμο απαιτούν πιο συχνές συντηρήσεις, με συνέπεια τη χαμηλότερη διαθεσιμότητα. Η χρήσιμη διάρκεια ζωής είναι 15-20 έτη και μπορεί να μειωθεί σημαντικά από καύσιμο κακής ποιότητας ή ανεπαρκή συντήρηση.

### 3.8.2 Συστήματα αεριοστροβίλου κλειστού κύκλου

Στα συστήματα κλειστού κύκλου το εργαζόμενο ρευστό (συνήθως ήλιο ή αέρας) κυκλοφορεί σε κλειστό κύκλωμα. Θερμαίνεται μέχρι την κατάλληλη θερμοκρασία σε εναλλάκτη θερμότητας πριν από την είσοδο στον αεριοστρόβιλο και ψύχεται μετά την έξοδό του από αυτόν. Καθώς το ρευστό δε συμμετέχει στην καύση, διατηρείται καθαρό και έτσι αποφεύγεται η μηχανική και χημική διάβρωση του αεριοστροβίλου από τα προϊόντα της καύσης. Η εξωτερική καύση επιτρέπει τη χρήση οποιουδήποτε καυσίμου στα συστήματα αυτά: άνθρακα, απόβλητα βιομηχανιών ή πόλεων, βιομάζα, υγρά ή αέρια καύσιμα παραγόμενα από βιομάζα, κ.λ.π. Πυρηνική ή ηλιακή ενέργεια μπορούν επίσης να αποτελέσουν την πηγή θερμότητας.



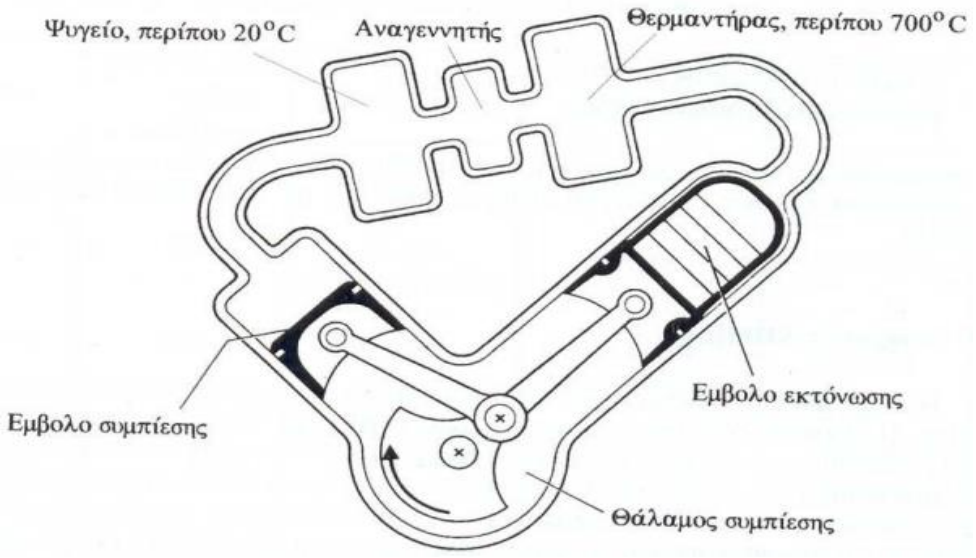

Στην Ευρώπη και Ιαπωνία λειτουργούν συστήματα αυτού του τύπου με ισχείς 2-50 MW, ο αριθμός τους όμως είναι περιορισμένος. Μετά την απόκτηση αρκετής εμπειρίας, η αξιοπιστία των συστημάτων κλειστού κύκλου προβλέπεται ότι θα είναι τουλάχιστον ίση με εκείνη των συστημάτων ανοικτού κύκλου, ενώ η διαθεσιμότητα θα είναι υψηλότερη χάρη στις μικρότερες απαιτήσεις συντήρησης, που οφείλονται στην καθαρότητα του εργαζόμενου ρευστού.

**Πινακας 3-3 Επισκόπηση χαρακτηριστικών αεροστρόβιλων.**

| | |
|---|---|
| Εύρος ισχύος | 25 – 250 kW |
| Καύσιμα | Φυσικό αέριο, υδρογόνο, LPG, diesel |
| Ηλεκτρική απόδοση | 20 – 30% (με προθέρμανση) |
| Απόδοση συμπαραγωγής | Μέχρι και 90% |
| Περιβαλλοντική επίδοση | Χαμηλές εκπομπές (< 9 – 50 ppm) NOx |
| Ποιότητα παραγόμενης θερμότητας | Παραγωγή ζεστού νερού χαμηλής προς υψηλής θερμοκρασίας (50 – 80°C) |
| Εμπορική διαθεσιμότητα | Διαθέσιμες και σε μικρά μεγέθη συμπαραγωγής, σχετικά όμως περιορισμένη |
| **Κόστη αεροστρόβιλων** | |
| Κόστος επένδυσης (μόνο μηχανής) | 700 - 1100 €/kW |
| O&M κόστος | 0.005 - 0.016 €/kW |
| Χρόνος μεταξύ συντηρήσεων | 5000 - 8000 hrs |

## *3.9 Μηχανές Stirling*

Η συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας είναι επίσης δυνατή με μηχανές Stirling. Η τεχνική αυτή δεν έχει ακόμη αναπτυχθεί και διαδοθεί αρκετά, αλλά το ενδιαφέρον για την ανάπτυξή της έχει αυξηθεί χάρη στα πλεονεκτήματα που παρουσιάζει σε σύγκριση με συστήματα κινητήρων Diesel, αεριοστροβίλων ή ατμοστροβίλων: δυνατότητα υψηλότερου βαθμού απόδοσης, μεγαλύτερη ευελιξία καυσίμου, καλή συμπεριφορά σε μερικό φορτίο, χαμηλές εκπομπές ρύπων, χαμηλή στάθμη θορύβου και κραδασμών.



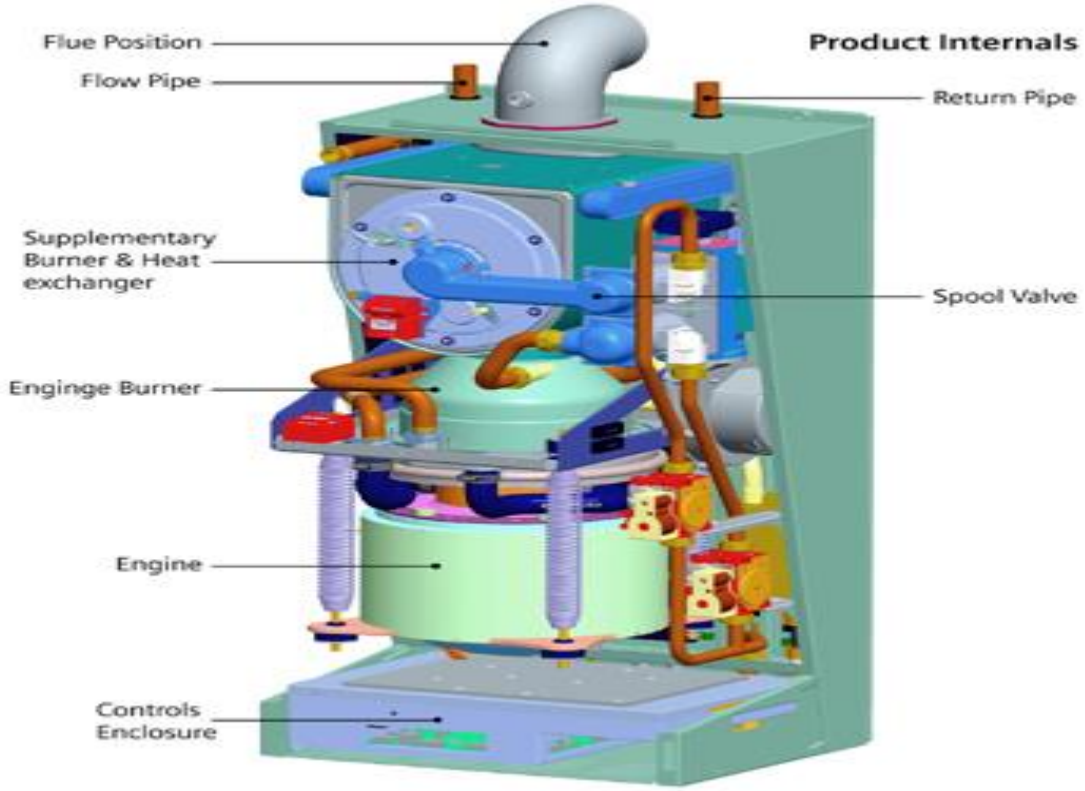

*Το παραπάνω σχήμα αποτελεί μια απλοποιημένη απεικόνιση κινητήρα Stirling.*

Αέριο (π.χ., υδρογόνο, ήλιο, κ.λ.π.) συμπιέζεται και εκτονώνεται σε διάταξη κυλίνδρου - δύο εμβόλων με αποτέλεσμα την περιστροφή του στροφαλοφόρου άξονα. Το αέριο θερμαίνεται σε εναλλάκτη θερμότητας χωρίς να συμμετέχει στην καύση (κινητήρας εξωτερικής καύσης). Υπάρχουν ποικίλες διατάξεις κινητήρων, που περιγράφονται αναλυτικά στη βιβλιογραφία.

Αρχικά, η έρευνα και ανάπτυξη είχε ως αντικείμενο κινητήρες ισχύος 3-100 kW, κατάλληλους για αυτοκίνητα. Η προσπάθεια στράφηκε κατόπιν και προς κινητήρες ισχύος μέχρι 1-1,5 MW με αναμενόμενη διάρκεια ζωής της τάξεως των 20 ετών. Χάρη στην εξωτερική καύση και τον κλειστό κύκλο λειτουργίας, τα κινούμενα μέρη του κινητήρα δεν εκτίθενται στα προϊόντα της καύσης με αποτέλεσμα οι φθορές να είναι περιορισμένες Όμως, απαιτούνται στεγανωτικές διατάξεις για την αποφυγή διαρροών τόσο του αερίου υψηλής πίεσης προς το εξωτερικό του κυλίνδρου όσο και του λιπαντικού λαδιού προς το εσωτερικό του κυλίνδρου. Η κατασκευή αποτελεσματικών διατάξεων με ικανοποιητική διάρκεια ζωής είναι ένα από τα προβλήματα που πρέπει να αντιμετωπισθούν.

Η εξωτερική καύση στις μηχανές Stirling επιτρέπει τη χρήση διαφόρων καυσίμων: υγρά ή αέρια καύσιμα, άνθρακας, αέρια ή υγρά προερχόμενα από άνθρακα, καύσιμα προερχόμενα από βιομάζα, ακόμη και απορρίμματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν. Επιπλέον, είναι δυνατή η αλλαγή καυσίμου χωρίς διακοπή της λειτουργίας ή μετατροπή των ρυθμίσεων του κινητήρα. Χάρη στην ευελιξία τους, οι μηχανές Stirling μπορούν επίσης να αποτελέσουν στοιχεία ηλιακών ή πυρηνικών σταθμών ηλεκτροπαραγωγής ή συμπαραγωγής.

## *3.10 Μικροτουρμπίνες*




***<u>ΜΙΚΡΟ-ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΚΑΙ ΨΥΞΗΣ</u>***

ΠΗΓΗ ΕΙΚΟΝΑΣ :
http://www.siemens.com/press/en/presspicture/?press=/en/presspicture/pictures-photonews/2009/pn200901.php

Οι μικροτουρμπίνες (ΜΤ) είναι μικροί αεροστρόβιλοι με ισχύεις από 25 – 300 kW. Συνήθως ο συμπιεστής τους είναι μονής βαθμίδας με ταχύτητες περιστροφής πάνω από 90.000 στρ./λεπτό. Μερικά μοντέλα με διβάθμιους συμπιεστές έχουν χαμηλότερη ταχύτητα περιστροφής. Οι περισσότερες μικροτουρμπίνες είναι σήμερα σχεδιασμένες για κύριες μηχανές παραγωγής (primemovers) και κάνουν χρήση προθερμαντήρα αέρα καύσης για την επίτευξη υψηλών αποδόσεων. Οι μικροτουρμπίνες χωρίς χρήση προθέρμανσης του αέρα καύσης αν και παρουσιάζουν μικρότερο βαθμό ηλεκτρικής απόδοσης παράγουν υψηλότερης θερμοκρασίας καυσαέρια και γίνονται έτσι κατάλληλες για βιομηχανικές εφαρμογές.

Οι μικροτουρμπίνες χωρίζονται σε δυο γενικές κατηγορίες:

1.Στις μικροτουρμπίνες που ανακτούν την θερμότητα απο το καυσαέριο ώστε να ωθήσουν την θερμοκρασία καύσης και να αυξήσουν την αποδοτηκότητα

2.Στις μικροτουρμπίνες απλού κύκλου που έχουν χαμηλή αποδοτικότητα αλλα χαμηλά κόστη.

Οι μικροτουρμπίνες σε σχέση με τις ΜΕΚ έχουν σχετικά μικρό κόστος αρχικής εγκατάστασης, χαμηλότερες εκπομπές, υψηλότερη αποκομιδή θερμότητας, μικρότερη ανάγκη συντηρήσεως αλλά χαμηλότερο βαθμό ηλεκτρικής απόδοσης, της τάξης 28-30%. Όταν το καύσιμο που θα χρησιμοποιηθεί είναι αέριο όπως φυσικό αέριο, προπάνιο, αέριο ΧΥΤΑ και αέριο αναερόβιας εγκατάστασης επεξεργασίας λυμάτων πρέπει να συμπιεστεί. Η συνήθης συμπίεση ανέρχεται στο ύψος των 5 – 6.0 bar. Η ανάγκη συμπίεσης του αέριου καυσίμου αποτελεί το μεγαλύτερο.παρασιτικό φορτίο αυτής της μονάδας. Μονάδες ΜΤ έχουν εγκατασταθεί σε εφαρμογές σε βιολογικούς καθαρισμούς [i] και σε μία τέτοια περίπτωση μπορούν να θεωρηθούν μονάδες ΑΠΕ.

### 3.10.1 Πλεονεκτήματα

1.Πολύ χαμηλή εκπομπή καυσαερίων που περιέχουν λιγότερα απο 9 εκατομμυριοστά οξείδια του νατρίου.

2.Η ποικιλία πιθανών καυσίμων. Μπορούν να χρησιμοποιήσουν απόβλητα πετρελαίου ή φυσικού αερίου σαν καύσιμο καταστρεύοντας ουσιαστικά αέριους ρύπους του θερμοκηπίου και τη δημιουργεία ηλεκτρικής ενέργειας σε περιοχές απομακρυσμένες όπου δεν υπάρχει ηλεκτρικό δίκτυο.

## *3.11 Κυψέλες καυσίμου*

### 3.11.1 ΟΡΙΣΜΟΣ

Η κυψέλη καυσίμου (fuelcell)* είναι μια ηλεκτροχημική συσκευή που μετατρέπει τη χημική ενέργεια του καυσίμου σε ηλεκτρισμό χωρίς τη μεσολάβηση της καύσης.

Ο αγγλικός όρος "fuelcell" έχει αποδοθεί στα ελληνικά με τους όρους "στοιχείο καυσίμου" και (σπανιότερα) "κελλίο καυσίμου" χωρίς κανείς από τους δύο να θεωρείται ιδιαίτερα ικανοποιητικός. Προτείνεται εδώ η ονομασία "κυψέλη καυσίμου" που είναι πιο παραστατική για τη συσκευή αυτή.

Πληροφοριακά να αναφέρουμε πως η πρώτη κυψέλη καυσίμων φτιάχτηκε το 1839 από τον SirWilliamGrove, έναν Ουαλλέζο δικαστή και πειραματικό επιστήμονα. Όμως σοβαρό ενδιαφέρον για τη κυψέλη καυσίμων ως πρακτική γεννήτρια δεν άρχισε παρά μόνο τη δεκαετία του '60, όταν επέλεξε το διαστημικό πρόγραμμα των ΗΠΑ τις κυψέλες καυσίμων. Οι κυψέλες καυσίμων εφοδίασαν με ενέργεια το διαστημικό σκάφος Gemini και Apollo, και παρείχαν ακόμα ηλεκτρική ενέργεια και νερό για το Διαστημικό Λεωφορείο.

### 3.11.2 Αρχή Λειτουργίας

Οι κυψέλες καυσίμων λειτουργούν παρόμοια με μια μπαταρία. Μπορούν να ταξινομηθούν βάσει του τύπου του ηλεκτρολύτη τον οποίο χρησιμοποιούν. Στη βασική της μορφή, λειτουργεί ως εξής: υδρογόνο και οξυγόνο αντιδρούν με την παρουσία

ηλεκτρολύτη και παράγουν νερό, ενώ ταυτόχρονα αναπτύσσεται ένα ηλεκτροχημικό δυναμικό που προκαλεί ροή ηλεκτρικού ρεύματος στο εξωτερικό κύκλωμα (φορτίο). Καθώς η αντίδραση είναι εξώθερμη, παράγεται θερμότητα που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ωφέλιμα.Το απαιτούμενο υδρογόνο παράγεται από ορυκτά καύσιμα και συνήθως μεθάνιο (CH4) που αποτελεί το κύριο συστατικό του φυσικού αερίου. Ορισμένοι τύποι κυψελών μπορούν να λειτουργήσουν επίσης και με μονοξείδιο του άνθρακα ή υδρογονάνθρακες.

Το πιο γνωστό είδος είναι η κυψέλη καυσίμου με μεμβράνη ανταλλαγής πρωτονίου (PEM). Η δομή και η αρχή λειτουργίας του αντιπροσωπευτικού αυτού τύπου κυψέλης καυσίμου έχει ως εξής:

Δύο ηλεκτρόδια διαχωρίζονται από μία μεμβράνη η οποία έχει το ρόλο του ηλεκτρολύτη. Μεταξύ αυτής της πολυμερισμένης μεμβράνης και των ηλεκτροδίων υπάρχει ένα στρώμα καταλύτη. Αργότερα θα μελετήσουμε τα μέρη μιας κυψέλης αναλυτικότερα. Συνοπτικά, η διαδικασία παραγωγής ηλεκτρισμού περιγράφεται από τα παρακάτω επιμέρους στάδια.

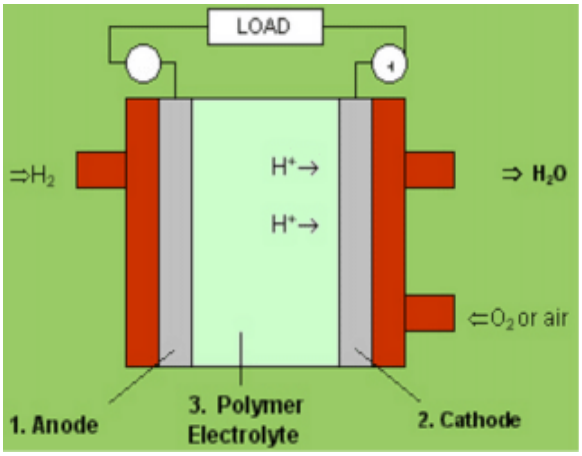
Το υδρογόνο τροφοδοτεί την άνοδο της κυψέλης, το αρνητικό ηλεκτρόδιο, το οποίο ερχόμενο σε επαφή με τον καταλύτη διαχωρίζεται σε θετικά φορτισμένα ιόντα υδρογόνου και ηλεκτρόνια. Η άνοδος και ο καταλύτης είναι τέτοιας κατασκευής ώστε η διάχυση των ατόμων του υδρογόνου να γίνεται με ομογενή τρόπο. Τα ηλεκτρόνια τα οποία απελευθερωθήκαν μεταφέρονται μέσω εξωτερικού ηλεκτρικού κυκλώματος προς την άνοδο δημιουργώντας ηλεκτρισμό αφού η μεμβράνη αποτρέπει τη διέλευση τους μέσω αυτής. Για αυτό το λόγο άνοδος και καταλύτης διαλέγονται αγώγιμα υλικά.

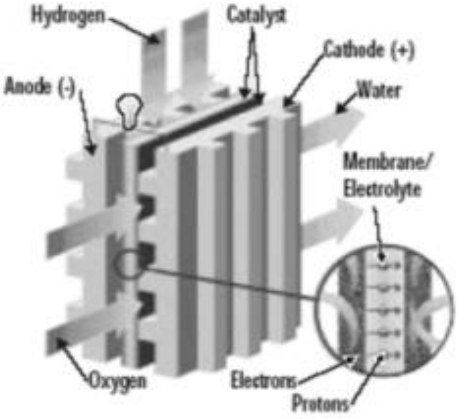
Τα θετικά φορτισμένα ιόντα του υδρογόνου (στην ουσία αναφερόμαστε σε μεμονωμένα πρωτόνια) διαπερνούν τη μεμβράνη και ενώνονται με το οξυγόνου το οποίο τροφοδοτεί την κάθοδο, το θετικά φορτισμένο ηλεκτρόδιο, και παράγεται νερό. Όπως και πριν, την ομογενή διάχυση του οξυγόνου στον καταλύτη εξασφαλίζει η κατασκευή του ηλεκτροδίου. Ο καταλύτης αναλαμβάνει την επιτάχυνση της δημιουργίας του νερού από τα συστατικά του.

Στο σχηματισμό του νερού συμμετέχουν εκτός των μορίων του οξυγόνου και των ιόντων του υδρογόνου, τα ηλεκτρόνια τα οποία διοχετεύτηκαν μέσω του εξωτερικού ηλεκτρικού κυκλώματος στην κάθοδο, στην αρχή της διαδικασίας.Τα δύο στρώματα (στηριζόμενου) καταλύτη χρησιμεύουν στην αύξηση της ταχύτητας των αντιδράσεων διάσπασης του μορίου του υδρογόνου και της ένωσης υδρογόνου οξυγόνου για τη δημιουργία νερού, στην άνοδο και στην κάθοδο αντίστοιχα.

Συνήθως αποτελείται από ένα πολύ λεπτό στρώμα λευκόχρυσου (Pt) πάνω σε επιφάνεια άνθρακα. Το στρώμα αυτό είναι και το μέρος του καταλύτη το οποίο βρίσκεται σε επαφή με τη μεμβράνη. Ο καταλύτης είναι τραχύς και πορώδης ώστε να μεγιστοποιεί η εκτεθειμένη επιφάνεια του.

Τα κυριότερα μέρη της κυψέλης καυσίμου καθώς και μία ιδέα του τρόπου λειτουργίας τους παρουσιάζονται στα παρακάτω σχήματα.




Οι χημικές αντιδράσεις οι οποίες χαρακτηρίζουν τα παραπάνω βήματα, συνοψίζονται παρακάτω.

Στην άνοδο:

$$2H_2 \rightarrow 4H^+$$

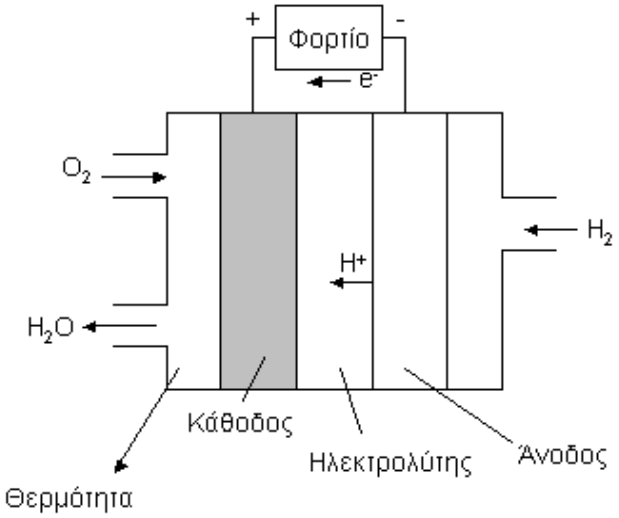
Στην κάθοδο:

$$O_2 + 4H^+ + 4e^- \rightarrow 2H_2O$$

Ολική αντίδραση:

$$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$$

**Οι παραπάνω αντιδράσεις σε μία απλή κυψέλη καυσίμου παράγει περίπου στα 0,7 Volts . Προκειμένου να παραχθούν μεγαλύτερες (και πρακτικά αξιοποιήσιμες) τάσεις, χρησιμοποιούνται περισσότερες κυψέλες σε σειρά (fuelcellstack).**




### 3.11.3 Τεχνολογίες Κυψελών καυσίμων

Οι τεχνολογίες κυψελών κυσίμων χωρίζονται σε :

· πολυμερών ηλεκτρολυτών (PEMFC).

· φωσφορικού οξέος (PAFC),

· τήγματος ανθρακικών αλάτων (MCFC),

· στερεών οξειδίων (SOFC)

· Αλκαλικές (AFC)

· άμεσης μεθανόλης (DMFC)

Οι τεχνολογίες αυτές είναι σε διαρκή εξέλιξη για τη βελτίωση των χαρακτηριστικών τους, τη μείωση του κόστους τους, αλλά και την ασφαλή αποθήκευση και μεταφορά του $H_2$ που χρησιμοποιούν [], με τις 4 πρώτες να έχουν περισσότερες εφαρμογές στον τομέα της Διεσπαρμένης παραγωγής.

Τα γενικά τυπικά χαρακτηριστικά αυτών των μονάδων συνοψίζονται στον Πιν3.4.

Πιν.3.4 Σύνοψη των κυριότερων τεχνολογιών κυψελών καυσίμου [,,]

| | **AFC** | **PEMFC** | **DMFC** | **PAFC** | **MCFC** | **SOFC** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Ηλεκτρολύτης** | Υδροξείδιο του καλίου | Πολυμερές | Πολυμερές | Φωσφορικό Οξύ | Μίγμα Ανθρακικών Αλκαλίων | Σταθεροποιημένο ζιρκόνιο |
| **Θερμοκρασία Λειτουργίας (°C)** | 60-90 | 70-100 | 90 | 150-220 | 600-700 | 650-1000 |
| **θερμότητα από Συμπαραγωγή** | Καθόλου | Χαμηλής ποιότητας | Καθόλου | Αποδεκτή για πολλές εφαρμογές | Υψηλή | Υψηλή |
| **Βαθμός Απόδοσης** | 50-70**%** | 40-50**%** | 25-40**%** | 40-45**%** | 50-60% | 50-60% |
| **Καύσιμο** | $H_2$.<br>Απαραίτητη η απομάκρυνση του $CO_2$, από τα αέρια της ανόδου και της καθόδου. | $H_2$<br>Αν αυτό προέρχεται απόαναμόρφωση, ηπεριεκτικότητα σε CO να είναι CO<10ppm | Διάλυμα νερού/μεθανόλης | $H_2$<br>Και από αναμόρφωση | $H_2$,CO, φυσικό αέριο | $H_2$,CO, φυσικό αέριο |
| **Ισχύς** | Μέχρι 20kW | Μέχρι 250kW | <10kW | >50kW | >1MW | >200kW |
| **Εφαρμογές** | Μικρές μονάδες. Χρήση σε διαστημικές εφαρμογές. | Οικιακή και εμπορική παραγωγή<br>Συστήματα κίνησης οχημάτων | Φορητές συσκευές | Εμπορική παραγωγή.<br>Μεγάλα οχήματα (λεωφορεία) | Εμπορική και βιομηχανική παραγωγή. Μονάδες μεγάλης ισχύος (MW) | Οικιακή, εμπορική και βιομηχανική παραγωγή (μεγάλη ισχύς). |

### 3.11.4 Διασύνδεση Κυψελών Καυσίμου με δίκτυο

*Για τη διασύνδεση στο δίκτυο χρειάζεστε αντιστροφέα γιατί παράγουν DC.*

Το μοντέλο του inverter είναι ο SMA HYDRO Boy 1524HF . Τα χαρακτηριστηκά του είναι τα εξής:

**Inverter SMA Hydro Boy 1524HF**



| **Ηλεκτρικά Δεδομένα** | |
|---|---|
| **Μοντέλο:** | SMA Hydro Boy 1524 HF |
| **Μέγιστη ισχύς εισόδου DC:** | 1500 W |
| **Μέγιστη Τάση Εισόδου:** | 70 V |
| **Ρεύμα εισόδου / ανά στοιχειοσειρά:** | 60 A |
| **Μέγιστη ισχύς εξόδου AC:** | 1150 W |
| **Έξοδος τάσης AC:** | 220V - 240V / 184V - 264V |
| **Μέγιστη απόδοση:** | >92 % |
| **Διαστάσεις:** | 444 × 160 × 454 mm |
| **Βάρος:** | 15 kg |

### 3.11.5 Πλεονεκτήματα-μειονεκτήματα

Οι κυψέλες καυσίμου είναι κατάλληλες για συμπαραγωγή στο βιομηχανικό και εμπορικό-κτιριακό τομέα (ιδιαίτερα σε συνδυασμό με το φυσικό αέριο). Κύρια πλεονεκτήματά τους είναι τα ακόλουθα:

· Αρθρωτή (modular) δομή, που διευκολύνει την κατασκευή μονάδων με την επιθυμητή ισχύ,

· Διατήρηση υψηλού ηλεκτρικού βαθμού απόδοσης ακόμη και σε μερικό φορτίο (δηλ. φορτίο μικρότερο του ονομαστικού),

· Ευκολία αυτοματισμού,

· Χαμηλές εκπομπές ρύπων,

· Χαμηλή στάθμη θορύβου.

Χάρη στον υψηλό βαθμό απόδοσης και τα καθαρά καύσιμα(υδρογόνο) που χρησιμοποιούνταιοι εκπομπές CO2 και SO2 είναι κατά 10-100 φορές χαμηλότερες από εκείνες άλλων συστημάτων. Ειδικότερα, επειδή οι θερμοκρασίες που αναπτύσσονται είναι σημαντικά μικρότερες από εκείνες της καύσης, οι εκπομπές NOx είναι μικρότερες κατά μία τάξη μεγέθους από τις εκπομπές των συστημάτων που στηρίζονται στην καύση. Η ένωση του $H_2$ με το οξυγόνο κατά την καύση είναι μία έντονα εξώθερμη αντίδραση με υπόπροϊόν νερό.Αυτή η διαδικασία δεν παράγει ρύπους και οι ποσότητες των ρύποι εξαρτώνται από τη μέθοδο παραγωγής του $H_2$. Οι χαμηλές εκπομπές ρύπων και η χαμηλή στάθμη θορύβου κάνουν τις κυψέλες καυσίμου πιο κατάλληλες από άλλα συστήματα για εγκατάσταση και λειτουργία σε κατοικημένες περιοχές και σε κτίρια όπως ξενοδοχεία, νοσοκομεία, κ.λ.π. Η πιο διαδεδομένη μέθοδος παραγωγής υδρογόνου είναι η κατάλληλη επεξεργασία του φυσικού αερίου (Reforming). Αν το υδρογόνο παράγεται με ηλεκτρόλυση νερού με τη βοήθεια ΑΠΕ τότε η εγκατάσταση μπορεί να θεωρηθεί ως εγκατάσταση ΑΠΕ. Γενικά παρουσιάζουν υψηλότερο βαθμό απόδοσης κατά 1/6 έως 1/3 από τις μονάδες ΜΕΚ με σαφώς μικρότερες εκπομπές ρύπων και σαφώς πιο αθόρυβη λειτουργία. Όμως η επισκευή τους απαιτεί περισσότερο εξειδικευμένο προσωπικό από εκείνο των παραδοσιακών τεχνολογιών που περιγράφηκαν παραπάνω και υπάρχει μεγαλύτερη ευαισθησία στην ποιότητα του καυσίμου.

**Μειονεκτήματα**, που εμποδίζουν προς το παρόν την πλατιά διάδοσή τους, είναι:

· Το υψηλό κόστος κατασκευής, και

· Η σχετικά μικρή διάρκεια ζωής.

Οι προσπάθειες για αντιμετώπιση των προβλημάτων αυτών συνεχίζονται με προγράμματα έρευνας και ανάπτυξης καθώς και με την κατασκευή επιδεικτικών μονάδων.

## *3.12 Micro-CHP*

Η Ευρωπαϊκή Οδηγία για τη Συμπαραγωγή (2004/8/EC) ορίζει ως μικρά συστήματα συμπαραγωγής, μονάδες με ηλεκτρική ισχύ μικρότερη των 50 kW.Τα μικρής κλίμακας συστήματα συμπαραγωγής χρησιμοποιούνται συνήθως ως συσκευές θέρμανσης παρέχοντας θέρμανση χώρων και ζεστού νερού χρήσης σε κατοικίες και εμπορικά κτίρια όπως και οι συμβατικοί λέβητες. Αντίθετα όμως με τους λέβητες, τα μικρής κλίμακας συστήματα συμπαραγωγής παράγουν ηλεκτρισμό μαζί με θερμότητα σε πολύ υψηλές αποδόσεις εξασφαλίζοντας εξοικονόμηση καυσίμου, μείωση εκπομπών αερίων θερμοκηπίου και μείωση του κόστους λειτουργίας. Οι περισσότερες μονάδες λειτουργούν παράλληλα με το δίκτυο, έτσι ώστε το κτίριο να καλύπτει τις ανάγκες του σε ηλεκτρισμό από το δίκτυο ηλεκτρικού ρεύματος, αλλά και ταυτόχρονα να πωλεί στο δίκτυο, το ηλεκτρικό ρεύμα που παράγει. Η θερμότητα από τα μικρής κλίμακας συστήματα συμπαραγωγής χρησιμοποιείται είτε για θέρμανση χώρων και νερού, είτε (πιθανόν) για κλιματισμό. Τα συστήματα αυτά έχουν δυνατότητα χρήσης και στα καταλύματα. Ως «καταλύματα» ορίζονται μικρά ξενοδοχεία στην εξοχή, απομονωμένα καταφύγια, εξοχικές κατοικίες για την καλοκαιρινή περίοδο, καταφύγια, μικρά κάστρα και μοναστήρια

Ως ΣΗΘΥΑ χαρακτηρίζεται η συμπαραγωγή που εξασφαλίζει εξοικονόμηση.

πρωτογενούς ενέργειας σε ποσοστό τουλάχιστον 10%, σε σχέση με τη θερμική και ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται στο πλαίσιο διακριτών διαδικασιών, καθώς και η παραγωγή από Μονάδες Συμπαραγωγής Μικρής και Πολύ Μικρής Κλίμακας που εξασφαλίζει εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας,, ανεξάρτητα από το ποσοστό εξοικονόμησης.

### 3.12.1 Τεχνολογίες και καύσιμα που χρησιμοποιούνται σε μικρής κλίμακας συστήματα συμπαραγωγής

Ένα βασικό χαρακτηριστικό των μικρών σε κλίμακα συστημάτων συμπαραγωγής είναι η ευκολία εγκατάστασης και χρήσης. Παραδίδονται έτοιμα για λειτουργία σε ηχομονωτικό κέλυφος μεγέθους παραπλήσιο με ένα κοινό λέβητα και το μόνο που χρειάζονται είναι συνδέσεις για νερό, ηλεκτρισμό και καύσιμο. Διάφορες συμβατικές και μη τεχνολογίες έχουν αναπτυχθεί για εφαρμογή σε μικρής κλίμακας συστήματα συμπαραγωγής. Ενώ τα παλινδρομικάσυστήματα είναι ήδη εμπορικά, οι μηχανέςStirling, οι μικρο-στρόβιλοι αερίουκαι τα συστήματα ORC (OrganicRankineCycle Systems) πρόκειται να δοθούν σύντομα στην αγορά, αφού υπάρχει ένας σημαντικός αριθμός επιτυχημένων επιδεικτικών έργων σε διάφορες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, όπως η Αυστρία. Κυψέλες καυσίμου (πολυμερούς ηλεκτρολύτη και στερεού οξειδίου καυσίμου)είναι ακόμα σε πειραματικό στάδιο, με κάποιο αριθμό πιλοτικών εγκαταστάσεων .Μέχρι τώρα, η χρήση των συμβατικών καυσίμων (φυσικό αέριο, υγραέριο, πετρέλαιο) είναι συνηθέστερη στα μικρής κλίμακας συστήματα συμπαραγωγής. Ωστόσο, τα τελευταία χρόνια διερευνάται η χρήση βιοντίζελ και κραμβέλαιου στις μηχανές ντίζελ. Η ανάπτυξη των συστημάτων συμπαραγωγής μικρής κλίμακας, παρουσιάζει σημαντικό ενδιαφέρον σε ευαίσθητες οικολογικά περιοχές ιδιαίτερα όταν γίνεται χρήση κραμβέλαιου ή βιοντίζελ, λόγω της εξαιρετικής βιο-αποικοδομισιμότητας και της χαμηλής τοξικότητάς τους.Τέτοιου είδους συστήματα, αφ’ ενός μεν, έχουν μεγάλη αποδοτικότητα, αφετέρου δε, δεν παράγουν απευ-θείας ρύπους (εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα) συμβάλλοντας έτσι στην εξασφάλιση αειφόρου ενέργειας.

Για τους λόγους αυτούς αρκετά καταφύγια κάνουν χρήση συστημάτων μικρής κλίμακας συμπαραγωγής με κραμβέλαιο/ βιοντίζελ.Επίσης, αρκετές εταιρείες επιχειρούν την κατασκευή κινητήρων από συσσωματώματα ξύλου (pellets) και από ηλιακούς συλλέκτες. Ωστόσο, τα συστήματα που κατασκευάζουν αυτές οι εταιρείες είναι ακόμα σε πιλοτικό στάδιο.Οι εφαρμογές ψύξης, που βασίζονται σε μικρής κλίμακας συστήματα συμπαραγωγής και συστήματα απορρόφησης, χρήζουν ευρύτερης διερεύνησης, ώστε τελικά να γίνουν γνωστές στις ανταγωνιστικές

### 3.12.2 Τρόποι λειτουργίας των συστημάτων συμπαραγωγής μικρής κλίμακας(micro – CHP)

Τα μικρής κλίμακας συστήματα συμπαραγωγής εγκαθίστανται όπως ακριβώς και ένας σύγχρονος λέβητας. Για παράδειγμα, τοποθετούνται σε κουζίνες ή σε υπόγεια μέσα σε δοχεία που προσομοιάζουν καταψύκτη, με το ίδιο επίπεδο θορύβου και τον ίδιο όγκο. Η συντήρησή τους είναι απλή, π.χ. ένα micro-CHP σύστημα γνωστής εταιρείας χρειάζεται συντήρηση κάθε 3.500 ώρες λειτουργίας.

Ανάλογα με τις ανάγκες που πρέπει να καλύψουν, τα micro – CHP’s μπορούν να λειτουργούν με διαφορετικούς τρόπους:

### 3.12.3 Έχοντας ως κύρια λειτουργία την παραγωγή θερμότητας

Η ελεγχόμενη μεταβλητή για την λειτουργία των micro – CHP’s για παραγωγή θερμότητας, είναι πάντα οι απαιτήσεις σε θέρμανση. Ο παραγόμενος ηλεκτρισμός θεωρείται παραπροϊόν της διαδικασίας και προορίζεται για ιδία χρήση ή για τροφοδότηση του δικτύου. Τα μικρής κλίμακας συστήματα συμπαραγωγής μπορούν να ενισχύονται από επιπρόσθετους λέβητες με σκοπό την κάλυψη της απαιτούμενης θερμότητας.

### 3.12.4 Έχοντας ως κύρια λειτουργία την παραγωγή ηλεκτρισμού

Η ελεγχόμενη μεταβλητή για την λειτουργία των micro – CHP’s, για παραγωγή ηλεκτρισμού, είναι πάντα οι απαιτήσεις σε ηλεκτρική ενέργεια. Η λειτουργία τους γίνεται:

### 3.12.5 Παράλληλα με το ηλεκτρικό δίκτυο.

Τα micro – CHP’σπρομηθεύουν τους καταναλωτές ενέργεια μέχρι να φτάσουν τη μέγιστη αποδιδόμενη ηλεκτρική ενέργεια ενώ οι υπόλοιπες ανάγκες καλύπτονται από το ηλεκτρικό δίκτυο.

### 3.12.6 Ανεξάρτητα για την κάλυψη των αναγκών των καταναλωτών

(πολύ συχνά σε συνδυασμό με συστοιχία μπαταριών).

### 3.12.7 Εφεδρικά.

Η θερμική ενέργεια, η οποία παράγεται ταυτόχρονα από micro – CHP’s θα πρέπει να χρησιμοποιείται όσο το δυνατόν καλύτερα σε κατάλληλες δεξαμενές αποθήκευσης θερμότητας ή άλλες μονάδες αποθήκευσης θερμότητας.

### 3.12.8 Έχοντας ως κύρια λειτουργία τη Συνδυασμένη Παραγωγή Θερμότητας και Ηλεκτρισμού

Είναι πιθανή η εφαρμογή συνδυασμένων τρόπων λειτουργίας, όπως για παράδειγμα:1. Κίνηση με θερμότητα, λαμβάνοντας υπόψη την αιχμή του φορτίου.2. Μέγιστη ηλεκτρική ενέργεια και/ή ζήτηση σε θερμότητα.3. Ελάχιστη ηλεκτρική ενέργεια και /ή ζήτηση σε θερμότητα.Ο διαφορετικός τρόπος λειτουργίας τους επιτυγχάνεται μέσω ενός συστήματος διαχείρισης ενέργειας, το οποίο επιλέγει τη βέλτιστη λειτουργία για τις συγκεκριμένες ανάγκες

### 3.12.9 Η αγορά

Η κύρια αγορά των μικρής κλίμακας συστημάτων συμπαραγωγής είναι τα μικράκαταλύματα και ξενοδοχεία για την αντικατάσταση συμβατικής θέρμανσης.Πέραν των 15 κρατών μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης, υπάρχει δυναμικό για περισσότερο από 50 εκατ. εγκαταστάσεις. Οι αγορές «κλειδιά» είναι η Γερμανία , το Ην. Βασίλειο, η Ολλανδία, η Αυστρία, το Βέλγιο, η Ιταλία, και η Γαλλία.

## *3.13 Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα Micro-CHP*

| **ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ** | **ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ** |
|---|---|
| Ασφαλής και αξιόπιστη παροχή ενέργειας : Σε περίπτωση blackout τα CHP συστήματα θα συνεχίσουν να παράγουν ηλεκτρισμό | Μεγάλος χρόνος απόσβεσης : Ο χρόνος απόσβεσης είναι από 7 έως 15 χρόνια και εξαρτάται από τη πώληση ηλεκτρισμού στο δίκτυο |
| Μείωση ενεργειακών κόστων: τα CHP συστήματα παρέχουν 15% έως 40% εξοικονόμηση ενέργειας με λιγότερο καύσιμο | Δεν είναι 100% ΑΠΕ: Ωστόσο υπάρχουν συστήματα στην αγορά που χρησιμοποιούν βιομάζα |
| Υψηλή απόδοση: Παρέχουν περισσότερη θέρμανση και ηλεκτρισμό από τα παραδοσιακά ενεργειακά συστήματα | Εποχιακές διακυμάνσεις : Υπάρχει περίπτωση απότομης αύξησης της θερμοκρασίας την καλοκαιρινή περίοδο |
| Βοηθά στη διάσωση του περιβάλλοντος | |

## *3.14 Συγκριτική Σύνοψη*

| **ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ CHP** | | | |
|---|---|---|---|
| **ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ** | **ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ** | **ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ** | **ΜΕΓΕΘΗ** |
| **ΑΕΡΙΟΣΤΡΟΒΙΛΟΙ** | *Υψηλή αξιοπιστία. Χαμηλές εκπομπές ρύπων. Υψηλός βαθμός θερμότητας Δεν απαιτείται ψύξη* | *Απαίτηση αερίου υψηλής πίεσης Κακή απόδοση στις χαμηλές φόρτωσεις. Η έξόδος μειώνεται όσο η θερμοκρασία περιβάλλοντος ανεβαίνει* | 500 kW to 250 MW |
| **ΜΙΚΡΟΤΟΥΡΜΠΙΝΕΣ** | *Μικρός αριθμός των κινούμενων μερών. Συμπαγές μέγεθος και μικρό βάρος. Χαμηλές εκπομπές ρύπων. Δεν απαιτείται ψύξη* | *Το υψηλό κόστος. Σχετικά χαμηλή μηχανική αποδοτικότητα. Περιορίζεται σε χαμηλότερη θερμοκρασία εφαρμογές συμπαραγωγής.* | 30 kW to 250 kW |
| **(ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΙΚΟΣ ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ)** | *Υψηλή ενεργειακή απόδοση με μερικό φορτίο λειτουργική ευελιξία. Γρήγορη εκκίνηση.*<br><br>*Σχετικά χαμηλό κόστος επένδυσης. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε λειτουργία νησί και να έχει καλο φορτίο .*<br><br>*Μπορεί να αναθεωρηθούν επί τόπου με κανονικές επιχειρήσεις.*<br><br>*Λειτουργία με χαμηλή πίεση του αερίου.* | *Το υψηλό κόστος συντήρησης. Περιορίζεται σε χαμηλότερη θερμοκρασία εφαρμογές συμπαραγωγής. Σχετικά υψηλές εκπομπές ρυπων. Πρέπει να ψύχεται ακόμα και αν ανακτηθεί θερμότητα που δεν χρησιμοποιείται.*<br><br>*Τα υψηλά επίπεδα θορύβου χαμηλής συχνότητας.* | < 5 MW in DG applications |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **ΑΝΑΦΛΕΞΗ ΑΠΟ ΣΥΜΠΙΕΣΗ**<br><br>**(ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΙΚΟΣ ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ)** | *Υψηλή ενεργειακή απόδοση με μερικό φορτίο λειτουργική ευελιξία. Γρήγορη εκκίνηση.*<br><br>*Σχετικά χαμηλό κόστος επένδυσης. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε λειτουργία νησί και να έχει καλο φορτίο .*<br><br>*Μπορεί να αναθεωρηθούν επί τόπου με κανονικές επιχειρήσεις.*<br><br>*Λειτουργία με χαμηλή πίεση του αερίου.* | *Το υψηλό κόστος συντήρησης. Περιορίζεται σε χαμηλότερη θερμοκρασία εφαρμογές συμπαραγωγής. Σχετικά υψηλές εκπομπές ρυπων. Πρέπει να ψύχεται ακόμα και αν ανακτηθεί θερμότητα που δεν χρησιμοποιείται.*<br><br>*Τα υψηλά επίπεδα θορύβου χαμηλής συχνότητας.* | High speed<br><br>(1,200 RPM)<br><br>=4MW<br><br>\ Low speed<br><br>(102-514<br><br>RPM) 4-75<br><br>MW |
| **ΑΤΜΟΣΤΡΟΒΙΛΟΣ** | *Υψηλή συνολική απόδοση. Κάθε είδος του καυσίμου μπορεί να χρησιμοποιηθεί.*<br><br>*Μεγάλη διάρκεια ζωής και υψηλή αξιοπιστία.* | *Αργήεκκίνηση.*<br><br>*Low heat ratio.* | 50 kW to 250<br><br>MW |
| **ΚΥΨΕΛΕΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ** | *Χαμηλές εκπομπές και χαμηλό θόρυβο. Υψηλή απόδοση σε εύρος φορτίου. Αρθρωτό σχεδιασμό.* | *Το υψηλό κόστος.*<br><br>*Χαμηλή αντοχή και πυκνότητα ισχύος.*<br><br>*Τα Καύσιμα απαιτούν την επεξεργασία, εκτός αν είναι καθαρό υδρογόνο που χρησιμοποιείται.* | 5 kW to 2<br><br>MW |

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΑΠΕ ΓΙΑ ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ

## *4.1 Ηλιακά Θερμικά Συστήματα Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας (CSP)*

Οι ηλιοθερμικές μονάδες εκμεταλλεύονται την ηλιακή ενέργεια για την παραγωγή θερμότητας. Ενώ δηλαδή στα φωτοβολταϊκά η ηλιακή ενέργεια χρησιμοποιείται για να παραχθεί απευθείας ηλεκτρική ενέργεια, μέσω του φωτοβολταϊκού φαινομένου, στα ηλιοθερμικά συστήματα η ενέργεια χρησιμοποιείται για την παραγωγή θερμότητας, που σε χαμηλή ή μέση θερμοκρασία χρησιμοποιούνται για τη θέρμανση πισινών ή την παραγωγή ζεστού νερού κλπ, ενώ σε υψηλή θερμοκρασία χρησιμοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Για την εγκατάσταση μεγάλης κλίμακας σταθμών απαιτείται μεγάλη ηλιοφάνεια και μεγάλες εκτάσεις**.** Υπάρχουν 4 κατηγορίες συστημάτων συγκέντρωσης ηλιακής ενέργειας (CSP):

· Συστήματα παραβολικών κατόπτρων (ParabolicTroughSystem)

· Συστήματα ηλιακού πύργου (Solar Power Tower System)

· Ηλιακοί δίσκοι (Dish Engine System)

· Ηλιακά αεροηλεκτρικά συστήματα (SolarAero-ElectricPower Plant)

### 4.1.1 Συστήματα παραβολικών κατόπτρων (ParabolicTroughSystem)

Οι παραβολικοί συλλέκτες (Εικόνα 3.6) χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος. Συνδυάζουν μεγάλη θερμική απόδοση και χαμηλό κόστος. Το κόστος επένδυσης ενός συστήματος παραβολικών κατόπτρων πλησιάζει τα 240 ευρώ ανά τετραγωνικό μέτρο.

Τα κύρια μέρη ενός παραβολικού ηλιακού συστήματος είναι (Εικόνα 3.5):

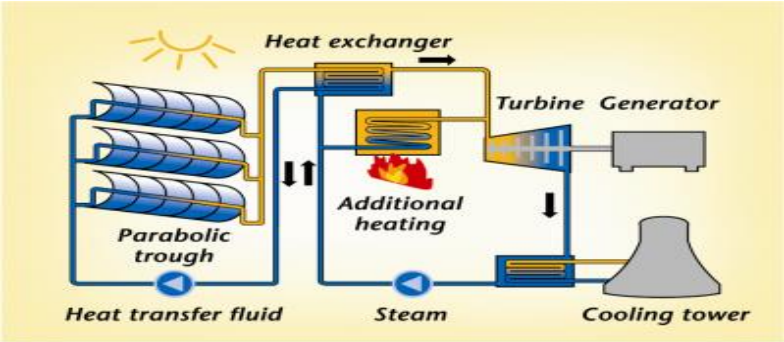
· Τα παραβολικά κάτοπτρα

· Οι σωλήνες μεταφοράς θερμότητας (HCE) που περιέχουν θερμο-απορροφητικό υλικό (HTF)

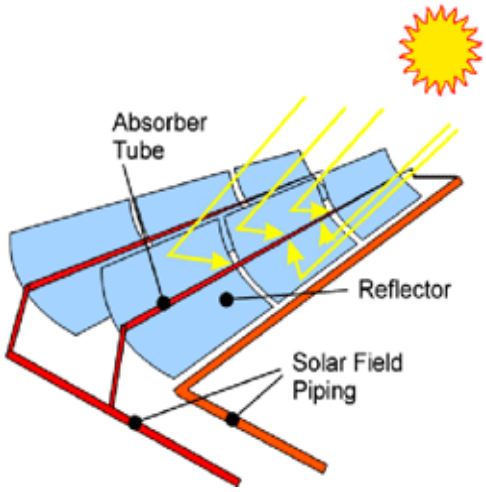
· Ο ατμοστρόβιλος-γεννήτρια

· Η μονάδα θερμικής αποθήκευσης (*αν υπάρχει*)(Εικόνα 3.7)

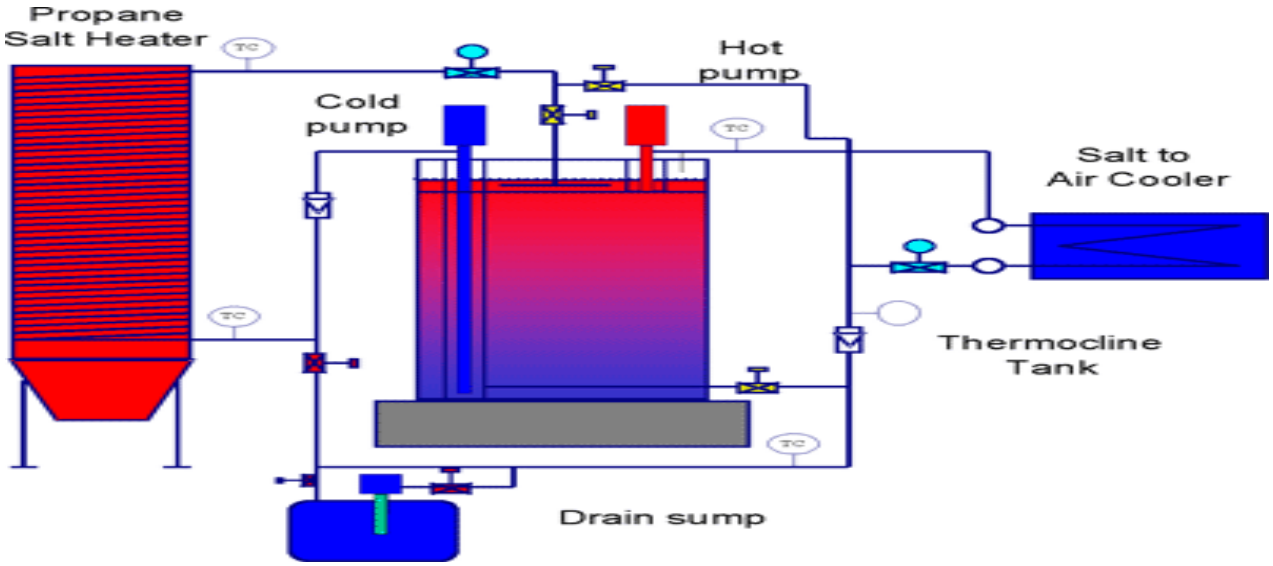
· Η τουρμπίνα φυσικού αερίου ή άλλου καυσίμου (*αν το εργοστάσιο έχει υβριδική λειτουργία*)




**Εικόνα 4.1 -** Μοντέλο λειτουργίας σταθμού ηλεκτροπαραγωγής παραβολικών κατόπτρων



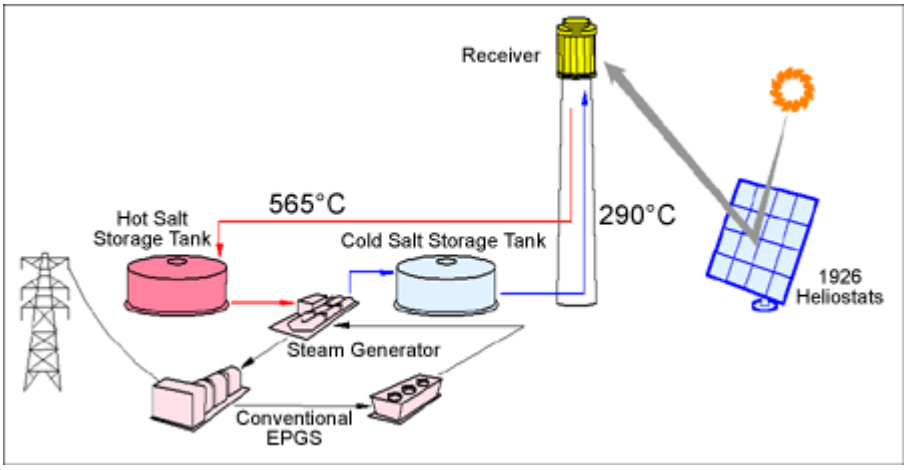

**Εικόνα 4.2 -** Αρχιτεκτονική παραβολικού συλλέκτη




**Εικόνα 4.3 -** Σύστημα θερμικής αποθήκευσης Thermocline

### 4.1.2 Συστήματα ηλιακού πύργου (SolarPowerTowerSystem)

Τα συστήματα ηλιακού πύργου (Εικόνα 3.8) παράγουν ηλεκτρική ενέργεια από την εστίαση της ηλιακής ακτινοβολίας σε έναν πύργο-εναλλάκτη θερμότητας(δέκτης). Το σύστημα χρησιμοποιεί εκατοντάδες κάτοπτρα (ηλιοστάτες) τα οποία αντικατοπτρίζουντο φως του ήλιου πάνω στο δέκτη. Στην παρακάτω εικόνα απεικονίζεται ένα σύστημα ηλιακού πύργου, το οποίο χρησιμοποιεί ως αποθηκευτικό μέσο της συλλεγόμενης θερμότητας του ηλιακού δέκτη, το λιωμένο άλας.



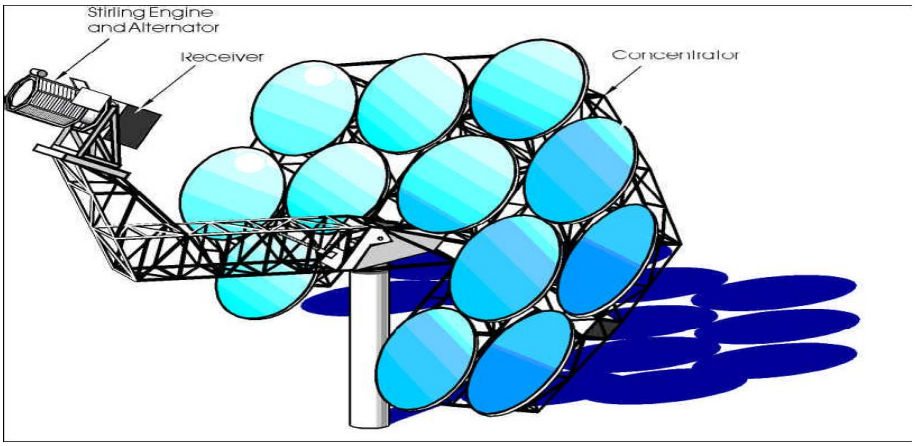

**Εικόνα 4.4 -** Μοντέλο λειτουργίας σταθμού ηλεκτροπαραγωγής ηλιακού πύργου

### 4.1.3 Ηλιακοί δίσκοι (Dish Engine System)

Τα συστήματα ηλιακών δίσκων μετατρέπουν την θερμική ενέργειατης ηλιακής ακτινοβολίας σε μηχανική ενέργεια και στη συνέχεια σε ηλεκτρική ενέργεια,με τον ίδιο σχεδόντρόπο που οι συμβατικές εγκαταστάσεις παραγωγής ενέργειας μετατρέπουν την θερμική ενέργεια σε ηλεκτρική ενέργεια. Όπως φαίνεται σιςν παρακάτω εικόνες (3.9 και 3.10), χρησιμοποιούνται μεγάλης κλίμακας ηλιακά κάτοπτρα με σκοπό να αντανακλούν και να συγκεντρώνουν την ηλιακή ακτινοβολία στον δέκτη προκειμένου να επιτευχθεί η απαραίτητη αύξηση θερμοκρασίας ώστε να μετατρέψει αποτελεσματικά την θερμότητα σε έργο.



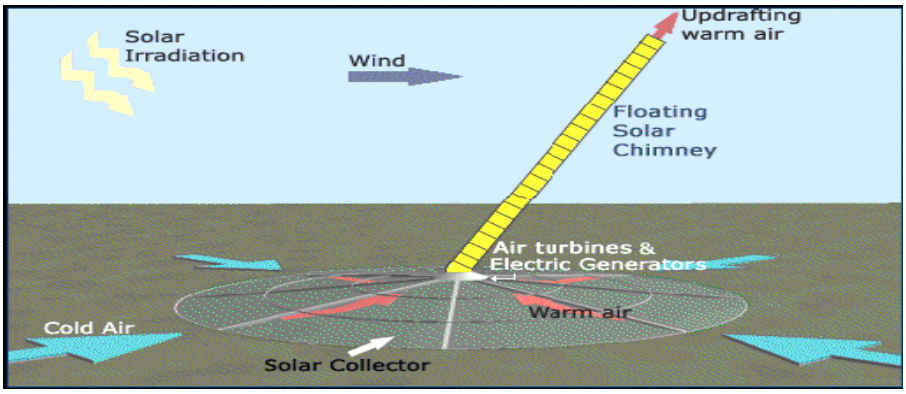
**Εικόνα 4.5-** Συστήματα ηλιακών παραβολικών δίσκων




**Εικόνα 4.6 -** Σχεδιάγραμμα συστήματος ηλιακών παραβολικών δίσκων

### 4.1.4 Ηλιακά αεροηλεκτρικά συστήματα (SolarAero-Electric PowerPlant)

Ένα ηλιακό αεροηλεκτρικό σύστημα (Εικόνα 3.11) αποτελείται από ένα κυκλικό συνήθως «θερμοκήπιο», με διάφανη οροφή που υψώνεται λίγα μέτρα πάνω από το έδαφος. Στο κέντρο της ηλιακής οροφής βρίσκεται μία αιωρούμενη ηλιακή καμινάδα και στην βάση της είναι τοποθετημένοι αεριοστρόβιλοι και ηλεκτρικές γεννήτριες.



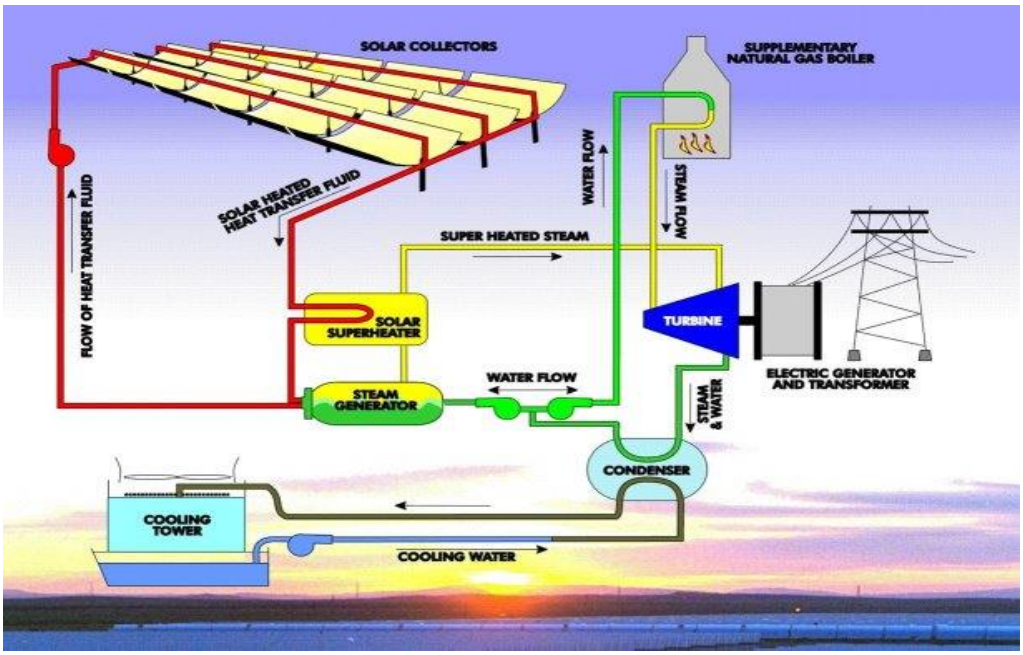

**Εικόνα 4.7 -** Ηλιακό αεροηλεκτρικό σύστημα

### 4.1.5 Υβριδική λειτουργία

Για την αύξηση της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας σε πολλά ηλιοθερμικά πάρκα επιλέγεται η λειτουργία τους να είναι υβριδική με την βοήθεια κάποιου ορυκτού καυσίμου (πχ φυσικό αέριο). Αυτό σημαίνει ότι εκτός από την διάταξη του εργοστασίου που περιγράψαμε παραπάνω (παραβολικά κάτοπτρα, σωληνώσεις μεταφοράς θερμικού υγρού, θερμική αποθήκευση, ατμοστρόβιλος-γεννήτρια) παρεμβάλλεται ένας καινούργιος τομέας στο εργοστάσιο ο οποίος περιλαμβάνει έναν καυστήρα-λέβητας που λειτουργεί με φυσικό αέριο (ή οποιοδήποτε άλλο καύσιμο) όπου θερμαίνει νερό σε πολύ

υψηλές θερμοκρασίες και παράγει ως έξοδο ατμό ο οποίος με την σειρά του κινεί τον ατμοστρόβιλο-γεννήτρια. Ο παραπάνω καυστήρας εννοείται πως είναι και αυτός συνδεδεμένος μέσω των σωληνώσεων μεταφοράς νερού από τους εναλλάκτες θερμότητας και τις δεξαμενές θερμικής αποθήκευσης (αν υπάρχουν) προς τον ατμοστρόβιλο (όπως φαίνεται και στο παρακάτω σχήμα).

Η νομοθεσία στην Ελλάδα για τις ΑΠΕ αναφέρει ρητά ότι οι ηλιοθερμικοί σταθμοίηλεκτροπαραγωγής και οι ηλιοθερμικοίσταθμοί ηλεκτροπαραγωγής με σύστημα αποθήκευσης το οποίο εξασφαλίζει τουλάχιστον 2 ώρες λειτουργίας στο ονομαστικό φορτίο επιτρέπεται να χρησιμοποιούν και ενέργεια που προέρχεται από φυσικό αέριο, LPG, βιοντήζελ ή άλλα βιοκαύσιμα, εφόσον η χρήση της ενέργειας αυτής κρίνεται αναγκαία για την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας. Η χρησιμοποιούμενη ενέργεια που προέρχεται από φυσικό αέριο, LPG ή ντήζελ δεν μπορεί να υπερβαίνει το 15% της συνολικής ενέργειας που παράγεται σε ετήσια βάση, από τις μονάδες αξιοποίησης της ηλιακής ενέργειας.




**Εικόνα 4.8-** Δομή λειτουργίας Υβριδικού Θερμοηλεκτρικού Σταθμού

### 4.1.6 Σύγκριση ηλιακών θερμικών συστημάτων

| **Πλεονεκτηματα** | **Μειονεκτηματα** |
|---|---|
| **Παραβολικά κάτοπτρα** | |
| Διαθέσιμα στο εμπόριο, πάνω από 12 δις kWh λειτουργικής εμπειρίας, θερμοκρασία λειτουργίας που φθάνει τους 500ο C<br><br>Ποσοστό ετήσιας καθαρής αποδοτικότητας εγκαταστάσεων 14%<br><br>Εμπορικά αποδεδειγμένα κόστη κεφαλαίου και λειτουργιών<br><br>Διαμορφωσιμότητα<br><br>Καλύτερος παράγοντας χρήσης γης<br><br>Χαμηλότερη ζήτηση υλικών<br><br>Αποδεδειγμένη υβριδική λειτουργία<br><br>Αποθηκευτική δυνατότητα | Η χρήση των βασισμένων στο λάδι μέσων μεταφοράς θερμότητας περιορίζει τις θερμοκρασίες λειτουργίας σε 400$^{ο}$ C, με συνέπεια τις μέτριες ιδιότητες του ατμού |
| **Ηλιακός πύργος** | |
| Καλές ενδιάμεσες προοπτικές για υψηλή αποδοτικότητα μετατροπής, θερμοκρασία λειτουργίας που ξεπερνά τους 1.000$^{ο}$ C<br><br>Αποθήκευση σε υψηλές θερμοκρασίες<br><br>Δυνατότητα υβριδικής λειτουργίας | Οι προβαλλόμενες ετήσιες τιμές απόδοσης, επένδυσης και το λειτουργικό κόστος χρειάζεται να αποδειχθεί σε εμπορικές χρήσεις |
| **Παραβολικός δίσκος** | |
| Υψηλή αποδοτικότητα μετατροπής ενέργειας ποσοστού 30%<br><br>Διαμορφωσιμότητα<br><br>Δυνατότητα υβριδικής λειτουργίας<br><br>Μπορούν να τοποθετηθούν διεσπαρμένα<br><br>Λειτουργική εμπειρία πρώτων προγραμμάτων επίδειξης | Χρειάζεται βελτίωση της αξιοπιστίας<br><br>Οι προβαλλόμενοι στόχοι δαπανών μαζικής παραγωγής αναμένεται ακόμη να επιτευχθούν |

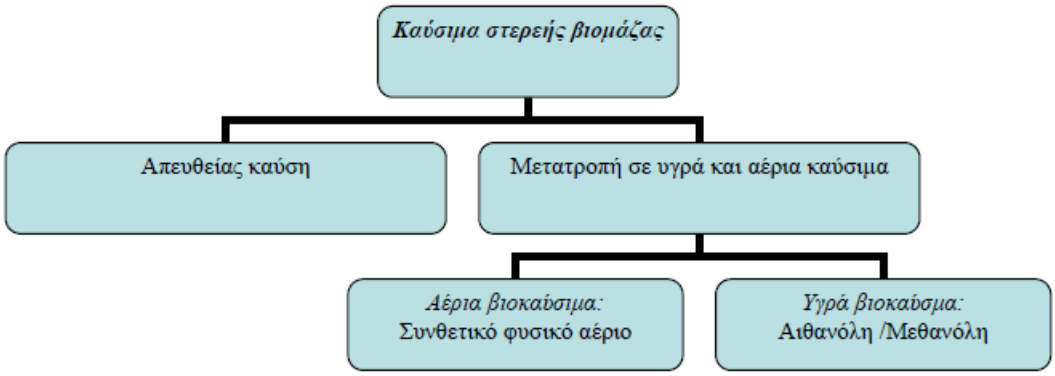
**Πίνακας 4.1 -** Παρουσίαση πλεονεκτημάτων και μειονεκτημάτων τεχνολογιών CSP

## *4.2 Χρήση της βιομάζας για τηλεθέρμανση και ΣΗΘ*

Η βιομάζα αποτελεί μία δεσμευμένη και αποθηκευμένη μορφή της ηλιακής ενέργειας και είναι αποτέλεσμα της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας των φυτικών οργανισμών. Κατ᾽ αυτήν, η χλωροφύλλη των φυτών μετασχηματίζει την ηλιακή ενέργεια με μια σειρά διεργασιών, χρησιμοποιώντας ως βασικές πρώτες ύλες διοξείδιο του άνθρακα από την ατμόσφαιρα καθώς και νερό και ανόργανα συστατικά από το έδαφος. Ηδιεργασία αυτή μπορεί να παρασταθεί σχηματικά ως εξής:

**Νερό + Διοξείδιο του άνθρακα + Ηλιακή ενέργεια (φωτόνια) + Ανόργανα στοιχεία ⇒ Βιομάζα + Οξυγόνο**

Από τη στιγμή που σχηματίζεται η βιομάζα, μπορεί πλέον κάλλιστα να χρησιμοποιηθεί ως πηγή ενέργειας.



# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 : ΤΗΛΕΘΕΡΜΑΝΣΗ

## *5.1 Ορισμός και συνιστώσες της τηλεθέρμανσης:*

Με τον όρο τηλεθέρμανση εννοείται η θέρμανση των κτιρίων όχι από ατομικό καυστήρα, αλλά από έναν κεντρικό, και διανομή του παραγόμενου θερμού νερού σε όλα τα κτίρια μιας πόλης ή ενός τμήματος μιας πόλης όπως χαρακτηριστικα παρουσιάζεται στην Εικόνα 1




Εικόνα 5-1

### 5.1.1 Συνιστώσες εγκατάστασης τηλεθέρμανσης

Μια τυπική εγκατασταση τηλεθέρμανσης αποτελείται :

- Από το κεντρικό αντλιοστάσιο
- Από το σταθμό παραγωγής θερμότητας που είναι εγκατεστημένος ο κεντρικός εξοπλισμός και εκεί υπάρχουν επίσης οι λέβητες, το σύστημα τροφοδοσίας καυσίμου, η καπνοδόχος, οι αντλίες κλπ.
- Από τον αγωγό μεταφοράς, που αρχίζει από το εργοστάσιο και τελειώνει στην αρχή της πόλης, η οποία δεν πρέπει να είναι σε απόσταση μεγαλύτερη των 30 km.
- Από τον αποσυμπιεστή, γιατί για να φτάσει το νερό στην πόλη έχει μεγάλη πίεση την οποία δεν θα μπορούσαν να αντέξουν οι σωλήνες των σπιτιών. Από το δίκτυο διανομής του θερμού νερού μέσα στην πόλη.

- Από το δίκτυο διανομής του θερμαινόμενου μέσου, το οποίο είναι θερμό ή υπέρθερμο νερό από το σταθμό παραγωγής θερμότητας προς τα θερμαινόμενα κτίρια.

- Από τους υποσταθμούς σύνδεσης, οι οποίοι συμβάλλουν στη σύνδεση των εσωτερικώνεγκαταστάσεων θέρμανσης των κτιρίων με το δίκτυο διανομής τηλεθέρμανσης.

- Από τις εσωτερικές εγκαταστάσεις θέρμανσης των κτιρίων, οι οποίες αποτελούνται από τα δίκτυα σωληνώσεων, θερμαντικά σώματα κλπ.

Η θέρμανση του νερού γίνεται με την καύση αερίου, πετρελαίου ή γαιανθράκων (λιγνιτών) σε ένα εργοστάσιο παραγωγής κυρίως ηλεκτρικής ενέργειας και συμπληρωματικά θερμικής ή αντίστροφα.

Η θερμότητα, η οποία απαιτείται για τη θέρμανση του νερού της τηλεθέρμανσης, προέρχεται από τον ατμό του εργοστασίου και μάλιστα στο τέλος της διαδικασίας. Ο ατμός αυτός έχει μια θερμοκρασία 120ο - 140οC. με τον θερμό αυτόν ατμό θερμαίνεται το νερό, που χρησιμοποιείται στην τηλεθέρμανση, περνώνοντας οι σωλήνες, με τους οποίους μεταφέρεται, δίπλα από τον ατμό -δηλαδή σ έναν Εναλλάκτη θερμότητας. Στην αρχή της παροχής, στο εργοστάσιο, το νερό έχει θερμοκρασία 100οC και στην επιστροφή 20ο - 40οC.



Εικόνα 5-2: Τυπικές σωληνώσεις δικτύου τηλεθέρμανσης.

## *5.2 Διάδοση τηλεθέρμανσης στην Ευρώπη και στην Αμερική*

### 5.2.1 Γενικά

Σήμερα στις χώρες της πρώην Σοβιετικής Ένωσης το συνδεδεμένο θερμικό φορτίο ανέρχεται σε περισσότερα από 210.000 Gcal/h. Ακολουθεί η Γερμανία (στη περιοχή της πρώην Δυτικής) με συνδεδεμένη ισχύ πάνω από 20.000 Gcal/h, η Πολωνία με 17.000 Gcal/h, οι Η.Π.Α. με 13000-15000 Gcal/h. Ακολουθούν η Δανία και η Σουηδία με τουλάχιστον 10000 Gcal/h η καθεμιά. Στις χώρες αυτές υπάρχουν πόλεις στις οποίες περισσότερο από το 90% του πληθυσμού είανι συνδεδεμένο σε τέτοια συστήματα.

### 5.2.2 Η.Π.Α.

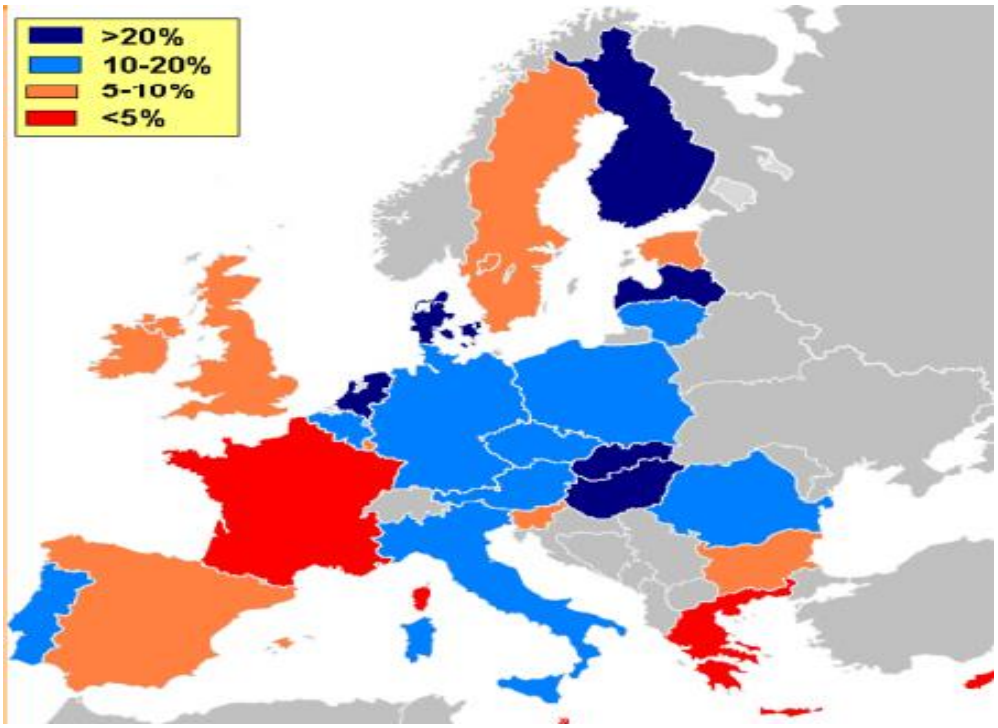
Στις Η.Π.Α., οι περισσότερες τηλεθερμάνσεις εξυπηρετούν κυρίως κολλέγια, πανεπιστημιουπόλεις, βιομηχανικά και εμπορικά συγκροτήματα, στρατιωτικές βάσεις, και παρόμοια ιδρύματα. Αυτές οι εφαρμογές δεν έχουν καμία ομοιότητα με τα Ευρωπαϊκά συστήματα, δεδομένου ότι δεν εμπλέκουν αυστηρά την αγορά και την πώληση της ενέργειας. Εντούτοις, χαρακτηρίζονται από αυξανόμενη ενεργειακή αποδοτικότητα και χαμηλό κόστος ενεργειακών υπηρεσιών που πραγματοποιούνται με την παροχή της θερμικής ενέργειας από μια κεντρική πηγή.

Η τηλεθέρμανση είχε δύο βασικά σχέδια ανάπτυξης στις Ηνωμένες Πολιτείες. Στο πρώτο, τα συστήματα ατμού αναπτύχθηκαν για να εξυπηρετήσουν ποικίλους χρήστες και τύπους κτηρίων τοποθετημένων σε μια αστική περιοχή. Τέτοια αστικά συστήματα αναπτύσσονται χαρακτηριστικά από ιδιωτικές εταιρίες για να ωφεληθούν σύμφωνα με τις ρυθμίσεις και τους φόρους.

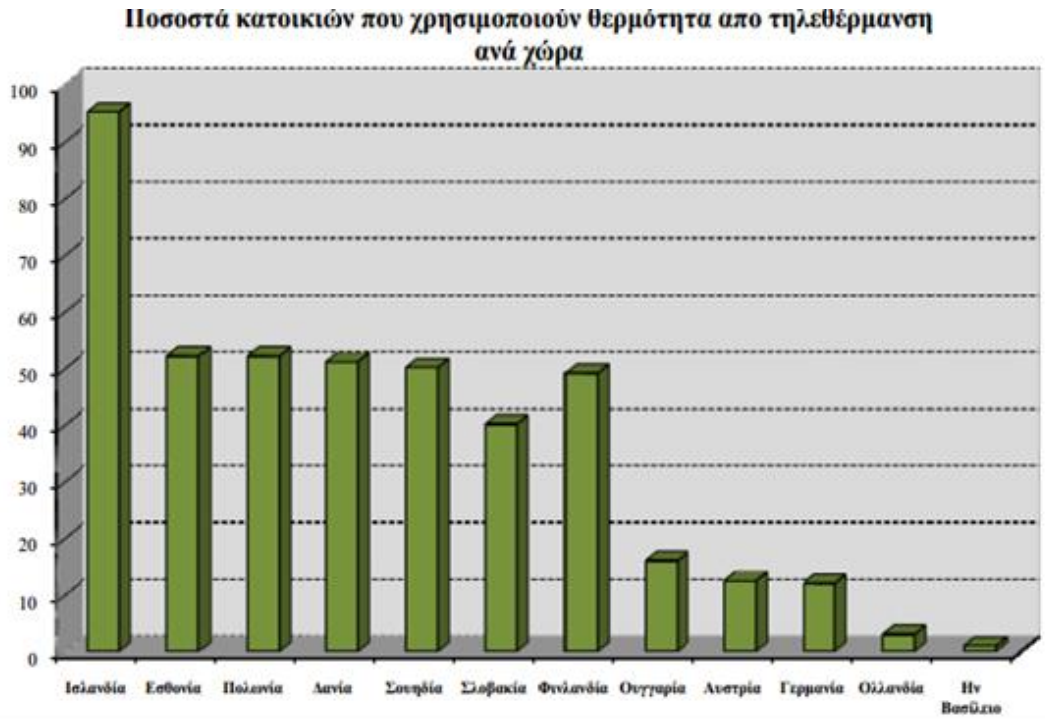
Ο δεύτερος τύπος συστήματος αναπτύχθηκε για να εξυπηρετήσει θεσμικές ανάγκες.Αυτά τα συστήματα εξυπηρέτησαν έναν ενιαίο χρήστη, ενιαία ή μερικά σχετικά κτίρια, ή ένα συγκρότημα κτιρίων. Τα συστήματα αυτά χρησιμοποιήθηκαν σε κολέγια, πανεπιστημιακές εγκαταστάσεις, στρατιωτικές εγκαταστάσεις, βιομηχανικά πάρκα, στις πολυκατοικίες, στα εμπορικά καταστήματα και στα ιατρικά συγκροτήματα. Αυτά τα συστήματα αναφέρονται συχνά απλά ως κεντρική θέρμανση.

Σημειώνεται ότι το σύνολο σχεδόν των εγκαταστάσεων τηλεθέρμανσης των Η.Π.Α. χρησιμοποιεί σαν φορέα θερμότητας τον ατμό και οι περισσότερες από τις μισές εγκαταστάσεις στηρίζονται σε αυτόνομη παραγωγή θερμότητας και όχι στη συνδυασμένη παραγωγή θερμότητας - ηλεκτρικής ενέργειας.

### 5.2.3 Ευρώπη




***<u>Η παραπάνω εικόνα μας δείχνει ποσοστά ανα την Ευρωπη απο χώρες που χρησιμοποιούν την τεχνολογία της Τηλεθέρμανσης.</u>***



### 5.2.3.1 Δανία

Στην Δανία, η τηλεθέρμναση καλύπτει περισσότερα απο 60% της θέρμανσης χώρου και θέρμανσης νερού. Το 2005 το 82,4% της θερμότητας παράχθηκε από σταθμούς συμπαραγωγής ενέργειας και ηλεκτρισμού. Οι περισσότερες μεγάλες πόλεις στη Δανία έχουν μεγάλα δίκτυα τηλεθέρμανσης . Το μεγαλύτερο δίκτυο τηλεθέρμανσης είναι στην Κοπεγχάγη το οποίο λειτουργεί από το CTR I/S και VEKS I/S. Στην κεντρική Κοπεγχάγη το CTR δίκτυο καλύπτει περίπου 275.000 νοικοκυριά (90-95% του πληθυσμού της περιοχής) μέσω ενός δικτύου διανομής 54 km προμηθεύοντας με θετικό φορτίο αιχμής 663 MW. Η τιμή αγοράς της θερμικής ενέργειας απο το CTR είναι περίπου 42€/MWh συν τους φόρους.

### 5.2.3.2 Φιλανδία

Στην Φιλανδία, η τηλεθέρμανση αντιπροσωπεύει το 50% της αγοράς θερμικής ενέργειας τα 4/5 της οποίας παράγονταο αποό σταθμούς συμπαραγωγής θεμότητας και ηλεκτρισμού.

### 5.2.3.3 Γερμανία

Στην Γερμανία, η τηλεθέρμανση έχει ένα μερίδιο αγοράς της τάξης του 14% στον τομέα των μεμονωμένων κατοικιών. Το συνδεδεμένο θερμικό φορτίο είναι περίπου 52.729 MW. Η θερμότητα προέρχεται κυρίως από σταθμούς συμπαραγωγής σε ποσοστό 83%. Οι θερμικοί σταθμοί καλύπτουν το 16% και 1% προέρχεται από την πλεονάζουσα θερμότητα από τη βιομηχανία. Οι σταθμοί συμπαραγωγής χρησιμοποιούν ως καύσιμο φυσικό αέριο (42%), άνθρακα (39%), λιγνίτη (12%) και υπολείμματα (7%). Το μεγαλύτερο δίκτυο διανομής είναι εγκατεστημένο στο Βερολίνο.

### 5.2.3.4 Νορβηγία

Στη Νορβηγία, η τηλεθέρμανση καλύπτει μόνο το 2% των ενεργειακών αναγκών σε θερμότητα. Αυτό είναι ένα πολύ χαμηλό ποσοστό συγκρινόμενο με παρόμοιες χώρες. Ένας από τους σημαντικού λόγους που η τηλεθέρμανση έχει μικρή διεισδυτικότητα στη Νορβηγία είναι η πρόσβαση σε φθηνή υδροηλεκτρική ενέργεια οπότε και χρησιμοποιείται ηλεκτρική θέρμανση.

### 5.2.3.5 Ολλανδία

Στην Ολλανδία, τα συστήματα περιορίζονται σε συστήματα που χρησιμοποιούν τη θερμότητα των αποβλήτων ή τα δημοτικά στερεά απόβλητα ως πηγή καυσίμων.

## *5.3 Στοιχεία Τηλεθέρμανσης στην Ελλάδα*

Στον ελληνικό χώρο, η πρώτη, μικρού μεγέθους, εγκατάσταση τηλεθέρμανσης λειτουργεί από το 1960 θερμαίνοντας τον οικισμό της ΔΕΗ στο Προάστιο Εορδαίας, από τον ΑΗΣ Πτολεμαΐδας. Σήμερα το συνδεδεμένο θερμικό φορτίο ξεπερνά κατά πολύ τα 300Gcal/h (349MW) στις πόλεις της Κοζάνης, της Πτολεμαΐδας, του Αμυνταίου καθώς και η τηλεθέρμανση Μεγαλόπολης. Ταυτόχρονα έχουν εκπονηθεί και εκπονούνται πλήθος μελετών σκοπιμότητας ή διερευνητικών μελετών οι οποίες αναφέρονται στην ανάπτυξη ή βελτίωση συστημάτων τηλεθέρμανσης.

Στην Ελλάδα, έχουν κατασκευαστεί συστήματα τηλεθέρμανσης στην Πτολεμαΐδα, Κοζάνη, Μεγαλόπολη και Αμύνταιο. Η ονομαστική ισχύς των συστημάτων τηλεθέρμανσης των πόλεων αυτών δίνεται στον **Πίνακα 5.2.** Εκτιμάται ότι και σε άλλες περιοχές οι συνθήκες για τηλεθέρμανση είναι ευνοϊκές, αλλά οι σχετικές μελέτες δεν έχουν ολοκληρωθεί ακόμη.

| Πόλη | Ισχύς | |
|---|---|---|
| | Gcal/h | MWth |
| Κοζάνη | 70,0 | 81,4 |
| Πτολεμαΐδα | 60,0 | 69,8 |
| Αμύνταιο | 20,0 | 23,3 |
| Αμύνταιο | 30,0 | 34,9 |
| Μεγαλόπολη | 17,2 | 20,0 |

**Πίνακας 5.1 Ποσοστά διείσδυσης τηλεθέρμανσης ελληνικών και άλλων πόλεων**

### 5.3.1 ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑ

Η Τηλεθέρμανση Πτολεμαΐδας διαμορφώνει ένα νέο τεχνολογικό και ενεργειακό περιβάλλον, διευρύνοντας τις δυνατότητες αξιοποίησης ενός τοπικού πόρου, σε όφελος της εξοικονόμησης ενέργειας, της προστασίας του περιβάλλοντος, της ποιοτικής ζωής των κατοίκων.
Το 1994 ιδρύθηκε από το Δήμο η Δημοτική Επιχείρηση Τηλεθέρμανσης Πτολεμαΐδας ΔΕ.ΤΗ.Π. που λειτουργεί αυτοτελώς, με σκοπό τη διαχείριση και ανάπτυξη της τηλεθέρμανσης. Η ΔΕ.ΤΗ.Π. εξελίχθηκε σε μια δυναμική και ολοένα αναπτυσσόμενη επιχείρηση, με έμπειρο και ικανό προσωπικό, το οποίο σήμερα διαχειρίζεται με αυτοτέλεια και επάρκεια το σύστημα Τηλεθέρμανσης Πτολεμαΐδας.

Το θερμαινόμενο μέχρι σήμερα με τηλεθέρμανση τμήμα της πόλης καταναλώνει ετήσια περί τις 100000 MWth. Η αντίστοιχη θέρμανση με πετρέλαιο απαιτεί ετησίως κατ' ελάχιστο περί τις 11000 ΤΟΕ. Το ετήσιο συναλλαγματικό όφελος από την πλήρη υποκατάσταση του πετρελαίου υπερβαίνει τα 147 εκ.€. Υπό συνθήκες αυξήσεων των τιμών του πετρελαίου το αναμενόμενο όφελος είναι πολλαπλάσιο.

Οι δραστηριότητες της ΔΕ.ΤΗ.Π. εκτείνονται και συμπεριλαμβάνουν όλο το φάσμα ενεργειών παραγωγής και διάθεσης της θερμικής ενέργειας στην πόλη και στην περιοχή της Πτολεμαΐδας. Σήμερα το 70% των θερμικών απαιτήσεων της πόλης εξασφαλίζεται από τα λιγνιτικά αποθέματα της περιοχής που χρησιμοποιούνται από τους τοπικούς σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής. Στο άμεσο μέλλον στόχος της ΔΕ.ΤΗ.Π. είναι να καλύψει το σύνολο των αναγκών και να επεκταθεί στην ανάπτυξη παράλληλων δραστηριοτήτων εξασφαλίζοντας νέες θέσεις εργασίας και συμβάλλοντας σημαντικά στην αύξηση του εισοδήματος με τη δημιουργία θερμοκηπιακών πάρκων και εναλλακτικών αγροβιοτεχνικών δραστηριοτήτων για την παραγωγή προϊόντων υψηλής προστιθέμενης αξίας και ποιότητας…

### 5.3.2 ΣΕΡΡΕΣ

Από τον Οκτώβριο του 2007 η πόλη των Σερρών απολαμβάνει τα οφέλη της τηλεθέρμανσης. Συνολικά 9.806 διαμερίσματα ζεσταίνονται με τηλεθέρμανση, ενώ μέχρι πρότινος "έκαιγαν" 8 εκατ. λίτρα πετρελαίου με την αντίστοιχη οικονομική και περιβαλλοντική επιβάρυνση.
Η εταιρεία "Θέρμη Σερρών" επένδυσε 42 εκατ. ευρώ για τη δημιουργία μονάδας συμπαραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ισχύος 16 MW και θερμικής ενέργειας ισχύος 17 MW με την καύση φυσικού αερίου. Μέσα στην επόμενη χρονιά θα ακολουθήσει η β' φάση επέκτασης του δικτύου τηλεθέρμανσης, αύξησης της ισχύος του σταθμού συμπραγωγής στα 92 MW θερμικής ενέργειας και δημιουργίας ηλεκτρικού δικτύου και υποσταθμού υψηλής τάσης, εκτιμώμενου κόστους 30 εκατ ευρώ.
Σύμφωνα με την εκπρόσωπο της εταιρείας Έλενα Τσέπελα, ο στόχος είναι μέσα στα επόμενα τρία χρόνια να καλυφθεί από το δίκτυο τηλεθέρμανσης όλη η πόλη των Σερρών. Επίσης εξετάζεται η χρήση θερμού νερού σε συνδυασμό με ψυκτικές μονάδες απορρόφησης, ώστε να καλύπτονται φορτία κλιματισμού σε κτίρια δημόσιας διοίκησης, κοινής ωφέλειας και του εμπορικού τομέα (τηλεψύξη). Επιπλέον, η "Θέρμη Σερρών" έχει ολοκληρώσει τη μελέτη σκοπιμότητας για ένα ξηραντήριο τριφυλλιού που θα εκμεταλλεύεται το καλοκαίρι τη θερμική ενέργεια που δεν μπορεί να διατεθεί στην πόλη. Το ξηραντήριο αυτό θα απορροφήσει τεράστιες ποσότητες τριφυλλιού για παραγωγή ζωοτροφών.



## *5.4 Εφαρμογή ΑΠΕ σε τηλεθέρμανση*

Η βιομάζα, είτε δασική είτε άλλης μορφής, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τηλεθέρμανση. Στην περίπτωση αυτή παράγεται θερμό νερό σε έναν κεντρικό καυστήρα με την καύση της βιομάζας και το θερμό νερό μεταφέρεται με έναν καλά μονωμένο υπόγειο σωλήνα στην περιοχή χρήσης του.

Κάθε κτίριο, που είναι συνδεδεμένο με το δίκτυο, μπορεί να χρησιμοποιήσει το θερμό νερό για να καλύψει τις ανάγκες θέρμανσής του. Χρησιμοποιούνται συνήθως δύο κεντρικοί σωλήνες, σε κλειστό δίκτυο, ένας για τη προσαγωγή του θερμού νερού και ένας για την απαγωγή του και την επαναφορά του στο λέβητα για επαναθέρμανση.

### 5.4.1 Τηλεθέρμανση και βιομάζα

Οι εφαρμογές της τηλεθέρμανσης με βιομάζα, είναι επενδύσεις έντασης κεφαλαίου λόγω τουυψηλού απαιτούμενου αρχικού κεφαλαίου. Το κόστος του καυσίμου αποτελεί σημαντικόπαράγοντα στη διαμόρφωση των εξόδων των συστημάτων τηλεθέρμανσης, με συνέπεια, ηοικονομικότητα τέτοιων επενδύσεων να είναι ευαίσθητη στις μεταβολές του.Ένα πρόβλημα που πρέπει να λυθεί πριν ξεκινήσει η κατασκευή ενός τέτοιου συστήματοςείναι η εξασφάλιση προμήθειας των απαιτούμενων ποσοτήτων βιομάζας και σε προκαθορισμένεςτιμές. Επίσης είναι εξίσου σημαντική η δυνατότητα χρησιμοποίησης εναλλακτικού καυσίμου ώστε να μπορεί να εξασφαλισθεί η τροφοδοσία του συστήματος με καύσιμο σε κάθε περίπτωση.

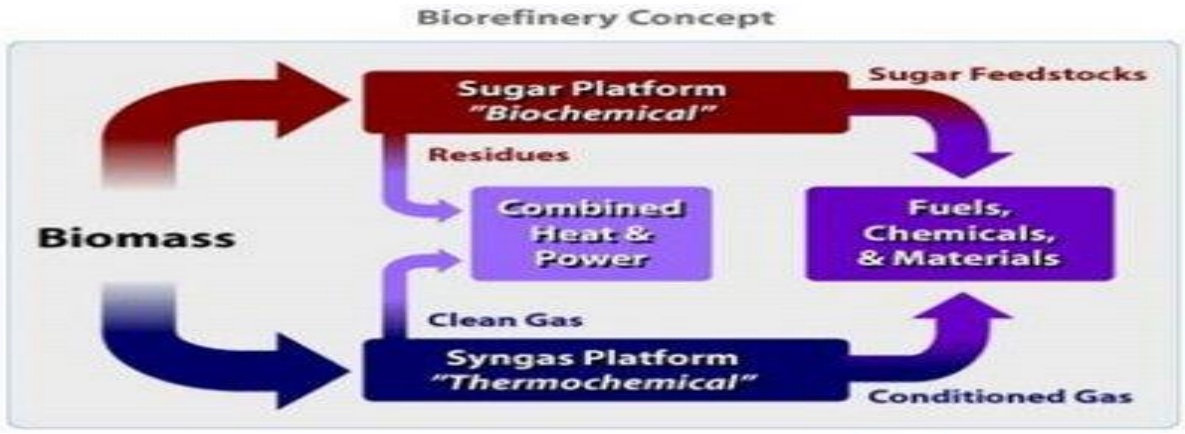
Για να είναι βιώσιμη η επένδυση, θα πρέπει ο αριθμός των κατοικιών που συνδέονται με τοσύστημα να είναι ενημερωμένος για τα οφέλη και τον τρόπο λειτουργίας του συστήματος ώστε ναπρομηθεύονται θερμότητα από αυτό ο μεγαλύτερος δυνατός αριθμός κατοικιών. Ένα άλλο θέμαπου θα πρέπει να ληφθεί υπόψη από την επιχείρηση διαχείρισης του συστήματος τηλεθέρμανσης,είναι η τιμολογιακή πολιτική που θα ακολουθηθεί, ώστε η τιμή της θερμικής ενέργειας που θαπωλείται να είναι πολύ χαμηλότερη από την τιμή που προκύπτει από τη χρήση τοπικού λέβηταπετρελαίου, κι έτσι οι καταναλωτές να αποκτούν ένα επιπλέον κίνητρο για να συνδεθούν με τοδίκτυο

.Στην Ελλάδα το σύστημα τηλεθέρμανσης με βιομάζα δεν λειτουργεί, αν και έχουν γίνει κάποιες μελέτες σε ορισμένους οικισμούς που μπορούν να αξιοποιήσουν τη διαθέσιμη δασική και γεωργική βιομάζα της περιοχής. Σήμερα είναι υπό κατασκευή ένα σύστημα τηλεθέρμανσης μεβιομάζα στην περιοχή της Νυμφασίας.

Η διαφορά της τηλεθέρμανσης με συμπαραγωγή απο την τηλεθέρμανση στα κοινά συστήμα είναι ότι η πρωτογενής πηγή είναι η βιομάζα.

### 5.4.2 Τα πλεονεκτήματα από τη χρήση των συστημάτων τηλεθέρμανσης με βιομάζα είναι:

- η εξοικονόμηση ενέργειας με την αξιοποίηση ενός εγχώριου ενεργειακού πόρου
- η εξοικονόμηση σημαντικού ποσού συναλλάγματος, λόγω της μείωσης των εισαγόμενωνσυμβατικών καυσίμων
- η βελτίωση του βιοτικού επιπέδου λόγω καλύτερης ποιότητας θέρμανσης, ειδικά αν υπάρχουντοπικές θερμάνσεις όπως τζάκι, σόμπες κλπ, κι ο καταναλωτής εξασφαλίζει τη θέρμανσή του χωρίς να χρειάζεται πρόσθετη δική του φροντίδα όπως η προμήθεια πετρελαίου, συντήρηση τουκαυστήρα κλπ.
- η ελαχιστοποίηση της ρύπανσης του περιβάλλοντος λόγω της χρησιμοποίησης ενός κεντρικούσταθμού παραγωγής θερμότητας σωστά συντηρούμενου, αλλά και λόγω της χρήσης της βιομάζαςαντί του πετρελαίου ως καύσιμο, διότι έτσι μειώνονται οι εκπομπές NOx και SOx, ενώ παράλληλαεξοικονομείται CO
- η μείωση της εξάρτησης της χώρας από ξένες ενεργειακές πηγές και6. η επίτευξη μεγαλύτερου βαθμού απόδοσης, λόγω της συνεπούς συντήρησης που γίνεται σεκεντρικά συστήματα με αποτέλεσμα την εξοικονόμηση ενέργειας




### 5.4.3 Καινοτόμες εφαρμογές τηλεθέρμανσης με χρήση Θερμότητας και ΑΠΕ

#### 5.4.3.1 Καστοριά

Τη θερμότητα του νερού της λίμνης της Καστοριάς, κατά τους χειμερινούς μήνες, σχεδιάζουν να εκμεταλλευτούν επιστήμονες και αυτοδιοίκηση, το επόμενο χρονικό διάστημα, ώστε να παρέχουν τηλεθέρμανση σε όλη την πόλη. Η πρωτοποριακή αυτή ιδέα ανήκει στους ειδικούς της Αναπτυξιακής Εταιρείας Δυτικής Μακεδονίας Α.Ε. (ΑΝΚΟ) και εφόσον εφαρμοστεί, θα αποτελεί πανελλαδική καινοτομία, καθώς, μέχρι στιγμής, όλες οι μονάδες τηλεθέρμανσης που λειτουργούν στη χώρα χρησιμοποιούν τη θερμότητα από τις μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

Ειδικότερα, για να λειτουργήσει μονάδα τηλεθέρμανσης από τη θερμότητα του νερού της λίμνης της Καστοριάς θα χρειαστούν τρία μέρη θερμικής ενέργειας από το νερό και ένα μέρος ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτή η ηλεκτρική ενέργεια θα μπορεί να παράγεται από τη μονάδα που θα δημιουργήσει η δημοτική επιχείρηση, η οποία θα συσταθεί για το σκοπό αυτό. Έτσι, η θερμική ενέργεια που θα παράγεται θα διανέμεται στο δίκτυο τηλεθέρμανσης και η ηλεκτρική στην ίδια τη μονάδα για τη λειτουργία της.
Σύμφωνα με το **xtes.gr** τα οφέλη θα είναι πολλαπλά για την περιοχή, καθώς η νέα μονάδα θα είναι φιλική προς το περιβάλλον, θα καταργήσει το πετρέλαιο ως καύσιμη ύλη και θα έχει ανταποδοτικό χαρακτήρα προς την περιοχή.
Η πρόταση για την τηλεθέρμανση της Καστοριάς από τη θερμότητα του νερού της λίμνης έχει συμπεριληφθεί στο πλαίσιο των προτάσεων που κατατέθηκαν πρόσφατα στο υπουργείο Περιβάλλοντος, με αφορμή το σχέδιο διαχείρισης της λίμνης. Την ίδια στιγμή, οι επιστήμονες της ΑΝΚΟ επισημαίνουν ότι τέτοιες εφαρμογές έχουν αποκτήσει τα τελευταία χρόνια τεχνολογική ωριμότητα, ενώ λειτουργούν και εμπορικά πλέον στο εξωτερικό.
Συνεπώς, αυτό που απομένει στη συνέχεια είναι η λήψη των σχετικών αποφάσεων, σε επίπεδο αυτοδιοίκησης, ώστε να προχωρήσει η υλοποίηση της ιδέας και να ληφθούν οι πρώτες περιβαλλοντικές αδειοδοτήσεις. Το κόστος του εγχειρήματος υπολογίζεται σε 80 εκατομμύρια ευρώ, αριθμός που προκύπτει από τον προϋπολογισμό του αντίστοιχου έργου τηλεθέρμανσης στη Φλώρινα, το οποίο αναμένεται να λειτουργήσει το 2014.

### 5.4.3.2 ΓΡΕΒΕΝΑ

Μια μεγάλη μονάδα τηλεθέρμανσης, η οποία θα λειτουργεί από την ενέργεια που θα παράγει η καύση φυτικής βιομάζας (ξύλου, υπολειμμάτων καλλιεργειών και ενεργειακών φυτών) και θα είναι ικανή να παράγει ηλεκτρικό ρεύμα για τις ανάγκες μιας πόλης, όπως αυτής των Γρεβενών, πρόκειται να δημιουργηθεί σύντομα. Το εγχείρημα είναι πρωτοποριακό δεδομένου ότι σήμερα λειτουργούν μόνο μικρές μονάδες τηλεθέρμανσης από καύση βιομάζας στη Δαδιά του Έβρου και τη Νυμφασιά Αρκαδίας. η επένδυση, ύψους 65 εκατομμυρίων ευρώ. Έχει λάβει το «πράσινο φως» από τη Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας, την Περιφέρεια Δυτικής Μακεδονίας αλλά και από τπ υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής.

Το μόνο που μένει πλέον είναι η έγκριση των οριστικών περιβαλλοντικών όρων από τη νομαρχία Γρεβενών και στη συνέχεια η έναρξη των εργασιών κατασκευής του εργοστασίουτο έργο έχει χρονικό ορίζοντα κατασκευής τους 18 μήνες.

Αμέσως μετά θα ξεκινήσει η λειτουργία της τηλεθέρμανσης. Η επένδυση αυτή, που υλοποιείται με τη συνεργασία της ιδιωτικής πρωτοβουλίας και του Δήμου Γρεβενών, αναμένεται να εξασφαλίσει φθηνότερη θέρμανση κατά 27% σε σχέση με τη χρήση πετρελαίου για τους δημότες, ανταποδοτικά οφέλη για το δήμο ύψους 500.000 ευρώ το χρόνο, δημιουργία τριάντα θέσεων εργασίας και μεγάλα περιβαλλοντικά οφέλη για την ευρύτερη περιοχή.

### 5.4.3.3 Διασυνοριακό σχέδιο αξιοποίησης και αξιολόγησης της ομαλής γεωθερμίας σε Ελλάδα – Κύπρο

Κύριο αντικείμενο του έργου ήταν δύο Πιλοτικές Εφαρμογές ΑΠΕ για τη θέρμανση / δροσισμό αφ' ενός δημόσιων κτιρίων του Δήμου Μούδρου και αφ' ετέρου την κάλυψη τμήματος των αναγκών θέρμανσης του νερού της κολυμβητικής δεξαμενής του δημοτικού Κολυμβητηρίου Γεροσκήπου με τη χρήση αβαθούς γεωθερμίας. Στην πρώτη περίπτωση αναπτύχθηκε μικρής κλίμακας δίκτυο τηλεκλιματισμού από την παρακείμενη παραλία ενώ στη δεύτερη έγινε εγκατάσταση κλειστών κάθετων γεωθερμικών εναλλακτών.

Σύμφωνα με την υπάρχουσα μελέτη προβλέφθηκε η τροφοδότηση των ακόλουθων κτιρίων:

- Κτίριο Λιμενικού Σταθμού
- Νηπιαγωγείο Μούδρου
- Δημοτικό Σχολείο Μούδρου
- Δημαρχείο Μούδρου
- Πρώην Δημαρχείο Μούδρου

Τα συγκεκριμένα κτίρια, κατά την τότε φάση λειτουργίας τους, εξυπηρετούνταν από συμβατικά συστήματα παραγωγής θερμότητας και ψύξης, επιβαρύνοντας τον προϋπολογισμό του Δήμου καταναλώνοντας μεγάλα ποσά ενέργειας.

Για τη μεταφορά της «Γεωθερμικής Ενέργειας» προς τα κτίρια που προβλεπόταν να κλιματιστούν, χρησιμοποιήθηκε κατάλληλο υπεδαφικό δίκτυο σωληνώσεων (δίκτυο Τηλεκλιματισμού), το οποίο όδευσε εντός κατάλληλου σκάμματος, σύμφωνα με τα συνημμένα σχέδια των μελετών.

Στο Δήμο Γεροσκήπου προβλέφθηκε, για την εξυπηρέτηση τμήματος των αναγκών Θέρμανσης του νερού της κολυμβητικής δεξαμενής, η εφαρμογή συστήματος εκμετάλλευσης της υπεδαφικής – ομαλής γεωθερμικής ενέργειας της περιοχής μέσω κλειστών κάθετων γεωθερμικών εναλλακτών.

Το Κολυμβητήριο, κατά την παρούσα φάση λειτουργίας του, εξυπηρετούνταν από συμβατικά συστήματα παραγωγής θερμότητας, επιβαρύνοντας τον προϋπολογισμό του Δήμου καταναλώνοντας μεγάλα ποσά ενέργειας. Για τη μεταφορά της «Γεωθερμικής Ενέργειας» προς το «κτίριο», χρησιμοποιήθηκε κατάλληλο δίκτυο σωληνώσεων και γεωτρήσεων, το οποίο όδευσε εντός κατάλληλου εξωτερικού σκάμματος, σύμφωνα με τα συνημμένα σχέδια των μελετών.

Για την υλοποίηση των προαναφερόμενων πιλοτικών έργων απαιτήθηκε η εκπόνηση μελετών επικαιροποίησης – ολοκλήρωσης των υφιστάμενων οριστικών μελετών και η συγγραφή τευχών δημοπράτησης.

Οι δύο εφαρμογές χρησίμευσαν ως πηγές στοιχείων για την εκπόνηση ενός «Σχεδίου αξιοποίησης ομαλής (αβαθούς) γεωθερμίας και αξιολόγησης των δυνατοτήτων εφαρμογών της στη διασυνοριακή περιοχή», που ήταν βασικό ζητούμενο του προγράμματος.

Τα ανωτέρω συνοδεύονται από δράσεις ανταλλαγής τεχνογνωσίας με τη διοργάνωση δύο ενημερωτικών ημερίδων στο Μούδρο και στη Γεροσκήπου και ενός Επιστημονικού Συνεδρίου στην Κρήτη. Επιπλέον, προβλέφθηκε για τη διάδοση των αποτελεσμάτων και την προβολή του έργου, από πλευράς Δ. Μούδρου, η παραγωγή Διαφημιστικών Φυλλαδίων και Ψηφιακών Δισκακίων και η δημιουργία ενός Διαδικτυακού Τόπου καθώς επίσης Συνεντεύξεις Τύπου των Δήμων Μούδρου και Γεροσκήπου. Στις παραπάνω ημερίδες και συναντήσεις συμμετείχαν εκπρόσωποι όλων των εμπλεκόμενων φορέων.

Για το συντονισμό και την διαχειριστική υποστήριξη του έργου προβλέφθηκε η πρόσληψη και απασχόληση εξειδικευμένου τεχνικού συμβούλου καθ' όλη τη διάρκειά του. Η χρήση του συμβούλου τεχνικής υποστήριξης - ειδικού εμπειρογνώμονα ήταν επιβεβλημένη για την εξασφάλιση της ορθής διαχείρισης του έργου αλλά και για την επίτευξη των στόχων που έχουν τεθεί. Σκοπός του συμβούλου ήταν η παροχή εξειδικευμένης γνώσης και εμπειρίας στο φορέα υλοποίησης, έτσι ώστε τα οφέλη – περιβαλλοντικά και οικονομικά – να είναι τα μέγιστα δυνατά.

## *5.5 ΣΥΝΟΨΙΖΟΝΤΑΣ :*

Η Τηλεθέρμανση / Τηλεψύξη συνδυάζεται με μονάδες ΣΗΘ και είναι πολύ σημαντικος ο ρόλος του λιγνίτη, του ΦΑ, αλλά και της βιομάζας. Επίσης είναι απαραίτητες οι αρχικές επενδύσεις και τα περιβαλλοντικα οφέλη ειναι ειναι σοβαρά. Στην Ελλάδα υπάρχουν τέσσερα δίκτυα τηλεθέρμανσης.

### 5.5.1 Τα θετικά και αρνητικά της τηλεθέρμανσης

Τα **πλεονεκτήματα** της τηλεθέρμανσης για το περιβάλλον είναι:

- **I.** Γίνεται καλύτερη εκμετάλλευση της καύσιμης ύλης, του αερίου, του πετρελαίου ή των γαιανθράκων, γιατί υπάρχει συμπαραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας. Είναι δεδομένο πλέον, ότι με την Συμπαραγωγή Ηλεκτρικής και Θερμικής ενέργειας, επιτυγχάνεται αυξημένη οικονομική ανταποδοτικότητα ενός ενεργειακού κέντρου. Επίσης η καύσιμη ύλη είναι κάτι το μη ανανεώσιμο και για αυτό πρέπει να κάνουμε όσο είναι δυνατόν οικονομία.
- **II.** Μπορεί να απεξαρτηθεί η χώρα μας από το πετρέλαιο μιας και δεν έχει δικιά της παραγωγή από τη μια και από την άλλη υπάρχει αφθονία λιγνίτη. Μπορούμε έτσι να έχουμε μείωση της ζήτησης πετρελαίου ως 70%.
- **III**. Υπάρχει σημαντική μείωση του κόστους της θέρμανσης μέχρι και 50%.

**IV.** Επίσης επωφελείται το περιβάλλον, καθώς θα μειωθούν οι ρύποι του αέρα, όπως καπνός και οξείδια του θείου (SOx). Αυτό θα συμβαίνει γιατί δε θα υπάρχουν ατομικοί καυστήρες στο κάθε σπίτι ή στη κάθε πολυκατοικία, που θα λειτουργούν με πετρέλαιο, με λιγνίτη ή,σε μερικές περιπτώσεις μονοκατοικιών, με μαζούτ.

**V.** Όμως ένα σημαντικό **μειονέκτημα**, το οποίο είναι άξιο αναφοράς, είναι ότι το κόστος για τους κατοίκους και τους Δήμους, όπου θα εξαπλωθει το δίκτυο, θα είναι μεγάλο. Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει σταματήσει να επιχορηγεί τέτοια έργα, όπως παλιότερα είχε συμβεί με τις πόλεις της Πτολεμαϊδας και της Κοζάνης.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 : ΤΡΙ-ΠΑΡΑΓΩΓΗ

## *6.1 Ορισμός*

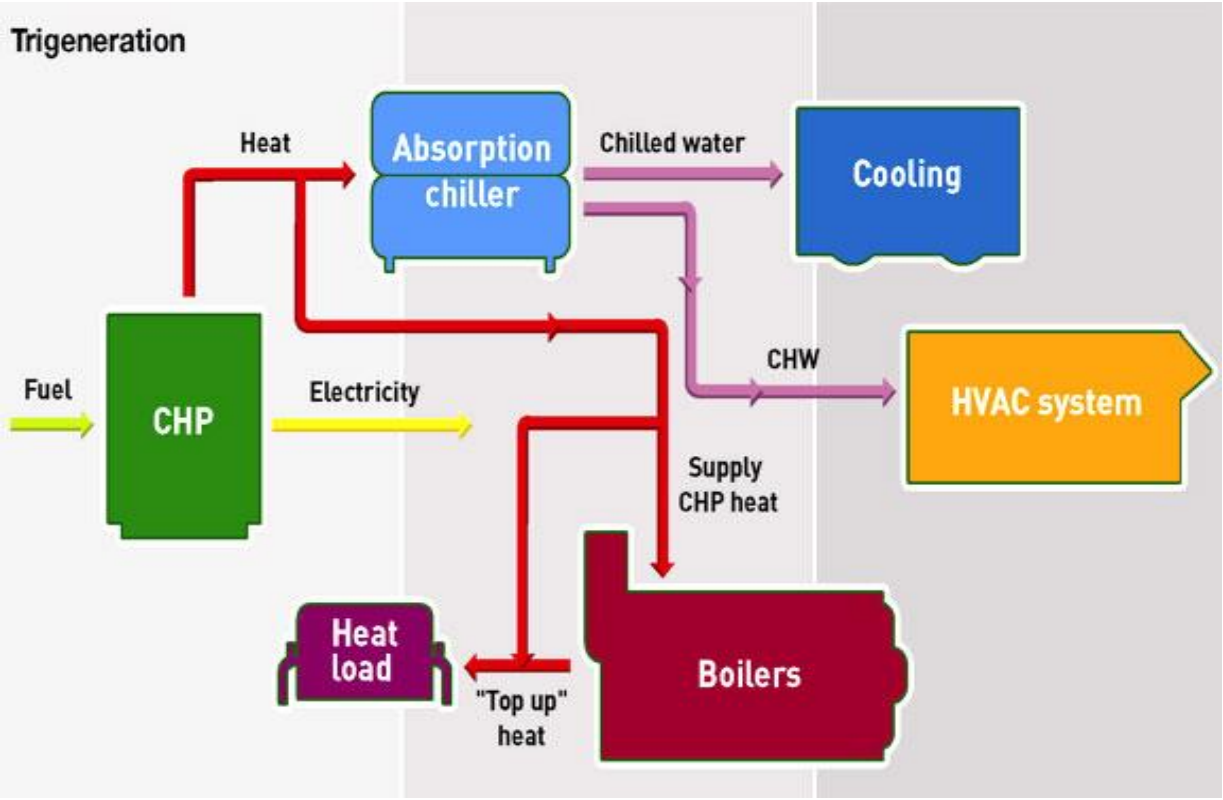
Η διαφορά με την απλή συμπαραγωγή είναι ότι μπορεί μια μονάδα συμπαραγωγής να παράγει θερμότητα και ψύξη ταυτόχρονα, ή μόνο ψύξη κατά τη θερινή περίοδο. Τυπικά παράγεται θερμότητα η οποία με τη βοήθεια ενός ψύκτη απορρόφησης μετατρέπεται σε κρύο νερό ή πάγο για το κύκλωμα του κλιματισμού. Ένα τυπικό(block) διάγραμμα αυτής της λειτουργίας παρουσιάζεται στην Εικόνα . Είναι κατανοητό ό,τι τα οφέλη είναι πολλαπλά για τον κάτοχο της συγκεκριμένης μονάδας καθώς θα μπορεί να την αξιοποιεί όλες τις εποχές του έτους.




Η μέθοδος της τριπαραγωγής βρίσκει εφαρμογή, στον κτηριακό τομέα, κυρίως σε νοσοκομεία, ξενοδοχεία, κτήρια γραφείων και εμπορικά κέντρα ή σε συστήματα τηλεθέρμανσης - τηλεψύξης. Γενικά, χρησιμοποιείται σε κτήρια με ταυτόχρονες συνεχείς ανάγκες για ηλεκτρισμό και θέρμανση ή/και ψύξη που υπερβαίνουν τις 4.500-5.000 ώρες ετησίως.

Οι μονάδες τριπαραγωγής βασίζονται κυρίως σε παλινδρομικές μηχανές εσωτερικής καύσης (ΜΕΚ) ή μικροστροβίλους, συνδυασμένες με κύκλο απορρόφησης για ψύξη (όπως παρουσιάστηκε στο **Κεφάλαιο 3**). Σε μελλοντικές εφαρμογές τριπαραγωγής, παρουσιάζει ενδιαφέρον και η χρήση κυψελών καυσίμου.

Στην παρακάτω εικόνα 6-1 βλέπουμε πως ακριβώς λειτουργεί μια τέτοια μονάδα από την στιγμή που εισέρχεται το καύσιμο και η μονάδα CHP εκμεταλλεύεται την ηλεκτρική και την θερμική ενέργεια για τις επόμενες μετατροπές μέχρι να καταλήξει η ενέργεια στο σύστημα μας.




*Εικόνα 6-1:Κύκλος τριπαραγωγής.*

## *6.2 Ψύκτες απορρόφησης*

### 6.2.1 Γενικά

Οι ψύκτες απορρόφησης είναι οι πιο διαδεδομένοι ψύκτες παγκοσμίως. Οι ψύκτες απορρόφησης χρησιμοποιούν θερμότητα αντί για μηχανικό έργο για να παράγουν ψύξη. Τροφοδοτούνται κυρίως μέσω κεντρικής θέρμανσης, απορριπτόμενης θερμότητας ή θερμότητας από συμπαραγωγή. Η θερμική συμπίεση του ψυκτικού μέσου επιτυγχάνεται με τη χρήση υγρού διαλύματος ψυκτικού μέσου/απορροφητικού υλικού και πηγή θερμότητας, αντικαθιστώντας με αυτόν τον τρόπο την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ενός μηχανικού συμπιεστή. Η ονομαστική ψυκτική ικανότητα των ψυκτών απορρόφησης είναι της τάξης αρκετών εκατοντάδων kW. Υπάρχουν επίσης διαθέσιμοι κάποιοι ψύκτες απορρόφησης ψυκτικής ισχύος κάτω των 50 kW. Τέτοιες μικρές μονάδες χρησιμοποιούνται συχνά στα συστήματα ηλιακού κλιματισμού με ψύκτες απορρόφησης.

Συγκρινόμενοι με τους μηχανικούς ψύκτες, οι ψύκτες απορρόφησης έχουν μικρό συντελεστή επίδοσης (COP coefficient of performance). Παρόλα αυτά οι ψύκτες απορρόφησης μπορούν δραματικά να μειώσουν τα έξοδα λειτουργίας επειδή τροφοδοτούνται με χαμηλού έως μηδενικού κόστους ενέργεια, τα απαέρια από κάποια διεργασία ή μηχανή, ενώ οι μηχανικοί ψύκτες απαιτούν τροφοδοσία ηλεκτρικής ενέργειας ή μηχανικό έργο που παράγεται με αντίστοιχη κατανάλωση ορυκτού καυσίμου.

Οι ψύκτες απορρόφησης ταιριάζουν ιδανικά με τα συστήματα τριπαραγωγής. Αλλάζουν το θερμικό και ηλεκτρικό προφίλ ενός κτιρίου, μεταφέροντας την ζήτηση ψύξης από το ηλεκτρικό φορτίο στο θερμικό.

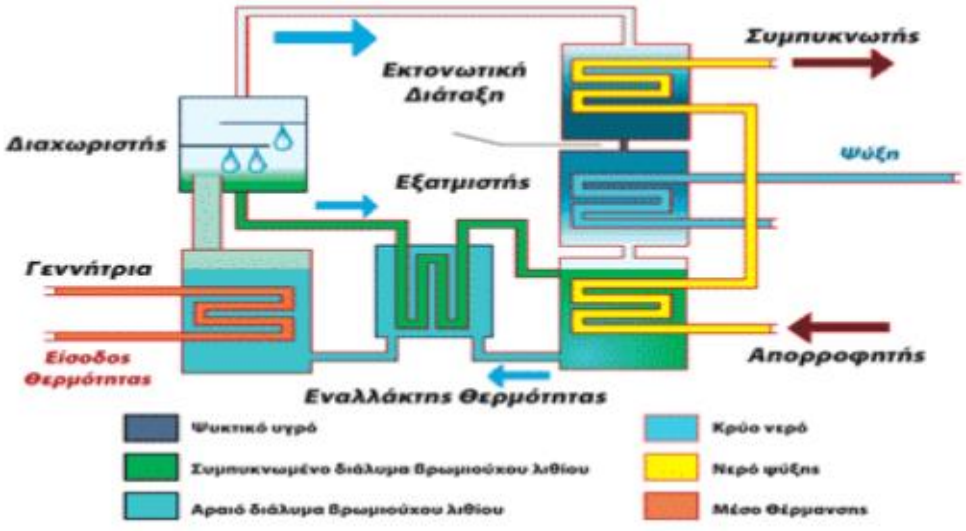
Αυτή η μεταφορά μπορεί να αποβεί εξαιρετικά συμφέρουσα για αγορές με ωριαία χρέωση ηλεκτρικής ενέργειας (RTP) ή υψηλή χρέωση ηλεκτρικής ισχύος και μεγάλες ανάγκες σε ψύξη χώρων, αφού οδηγεί σε επιπεδοποίηση της ημερήσιας καμπύλης ηλεκτρικού φορτίου. Αυτό συνεπάγεται μείωση κόστους χρέωσης ισχύος και ενέργειας, αποφυγή του σημαντικού κόστους μεγαλύτερης παροχής και του συνοδευτικού αυτής εξοπλισμού και την αποκλειστική χρήση της ηλεκτρικής ενέργειας για την εξυπηρέτηση των καθαρά ηλεκτρικών καταναλώσεων: φωτισμού, ρευματοδοτών και ηλεκτροκινητήρων.

### 6.2.2 Αρχή λειτουργίας ενός ψύκτη απορρόφησης.

Η εικόνα 6-2 παρουσιάζει την αρχή λειτουργίας ενός ψύκτη απορρόφησης.

Για ψυχρό νερό άνω των 0 °C, όπως απαιτείται στον κλιματισμό, τυπικά χρησιμοποιείται ένα υγρό διάλυμα H2O/LiBr, με το νερό ως ψυκτικό μέσο. Τα περισσότερα συστήματα χρησιμοποιούν εσωτερική αντλία για το διάλυμα, καταναλώνοντας όμως μικρή ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας. Στη λειτουργία του ψύκτη απορρόφησης H2O/LiBr, η κρυστάλλωση του διαλύματος πρέπει να αποφευχθεί με εσωτερικό έλεγχο της θερμοκρασίας απόρριψης θερμότητας στη μηχανή. Τα κύρια σημεία ενός ψύκτη απορρόφησης παρουσιάζονται στο σχήμα 6-1.

Η ψύξη βασίζεται στην εξάτμιση του ψυκτικού μέσου (νερό) στον εξατμιστή σε πολύ χαμηλές πιέσεις. Το ατμοποιημένο ψυκτικό μέσο απορροφάται στον απορροφητή, αραιώνοντας το διάλυμα H2O/LiBr (για να καταστεί η διαδικασία απορρόφησης αποδοτική, απαιτείται ψύξη σε αυτό το στάδιο της διεργασίας). Το διάλυμα αντλείται συνεχώς στον αναγεννητή (γεννήτρια ατμού), όπου επιτυγχάνεται η αναγέννηση του διαλύματος χρησιμοποιώντας θερμότητα (θερμότητα αναγέννησης/ τροφοδοσίας) (π.χ. ζεστό νερό από ηλιακά). Το ψυκτικό μέσο στη συνέχεια, συμπυκνώνεται στο συμπυκνωτή και κυκλοφορεί με τη βοήθεια μιας στραγγαλιστικής/ εκτονωτικής βαλβίδας πάλι στον εξατμιστή




Εικόνα 6-2 : Τυπικός ψύκτης απορρόφησης αμέσου και εμμέσου καύσεως

**ΝΕΡΟ ΨΥΞΗΣ** :Απαγωγή θερμότητας που απελευθερώνεται απο την απορρόφηση υδρατμών απο LiBr υγροποίηση υδρατμών & μείωση θερμοκρασίας του νερού στο δοχείο συμπύκνωσης.

**ΓΕΝΝΗΤΡΙΑ:**Αναγέννηση LiBr: θέρμανση διαλύματος εξάτμιση υδρατμών.

**ΣΥΜΠΥΚΝΩΤΗΣ:** Υγροποίηση υδρατμών που παράγονται στη γεννήτρια και οδηγούνται στον εξατμιστή.

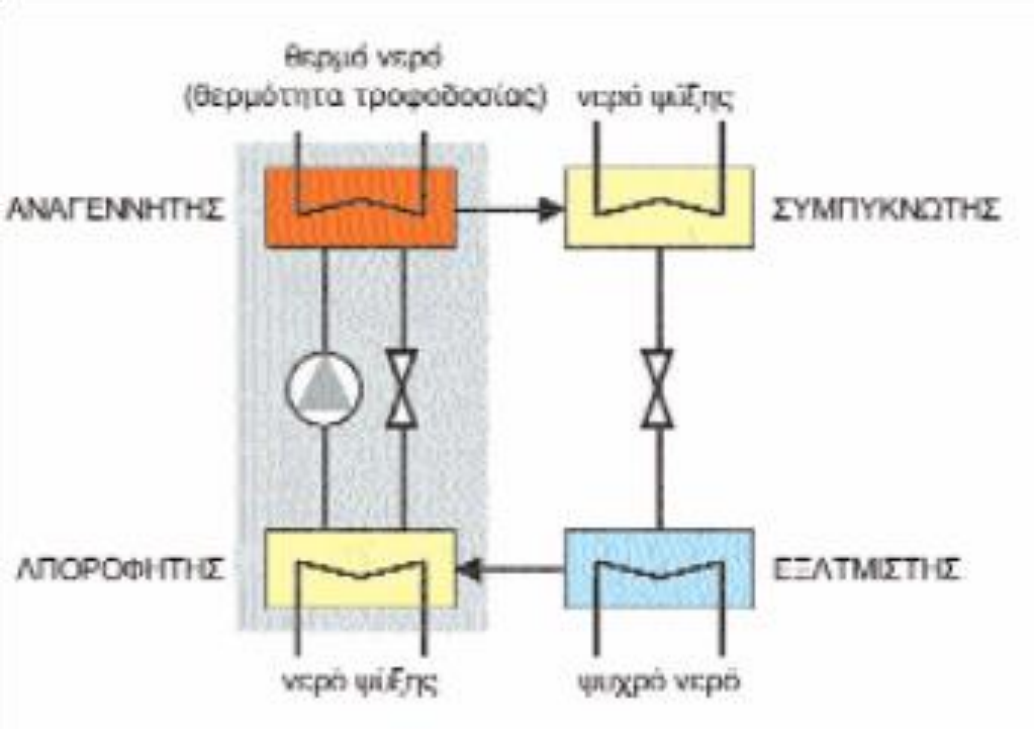
**ΕΝΑΛΛΑΚΤΗΣ:**Ψύξη και επιστροφή στο δοχείο απορρόφησης.

ΑΠΟΡΡΟΦΗΤΗΡΑΣ & ΕΞΑΤΜΙΣΤΗΣ:

Δοχεία σε κενό, ο χώρος καλύπτεται απο υδρατμούς

Διάλυμα LiBr απορροφά υδρατμούς (χαμηλή πίεση) που οδηγεί τους υδρατμούς απο τον εξατμιστή στον απορροφητήρα

Στην παρακάτω <u>εικόνα 3</u> παρουσιάζεται σηματικά το πώς λειτουργεί ένας τυπικός ψύκτης απορρόφησης.




<u>Σχήμα 6-1</u>:Σχηματική απεικόνιση ψύκτη απορρόφησης

## *6.3 Βαθμός απόδοσης ψυκτικών μονάδων (Coefficient of Performance)*

Ο βαθμός απόδοσης των ψυκτικών μηχανών συνήθως αναφέρεται στο 100% του ονομαστικού φορτίου τους και αναφέρεται ως COP. Ο βαθμός COP είναι ίσος με την ωφέλιμη ψυκτική ισχύ της μονάδας προς την καταναλισκόμενη ηλεκτρική ή θερμική.

Ο πίνακας 1 συνοψίζει τους χαρακτηριστικούς βαθμούς COP ανά τύπο ψύκτη. Οι ψύκτες λειτουργούν το 99% του χρόνου σε off-design συνθήκες (όχι στο 100% της ονομαστικής ισχύος τους) για αυτό ο $IPLV_{cop\ basis}$ (Integrated part-load value) είναι πολύ πιο σημαντικός από τον COP στο πλήρες φορτίο (100%) σε υπολογισμούς μεγέθους ψυκτικής μονάδας με βάση τη μέση ετήσια ζήτηση των μηνών του καλοκαιριού.

Πίνακας 6-1: Βαθμός απόδοσης ψυκτικών μονάδων

| **Τύπος μηχανήματος** | **COP** ($KW_{cooling}/KW$) | |
|---|---|---|
| **Απευθείας εκτόνωσης** | Split Unit | 2.50 – 3.20 |
| | Packaged | 2.00 – 2.50 |
| **Αερόψυκτος ψύκτης νερού** | Σπειροειδής/Screw | 2.50 – 3.20 |
| **Υδρόψυκτος ψύκτης νερού** | Παλινδρομικός | 3.00 – 4.00 |
| | Σπειροειδής/Screw | 4.00 – 5.00 |
| | Φυγοκέντρισης | 5.00 – 7.00 |
| **Ψύκτες απορρόφησης** | Μονής Ενέργειας | 0.60 – 0.80 |
| | Διπλής Ενέργειας | 1.00 – 1.40 |

Ο υπολογισμός του IPLV ανταποκρίνεται στο πρότυπο ARI standard 500/590-98 και δίδεται από την σχέση 1:

$$IPLV = 0.17 * A + 0.39 * B + 0.33 * C + 0.11 * D$$

**Σχέση 1**

όπου οι δεκαδικοί εκφράζουν το ποσοστό του συνολικού χρόνου στο οποίο ο ψύκτης δουλεύει με απόδοση COP **A** (100%), **B** (75%), **C** (50%) και **D** (25%).

Σε ερευνητικό επίπεδο βρίσκονται οι ψύκτες τριπλής ενέργειας. Οι διπλής ενέργειας έχουν μεγαλύτερη απόδοση τουλάχιστον κατά 40% σε σχέση με της μονής αλλά είναι κατά 3 (τρεις) φορές ακριβότεροι από τους μονής ενεργείας. Οι μονής ενέργειας επιπλέον έχουν μικρό όγκο και καταλαμβάνουν λιγότερο χώρο. Επιπλέον δεν απαιτούν νερό υψηλής θερμοκρασίας ή συνηθέστερα ατμό που ο χειρισμός του θα προκαλούσε προβλήματα και θα απαιτούσε περισσότερο εξειδικευμένο προσωπικό.

## *6.4 Κόστος συστημάτος*

Οι ψύκτες απορρόφησης αποτελούν σημαντικό ποσοστό του κόστους επένδυσης ενός συστήματος τριπαραγωγής αλλά και του κόστους λειτουργίας και συντήρησης (O&M cost). Κοστίζουν από 200 έως 850 €/RT εγκατεστημένοι, αλλά κατά την διάρκεια της ωφέλιμης ζωής τους, 15 – 25 χρόνια, θα αποσβέσουν το κόστος εγκατάστασης από την μείωση στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, από την υποκατάσταση αντίστοιχου μεγέθους ηλεκτρικού ή άμεσης καύσης φυσικού αερίου ψύκτη. Το αρχικό κόστος ψυκτών ανάλογα με την τεχνολογία τους παρουσιάζεται στον Πίνακα 2**.**

Πίνακας 6-2**:** Ποσοστιαία Συσχέτιση του αρχικού κόστους αγοράς ψυκτών διαφόρων τεχνολογιών

| **Τεχνολογία** | **Κόστος αγοράς** |
|---|---|
| Ηλεκτροκίνητες σταθερής ταχύτητας Φυγοκεντρικές | Βάση |
| Ηλεκτροκίνητες μεταβλητής ταχύτητας Φυγοκεντρικές | 25% |
| **Μικροί Σπειροειδής/Screw** | 10% |
| **Μεγάλοι Σπειροειδής**/screw | +0% |
| **Ηλεκτρονικίνητα Split** | -28% |
| Ψύκτες Απορρόφησης Μονής Ενέργειας | +35% |
| Ψύκτες Απορρόφησης Διπλής Ενέργειας | +220% |
| Ψύκτες Απορρόφησης Μονής Ενέργειας με Φυσ.Αέριο | +140% |
| Ψύκτες Απορρόφησης Διπλής Ενέργειας με Φυσ.Αέριο | +220% |
| Φυγοκεντρικές Ατμού | +185% |
| Φυγοκεντρικές Μεγάλοι Αεροστρόβιλοι | 180% |
| Φυγοκεντρικές Μικροί Αεροστρόβιλοι | +100% |

Γενικά στην περίπτωση ύπαρξης απορριπτόμενης ή φτηνής πηγής θερμότητας, η σειρά κατάταξης, ως προς την συνολική οικονομικότητα σε περίοδο 20 ετών, από την καλλίτερη τεχνολογία προς τη χειρότερη, είναι:

· Ψύκτης απορρόφησης διπλής ενεργείας εμμέσου καύσεως

· Ψύκτης απορρόφησης μονής ενεργείας εμμέσου καύσεως

· Ψύκτης απορρόφησης διπλής ενεργείας αμέσου καύσεως

· Ψύκτης απορρόφησης μονής ενεργείας αμέσου καύσεως

- Υδρόψυκτος ηλεκτροκίνητος ψύκτης

- Αερόψυκτος ηλεκτροκίνητος ψύκτης

Σε διαφορετική περίπτωση και με τους σημερινούς συνδυασμούς τιμών Φυσικού αερίου και ηλεκτρισμού οι ηλεκτροκίνητοι ψύκτες γίνονται περισσότερο ελκυστικοί

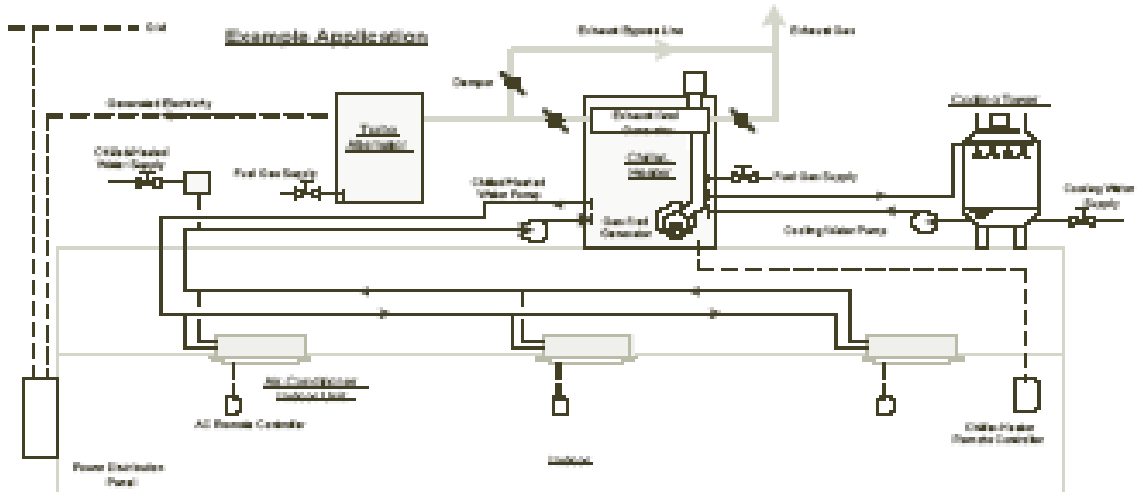
Συνήθως σε μεγάλες εγκαταστάσεις ο συνδυασμός τριπαραγωγής με ψύκτη απορρόφησης και ηλεκτροκίνητο ψύκτη, όπου ο τελευταίος αναλαμβάνει να καλύπτει το ψυκτικό φορτίο τις ώρες μη αιχμής όπου η τιμολόγηση του ηλεκτρικού ρεύματος είναι χαμηλή, παρουσιάζει τα καλλίτερα οικονομικά αποτελέσματα και μικρότερους χρόνους αποπληρωμής από ότι η 100% κάλυψη του ψυκτικού φορτίου από σύστημα τριπαραγωγής. Σε ώρες αιχμής άρα και υψηλής χρέωσης ηλεκτρικής ενέργειας, ο ψύκτης απορρόφησης καλύπτει όλο το φορτίο του κτιρίου τους λιγότερο θερμούς μήνες του καλοκαιριού ή το βασικό φορτίο του κτιρίου τους θερμούς μήνες, Ιούλιο και Αύγουστο και οι ηλεκτροκίνητοι ψύκτες ή οι ψύκτες απορρόφησης αμέσου καύσης ή ο συνδυασμός αυτών αναλαμβάνουν να καλύψουν το υπόλοιπο ψυκτικό φορτίο.

Η υβριδική στρατηγική λειτουργίας εκμεταλλεύεται τα πλεονεκτήματα της σχέσης μεταξύ φορτίου και ωριαίων χρεώσεων ηλεκτρικής ενέργειας. Το προφίλ λειτουργίας είναι δυνατό να αλλάζει καθημερινά σε ανταπόκριση με τα ωριαία τιμολόγια ηλεκτρικής ενέργειας. Παρόλα αυτά η στρατηγική παραμένει η ίδια – λειτουργία του ψύκτη που παρουσιάζει την δεδομένη χρονική στιγμή το μικρότερο κόστος. Ένα σύστημα αυτοματισμού μπορεί με τα σημερινά δεδομένα της τεχνολογίας να παρακολουθεί τις τιμές χρέωσης ηλεκτρικού ρεύματος και να αποφασίζει για την πιο συμφέρουσα οικονομικά ακολουθία λειτουργίας εξασφαλίζοντας πάντα το χαμηλότερο κόστος λειτουργίας.

Παράγοντες που επηρεάζουν την οικονομικότητα της λειτουργίας ενός ψύκτη απορρόφησης είναι το υψηλό αρχικό κόστος επένδυσης ενός συστήματος τριπαραγωγής, το κόστος και κυρίως ο τρόπος τιμολόγησης της ηλεκτρικής ενέργειας, το κόστος φυσικού αερίου και οι αποδόσεις σε μερικό φορτίο των ψυκτών απορρόφησης και των ηλεκτροκίνητων ψυκτών. Άλλωστε, δυστυχώς τα μέγιστα φορτία ψύξης εμφανίζονται πάντα σε περιόδους αιχμής του Συστήματος Ηλεκτρικής Ενέργειας.

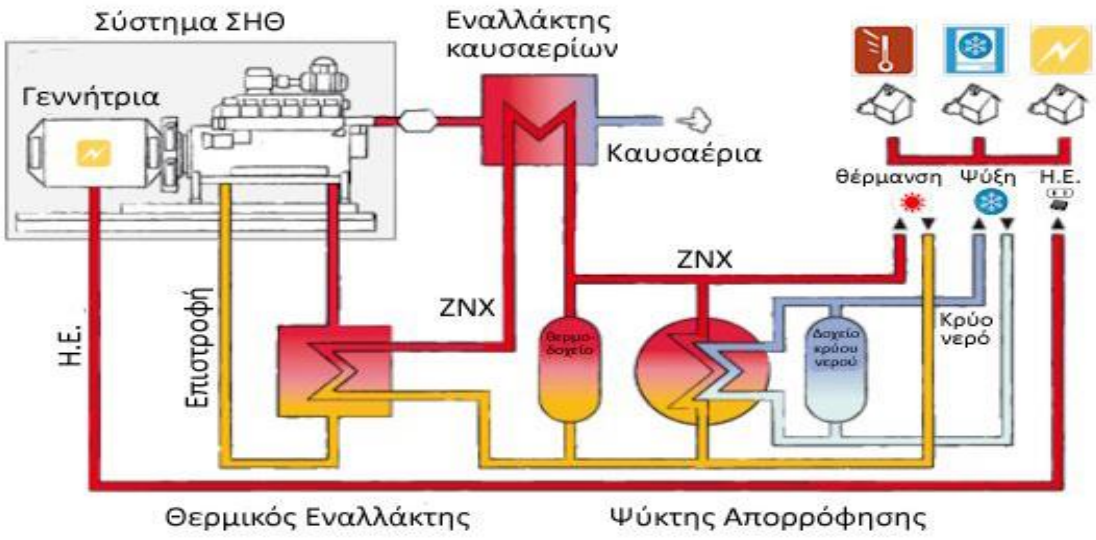
Η μονής ενέργειας μπορούν να λειτουργήσουν με τροφοδοσία ζεστού νερού από 75 oC έως 100 oC, ενώ οι διπλής ενεργείας συνήθως απαιτούν ατμό (140 oC) για να λειτουργήσουν, γεγονός που θέτει περιορισμό στο πεδίο εφαρμογής τους λόγω περιπλοκότητας των διατάξεων ατμοπαραγωγής. Αντίθετα σε Γυμναστήρια ή

Κολυμβητήρια που έχουν σχεδόν 24-ωρη λειτουργία και διαθέσιμο τεχνικό προσωπικό αποτελούν ελκυστική λύση. Σύντομα τα συστήματα Συμπαραγωγής σε μεγέθη άνω των 100 KWe θα είναι εφοδιασμένα με ψύκτες διπλής ενέργειας και θα παρουσιάζουν μεγάλη απόδοση στην χρήση αποβαλλόμενης ενέργειας αφού θα έχουν COP από 1 έως και 1.30. Η τριπαραγωγή με μηχανή μικροτουρμπίνα παρουσιάζει και ένα επιπλέον ενδιαφέρον, διότι ο ψύκτης απορρόφησης μπορεί να διοχετεύει την τυχόν περίσσια ψυκτικής ισχύ του τις ώρες μη αιχμής δροσισμού της εγκατάστασης στο να ψύχει τον αέρα εισόδου στην μικροτουρμπίνα, αυξάνοντας την απόδοσή της. Σε μεγάλα μεγέθη οι ψύκτες απορρόφησης έχουν την ανάγκη ύπαρξης ξεχωριστού πύργου ψύξεως όπως ενδεικτικά φαίνεται στην εικόνα 4.




*Εικόνα 6-3*: Τυπική εγκατάσταση δροσισμού κτιρίου με ψύκτη απορρόφησης και πύργο ψύξεως

Επειδή η ψύξη είναι εποχική λειτουργία και εμφανίζεται το καλοκαίρι όπου η τιμή του φυσικού αερίου, κύριο υποψήφιο καύσιμο σε συστήματα τριπαραγωγής, είναι χαμηλή λόγω χαμηλής ζήτησης ενώ η τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας λόγω ακριβώς της μεγάλης ζήτησης για την λειτουργία των ηλεκτροκίνητων κλιματιστικών μηχανημάτων, υψηλή, δημιουργεί το απαραίτητο χώρο για την εξάπλωση συστημάτων τριπαραγωγής με ψύκτη απορρόφησης. Με την σημερινή εξέλιξη των μικροϋπολογιστών είναι δυνατόν να αποφασίζει ο χρήστης ή ο διαχειριστής του μικροδικτύου το σημείο λειτουργίας, ηλεκτρικό και θερμικό, ενός συστήματος DG-Tri, επιλέγοντας ανεξάρτητα όποια φόρτιση επιθυμεί και μάλιστα ανεξάρτητα για ηλεκτρική και θερμική παραγωγή όπως φαίνεται στη σχηματική διαταξη παρακάτω(*εικόνα 6-4*).




Εικόνα 6-4: Σύστημα ΣΗΘ σε συνδυασμό με ψύξη απορρόφησης

## *6.5 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα ψυκτών απορρόφησης*

### 6.5.1 Πλεονεκτήματά

Πλεονεκτήματά των ψυκτών απορρόφησης αποτελούν:

- Η μη χρήση ψυκτικών μέσων που επιβαρύνουν το περιβάλλον, CFC's, HCFC's, HFC's με αποτέλεσμα η επίδραση στο φαινόμενο του θερμοκηπίου να είναι χαμηλή.
- Οι πολύ χαμηλές ηλεκτρικές καταναλώσεις.
- Τα μικρότερα κόστη λειτουργίας και συντήρησης συγκριτικά με την ηλεκτροκίνητη ψύξη.
- Τα λίγα κινούμενα μέρη που συνεπάγεται:
  - Μειωμένο κόστος συντήρησης
  - Μεγαλύτερη αξιοπιστία
- Τα μικρά επίπεδα θορύβου και δονήσεων
- Η εύκολη επέκταση της ικανότητας δροσισμού ενός κτιρίου ιδίως όταν δεν μπορεί να γίνει αναβάθμιση της ηλεκτρικής εγκατάστασης (υποσταθμός ΜΤ/ΧΤ) εύκολα.
- Η μικρότερη ανασφάλεια σε καθεστώς πλήρους απελευθέρωσης της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας.

### 6.5.2 Αντίστοιχα μειονεκτήματά τους αποτελούν:

· Ο χαμηλότερος βαθμός απόδοσης. Συγκριτικά έχουμε:

→Μονοβάθμιος κύκλος απορρόφησης COP = 0.70.

→Διβάθμιος κύκλος απορρόφησης COP = 1.25.

→Ηλεκτρικός υδρόψυκτος ψύκτης COP = 5.

· Η υψηλή απορριπτόμενη θερμότητα (heat rejection), υψηλότερες απαιτήσεις σε μέγεθος πύργου ψύξης (υψηλότερη ηλεκτρική κατανάλωση και σπατάλη νερού).

· Το μεγαλύτερο μέγεθος μηχανής (φυσικές διαστάσεις).

· Το υψηλότερο κόστος επένδυσης ανά ψυκτικό KW σε σχέση με τους συμβατικούς ηλεκτρικούς ψύκτες.

· Η μικρότερη ευελιξία σε διακυμάνσεις του ψυκτικού φορτίου.

· Ο μεγάλος χρόνος εκκίνησης (θερμική αδράνεια)

. Το μειωμένο εύρος εφαρμογών.

· Η απαίτηση ύπαρξης εγκατάστασης ψυχρού νερού.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 : Απαιτούμενες κατασκευές για την εγκατάσταση μονάδων ΣΗΘ (εμφασή στα micro-CHp)

## *7.1 Μεθοδολογία επιλογής μονάδας CHP*

Η επιλογή του βέλτιστου συστήματος συμπαραγωγής πρέπει να βασιστεί στα κριτήρια που διευκρινίζονται από τον επενδυτή και το χρήστη του συστήματος, που εξετάζουν την οικονομική επίδοση, την ενεργειακή απόδοση , τη συνεχή λειτουργία ή άλλα στοιχεία. Υπάρχει ένα σύνολο από αποφάσεις που πρέπει να ληφθούν σχετικά με τον τύπο συστήματος συμπαραγωγής που θα χρησιμοποιηθεί :

- Αριθμός μονάδων και η ισχύς της καθεμιάς από αυτές ,
- Εναλλάκτες θερμότητας,
- Ανάγκη για αποθήκευση ποσών θερμότητας ή ηλεκτρικής ενέργειας ,
- Τρόπος σύνδεσης με το δίκτυο(μονόδρομη , αμφίδρομη, ανυπαρξία σύνδεσης)

Επιπλέον, η διαθεσιμότητα ποσών θερμότητας μπορεί να οδηγήσει στην έρευνα για τη δυνατότητα εγκατάστασης ψύκτη απορρόφησης, αν είναι απαραίτητο, η οποία θα έχει επιπτώσεις στο φορτίο και συνεπώς στο μέγεθος της μονάδος . Οποιαδήποτε απόφαση πρέπει να λαμβάνει υπόψη τις νομικές και νομοθετικές απαιτήσεις, οι οποίες μπορούν να επιβάλουν όρια όπως το επίπεδο θορύβου, εκπομπή των ρύπων, συνολική λειτουργούσα αποδοτικότητα.

Ολόκληρη η δραστηριότητα από την αρχική σύλληψη ως το τελικό σχέδιο μπορεί να διαιρεθεί σε τρία στάδια:

1. Προκαταρκτική αξιολόγηση.

2. Μελέτη σκοπιμότητας και επιλογή συστημάτων.

3. Λεπτομερής ανάλυση.

Οι ενέργειες που εκτελούνται σε κάθε στάδιο περιγράφονται εν συντομία παρακάτω .

### 7.1.1 Προκαταρκτική αξιολόγηση

Μια επιθεώρηση της περιοχής εκτελείται προκειμένου να γίνει μια πρώτη αξιολόγηση εάν οι τεχνικοί όροι είναι ή όχι τέτοιοι που η συμπαραγωγή να μπορεί να είναι οικονομικά βιώσιμη. Οι πτυχές που εξετάζονται περιλαμβάνουν τα εξής :

- Επίπεδα και διάρκεια των ηλεκτρικών και θερμικών φορτίων.
- Μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας που θα μπορούσαν να εφαρμοστούν πριν από τη συμπαραγωγή.
- Οποιαδήποτε σχέδια για τις αλλαγές, οι οποίες θα είχαν επιπτώσεις στα ηλεκτρικά και θερμικά φορτία.
- Συμβατότητα των θερμικών φορτίων με τη θερμότητα που παρέχεται από τις διαθέσιμες τεχνολογίες συμπαραγωγής.
- Διαθεσιμότητα χώρου για την τοποθέτηση του συστήματος συμπαραγωγής.
- Δυνατότητα να διασυνδεθεί με το ηλεκτρικό και θερμικό σύστημα της εγκατάστασης.
- Στις μεγάλες εγκαταστάσεις , μια προκαταρτική μελέτη είναι ενδεδειγμένη για μια καλύτερη αξιολόγηση.

### 7.1.2 Μελέτη σκοπιμότητας και επιλογή συστημάτων

Είναι το κρίσιμο στάδιο, το οποίο θα καθορίσει εάν η συμπαραγωγή είναι οικονομικά βιώσιμη και ποιο είναι το καλύτερο σύστημα για την συγκεκριμένη ιδιαίτερη εφαρμογή. Περιλαμβάνει τις ακόλουθες ενέργειες :

**1.** συλλογή των στοιχείων και ο σχεδιασμός των σχεδιαγραμμάτων φορτίων για τις διάφορες ενεργειακές μορφές: ηλεκτρική ενέργεια, θερμότητα υπό μορφή ατμού σε διάφορα επίπεδα πίεσης και θερμοκρασίας, θερμότητα υπό μορφή καυτού ύδατος κατόπιν των διάφορων θερμοκρασιών, απαιτήσεων ψύξης κλπ..Τα σχεδιαγράμματα φορτίων μπορούν να γίνουν για τις χαρακτηριστικές ημέρες της εβδομάδας, για τα Σαββατοκύριακα, για τους διάφορους μήνες και εποχές. Απαιτείται προσδιορισμός των καμπυλών ζήτησης

**2.** συλλογή των πληροφοριών για τις τιμές ηλεκτρικής ενέργειας και καυσίμων, καθώς επίσης και για τα νομικά και νομοθετικά ζητήματα.

**3.** επιλογή της τεχνολογίας συμπαραγωγής που μπορεί να παρέχει την ποιότητα της θερμότητας που απαιτείται. Το power to heat ratio είναι ένα πρόσθετο κριτήριο για την επιλογή αλλά όχι πολύ αυστηρό, αφού αυτό είναι ικανό να αλλάξει με πρόσθετο εξοπλισμό

**4.** επιλογή του αριθμού μονάδων και της ικανότητας κάθε μονάδας. Από την άποψη της ενεργειακής απόδοσης, η επιλογή πρέπει να είναι τέτοια που ώστε να έχουμε την μικρότερη δυνατή απόρριψη θερμότητας στο περιβάλλον.

**5.** επιλογή του τρόπου λειτουργίας και υπολογισμός της ενέργειας και οικονομικών στοιχείων της εγκατάστασης . Οι υπολογισμοί μπορούν να επαναληφθούν για τους διάφορους τρόπους λειτουργίας.

**6.** οι ενέργειες 3, 4 και 5 επαναλαμβάνονται για άλλους συνδυασμούς τεχνολογίας, αριθμού και ικανότητας των μονάδων, πρόσθετου εξοπλισμού και τρόπου λειτουργίας.

**7.** Το σύστημα με την καλύτερη απόδοση επιλέγεται.

## *7.2 Κανονισμοί Σύνδεσης ΣΗΘ στο Δίκτυο (Ελλάδα)*

Για ΣΗΘ εγκατεστημένης ισχύος έως 100 kWp η σύνδεση του Σταθμού γίνεται

στην χαμηλή τάση (Χ.Τ.) ενώ για σταθμούς εγκατεστημένης ισχύος πάνω από 100 kWp η σύνδεση γίνεται στην μέση τάση (Μ.Τ.).

Ειδικά οι εγκαταστάσεις έως και 5kWp συνδέονται μονοφασικά με το δίκτυο Χ.Τ. ενώ έως 100 kWp η σύνδεση γίνεται τριφασικά, και εφόσον ο Σταθμός βρίσκεται δίπλα στο δίκτυο, το κόστος της σύνδεσης είναι περίπου 4.000 Ευρώ.

Η αίτηση σύνδεσης στην Χ.Τ. γίνεται στο τμήμα διαχείρισης δικτύου στα τοπικά γραφεία της Δ.Ε.Η..

Για σταθμούς εγκατεστημένης ισχύος πάνω από 100 kWp το κόστος της σύνδεσης είναι περίπου 15.000 Ευρώ και η αίτηση σύνδεσης γίνεται στην Διεύθυνση Διαχείρισης Δικτύου στα κεντρικά γραφεία της Δ.Ε.Η. στην Αθήνα.

Για την απαλλοτρίωση ακινήτων ή τη σύσταση επ' αυτών εμπραγμάτων δικαιωμάτων υπέρ του κατόχου της άδειας παραγωγής του συνδεόμενου Σταθμού, με σκοπό την εγκατάσταση των έργων σύνδεσης, εφαρμόζονται αναλόγως οι διατάξεις του Άρθρου 15 του Ν.3175/2003 (Φ.Ε.Κ. 207 Α΄). Κατά τα λοιπά εφαρμόζονται αναλόγως, υπέρ του κατόχου της άδειας παραγωγής, οι διατάξεις της Παραγράφου 8 του Άρθρου 9 του Ν.2941/2001. Οι απαιτούμενες εγκρίσεις για την εγκατάσταση των έργων σύνδεσης, κατά τα προηγούμενα εδάφια, χορηγούνται σύμφωνα με τις αναλόγως εφαρμοζόμενες διατάξεις της κείμενης νομοθεσίας που αφορούν τον Κύριο του Συστήματος ή του Δικτύου.

Με βάση την παράγραφο 1 του Άρθρου 11 του Ν.3468/2006 σε περίπτωση που η εγκατάσταση βρίσκεται κοντά στο δίκτυο υψηλής τάσης (Υ.Τ.) και η σύνδεση πρέπει να γίνει μέσω υποσταθμού Μ.Τ. προς Υ.Τ., που βρίσκεται εκτός του χώρου του σταθμού, ο κάτοχος της άδειας παραγωγής του συνδεόμενου Σταθμού μπορεί να κατασκευάζει τα έργα σύνδεσης, από τα όρια του Σταθμού μέχρι τα όρια του Συστήματος ή του Δικτύου, σύμφωνα με την παράγραφο 4 του Άρθρου 2 του Ν.2941/2001 και να αποκτά τη διαχείριση των έργων αυτών, σύμφωνα με όσα προβλέπονται στους αντίστοιχους Κώδικες Διαχείρισης.

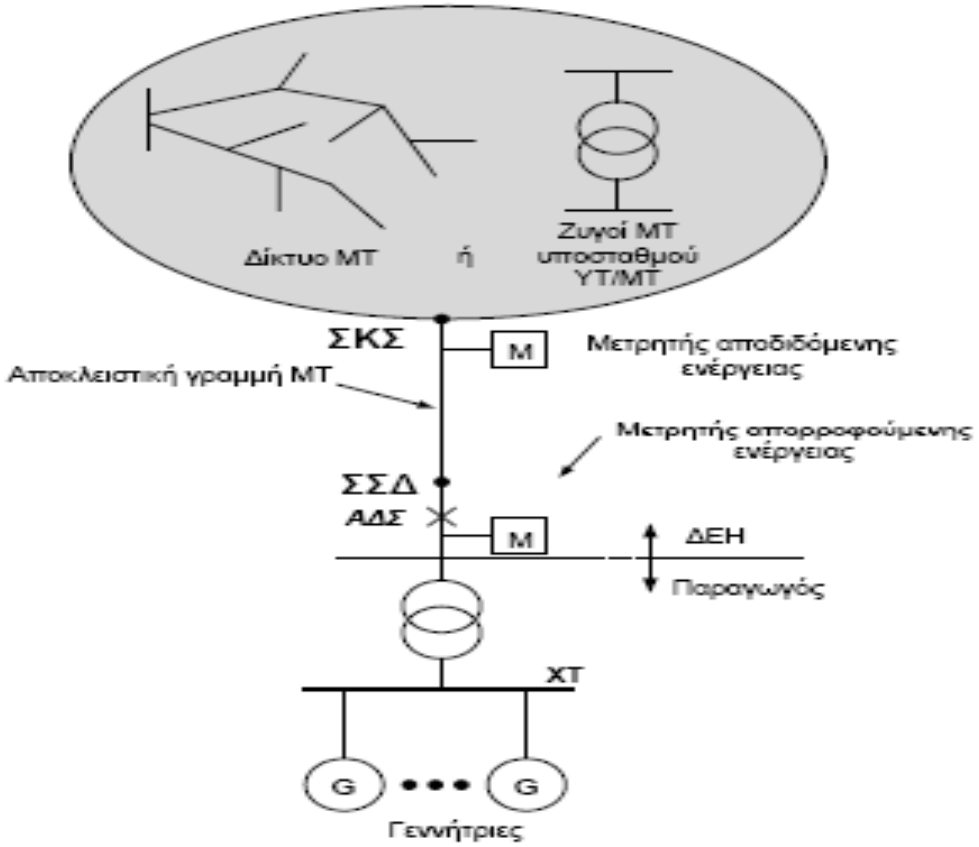
### 7.2.1 Τεχνικές Απαιτήσεις Σύνδεσης στο Σύστημα

Οι τεχνικές απαιτήσεις για τη σύνδεση ΑΠΕ και ΣΗΘΥΑ. με το σύστημα όπως καθορίζονται αυτές από τη Δ.Ε.Η. είναι:

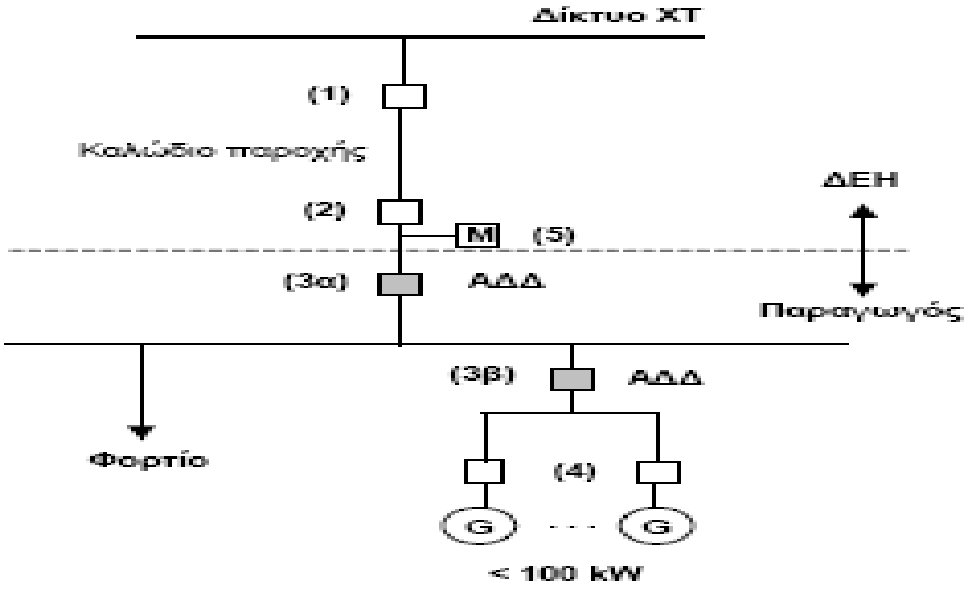
| | **Διασυνδεδεμένο Σύστημα** | **Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά** |
|---|---|---|
| **Τάση** | -20% έως +15% της ονομαστικής | -20% έως +15% της ονομαστικής |
| **Συχνότητα** | +/- 0,5 Hz | από 51 Hz έως 47,5 Hz |

Πίνακας 7-1: προεπιλεγμένες τιμές ρυθμίσεων των προστασιών ορίων τάσεως και συχνότητας

Στις Εικόνες 7-1 και 7-2 δείχνονται οι τυπικές συνδέσεις ΣΗΘ (συμβολίζονται ως G) στο δίκτυο Χ.Τ.. Στα σχήματα αυτά φαίνονται επίσης και το σημείο σύνδεσης με το δίκτυο (Σ.Σ.Δ.) που είναι το σημείο του δικτύου Μ.Τ. ή Χ.Τ. όπου συνδέονται οι εγκαταστάσεις του παραγωγού και βρίσκεται πάντοτε στην έξοδο των εγκαταστάσεων αυτών, αλλά και το σημείο κοινής σύνδεσης (Σ.Κ.Σ.) που είναι το πλησιέστερο προς τις εγκαταστάσεις του παραγωγού σημείο του δικτύου, στο οποίο συνδέεται (ή μπορεί να συνδεθεί μελλοντικά) άλλος καταναλωτής ή παραγωγός. Στην Εικόνα 8-1 φαίνεται επίσης και το σχήμα του αυτόματου διακόπτη διασύνδεσης (Α.Δ.Δ.).

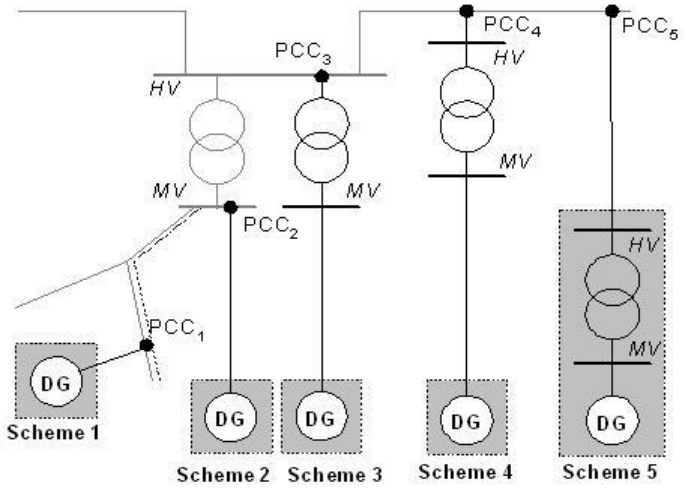



Εικόνα 7-1:Τυπική σύνδεση Α.Π.Ε στο δίκτυο χαμηλής τάσης




Εικόνα 7-2:Τυπική σύνδεση Α.Π.Ε.διεσπαρμένης παραγωγής στο δίκτυο Χ.Τ.

Στην Εικόνα 7-3 δείχνεται η τυπική σύνδεση Α.Π.Ε. (συμβολίζονται με D.G.) στη Μ.Τ. (Μ.V.) αλλά και στην Υ.Τ. (Η.V.) μέσω Μ/Σ μέσης προς υψηλή τάση. Στο σχήμα αυτό φαίνονται επίσης και τα διάφορα σημεία κοινής σύνδεσης (P.C.C.).




Εικόνα 7-3**:** Τυπική σύνδεση Α.Π.Ε. διεσπαρμένης παραγωγής στο δίκτυο μέσης (Μ.V.) αλλά και υψηλής (Η.V.) μέσω Μ/Σ μέσης προς υψηλή τάση.

### 7.2.2 Ιδιαιτερότητες για παραγωγή με DC τάση

Ιδιαίτερα τώρα για τις ΣΗΘ εγκαταστάσεις σε περίπτωση υπέρβασης των πιο πάνω ορίων, **<u>όταν</u>** εχουμε αντιστροφέα, δηλαδή σε Κυψέλες Καυσίμου θα τίθεται εκτός (αυτόματη απόζευξη) με τις ακόλουθες χρονικές ρυθμίσεις:

- θέση εκτός του αντιστροφέα σε 0,5 sec
- ανάζευξη του αντιστροφέα μετά από 3 min

Για τις εγκαταστάσεις συμπαραγωγης ισχύουν επίσης και άλλοι τεχνικοί περιορισμοί όπως:

- Η Ολική Αρμονική Παραμόρφωση (T.H.D.) του ρεύματος των αντιστροφέων δεν θα πρέπει να υπερβαίνει το 5%.
- Εφόσον οι αντιστροφείς δεν διαθέτουν μετασχηματιστή απομόνωσης, η έγχυση συνεχούς ρεύματος θα πρέπει να περιορίζεται στο 0,5% του ονομαστικού.
- Η προστασία έναντι του φαινομένου της νησιδοποίησης είναι υποχρεωτική. Στο αντίστοιχο πεδίο του εντύπου αίτησης θα περιγράφεται η ακολουθούμενη μέθοδος, η οποία θα είναι σύμφωνη με το πρότυπο V.D.E. 0126.

- Οι ανωτέρω προστασίες θα εμφανίζονται είτε στα τεχνικά εγχειρίδια των αντιστροφέων είτε στα πιστοποιητικά τους.

Πρόβλεψη προστασίας απόζευξης του Σταθμού μέσω διατάξεων του αντιστροφέα ή με άλλο τρόπο, εις τρόπον ώστε ο σταθμός να αποσυνδέεται τόσο σε περίπτωση έλλειψης τάσης από το δίκτυο της Δ.Ε.Η. (προς αποφυγή του φαινομένου της νησιδοποίησης) όσο και στην περίπτωση που η τάση και η συχνότητα αποκλίνουν των πιο πάνω ορίων:

Εάν κατά τη λειτουργία διαπιστωθούν προβλήματα αρμονικών, έγχυσης συνεχούς τάσεως στο Δίκτυο κ.λπ., θα πρέπει ο Παραγωγός να λάβει τα κατάλληλα μέτρα (π.χ. φίλτρα), που θα του υποδείξει η Δ.Ε.Η., προς άρση των προβλημάτων αυτών.

### 7.2.3 Ένταξη Σταθμών Α.Π.Ε. στο Σύστημα με Βάση το Νέο Νόμο 3468/2006

Σύμφωνα με το Άρθρο 9 του Ν.3468/2006 σχετικά με την Ένταξη σταθμών Α.Π.Ε. στο Σύστημα ή το Διασυνδεδεμένο Δίκτυο, για Σταθμούς Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας από Α.Π.Ε. που συνδέονται με το Σύστημα ή το Δίκτυο, εκτός από το Δίκτυο των Μη Διασυνδεδεμένων Νησιών, εφόσον δεν τίθεται σε κίνδυνο η ασφάλεια του Συστήματος ή του Δικτύου, ο αρμόδιος Διαχειριστής του Συστήματος ή του Δικτύου υποχρεούται, κατά την κατανομή του Φορτίου, να δίνει προτεραιότητα σε διαθέσιμες εγκαταστάσεις παραγωγής, στις οποίες η ηλεκτρική ενέργεια παράγεται από Α.Π.Ε., ανεξάρτητα από την Εγκατεστημένη Ισχύ τους.

Στο σημείο αυτό αποσαφηνίζεται ποιος είναι ο Διαχειριστής του Συστήματος και ποιος ο Διαχειριστής του Δικτύου. Για την ηπειρωτική Ελλάδα δηλαδή το διασυνδεδεμένο Σύστημα Διαχειριστής του Συστήματος είναι ο Δ.Ε.ΣΜ.Η.Ε. ενώ Διαχειριστής του Δικτύου η Δ.Ε.Η. Για τα Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά (Μη Διασυνδεδεμένο Σύστημα) Διαχειριστής και του Συστήματος και του Δικτύου είναι η Δ.Ε.Η.

Σύμφωνα με το Άρθρο 10 του Ν.3468/2006 σχετικά με την Ένταξη σταθμών Α.Π.Ε. στα Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά ορίζεται, ότι ο αρμόδιος Διαχειριστής αυτών υποχρεούται να απορροφά, κατά προτεραιότητα, την ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από Σταθμό Α.Π.Ε. Παραγωγού ή Αυτοπαραγωγού.

Εκτός από την περίπτωση που αναφέρθηκε στην παράγραφο 2.2.1. για τη σύνδεση Σταθμού στην Υ.Τ. μέσω υποσταθμού μέσης προς Υ.Τ., σύμφωνα με το Άρθρο 11 του Ν.3468/2006 σχετικά με τη Σύνδεση Σταθμών Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας από Α.Π.Ε. με το Σύστημα ή το Δίκτυο ορίζονται τα εξής:

Για την απαλλοτρίωση ακινήτων ή τη σύσταση επ' αυτών εμπραγμάτων δικαιωμάτων υπέρ του κατόχου της άδειας παραγωγής του νεοσυνδεόμενου Σταθμού, με σκοπό την εγκατάσταση των έργων σύνδεσης, εφαρμόζονται αναλόγως οι διατάξεις του Άρθρου 15 του Ν.3175/2003 (Φ.Ε.Κ. 207 Α΄). Κατά τα λοιπά εφαρμόζονται αναλόγως, υπέρ του κατόχου της άδειας παραγωγής, οι διατάξεις της Παραγράφου 8 του Άρθρου 9 του Ν.2941/2001. Οι απαιτούμενες εγκρίσεις για την εγκατάσταση των έργων σύνδεσης, χορηγούνται σύμφωνα με τις αναλόγως εφαρμοζόμενες διατάξεις της κείμενης νομοθεσίας που αφορούν τον Κύριο του Συστήματος ή του Δικτύου.

Για την κατασκευή των έργων σύνδεσης, ο κάτοχος άδειας παραγωγής εκπονεί σχετική μελέτη, σύμφωνα με τους όρους και τις προδιαγραφές σύνδεσης που ορίζει ο αρμόδιος Διαχειριστής του Δικτύου (Δ.Ε.Η.), ο οποίος και εγκρίνει τη μελέτη αυτή. Πριν από την έγκριση της μελέτης, ο αρμόδιος Διαχειριστής γνωστοποιεί στον οικείο οργανισμό τοπικής αυτοδιοίκησης πρώτου βαθμού, τα βασικά στοιχεία της μελέτης που αφορούν τη χωροθέτηση των έργων σύνδεσης, για την ενημέρωση των ιδιοκτητών στα ακίνητα των οποίων πρόκειται να εγκατασταθούν τα έργα αυτά.

Αν συνδεθεί και άλλος χρήστης με τα έργα σύνδεσης, η διαχείριση του τμήματος των έργων που χρησιμοποιούνται από αυτόν παραχωρείται, από τον κάτοχο της άδειας του σταθμού Α.Π.Ε., στον αρμόδιο Διαχειριστή, ο οποίος υπεισέρχεται στα σχετικά δικαιώματα και τις υποχρεώσεις. Στην περίπτωση αυτή, η κυριότητα του εδάφους που καταλαμβάνεται από τα έργα σύνδεσης του ανωτέρω τμήματος, καθώς και τα αντίστοιχα έργα σύνδεσης, μεταβιβάζονται στον Κύριο του Δικτύου, ο οποίος καταβάλλει, για την κυριότητα του εδάφους, σχετικό αντάλλαγμα. Ο νέος χρήστης καταβάλλει στον κάτοχο της άδειας παραγωγής του συνδεδεμένου σταθμού αντάλλαγμα, το οποίο καθορίζεται και καταβάλλεται σύμφωνα με τις διατάξεις του Κώδικα Διαχείρισης του Συστήματος και Συναλλαγών Ηλεκτρικής Ενέργειας για την υλοποίηση έργων επέκτασης για σύνδεση. Το αντάλλαγμα χρήσης του εδάφους που αναλογεί στα έργα σύνδεσης δεν καταβάλλεται, κατά τα ανωτέρω, αν κύριος του εδάφους είναι το Δημόσιο. Με τους Κώδικες Διαχείρισης του Συστήματος και του Δικτύου που προβλέπονται, αντίστοιχα, στις διατάξεις των Άρθρων 19 και 23 του Ν. 2773/1999, όπως ισχύει, καθορίζονται, μετά από εισήγηση του αρμόδιου Διαχειριστή και σύμφωνη γνώμη της Ρ.Α.Ε., η διαδικασία και τα κριτήρια καθορισμού του ανταλλάγματος που καταβάλλεται για τη μεταβίβαση της κυριότητας του εδάφους και των έργων σύνδεσης, καθώς και κάθε άλλο σχετικό θέμα και αναγκαία λεπτομέρεια για την εφαρμογή των διατάξεων της παραγράφου αυτής. Με τους ίδιους Κώδικες καθορίζονται ο τύπος και το περιεχόμενο των συμβάσεων σύνδεσης Σταθμών Α.Π.Ε. με το Σύστημα ή το Δίκτυο και κάθε άλλο σχετικό θέμα και αναγκαία λεπτομέρεια.

Για τα Μη Διασυνδεδεμένα Συστήματα τώρα με την απόφαση του Υπουργού Ανάπτυξης με την οποία εγκρίνεται η Μελέτη Ανάπτυξης του Συστήματος σύμφωνα με την Παράγραφο 2 του Άρθρου 15 του Ν.2773/1999, καθορίζονται ο τρόπος κατασκευής και λειτουργίας των έργων διασύνδεσης Μη Διασυνδεδεμένου Νησιού για τη σύνδεση, με το Σύστημα αυτό, σταθμών Α.Π.Ε., καθώς και ο επιμερισμός των σχετικών δαπανών, με βάση την Εγκατεστημένη Ισχύ των Σταθμών αυτών, σε σχέση με τη συνολική ικανότητα μεταφοράς της διασύνδεσης.

#### 7.2.3.1 Εξοπλισμός για την προστασία

Κάθε εγκατάσταση ΣΗΘ είναι μια επένδυση για το μέλλον. Η αποδοτικότητα μιας τέτοιας επένδυσης εξαρτάται από το μέγεθος και τη δυνατότητα παραγωγής της μονάδας, τη γεωγραφική της θέση και τις κλιματολογικές συνθήκες που επικρατούν. Για αυτό το λόγο, τίθεται σαν απόλυτη προϋπόθεση η ολοκληρωμένη προστασία όλων των διασυνδεδεμένων εγκαταστάσεων, καθώς οι πιθανότητες να πληγούν αυτές οι εγκαταστάσεις από φαινόμενα όπως μεταβατικές υπερτάσεις και ανάστροφα ρεύματα μπορούν να υπολογιστούν μόνο στατιστικά και κατά προσέγγιση.

**Μικροαυτόματοι & Αυτόματοι διακόπτες ισχύος ανοιχτού ή κλειστού τύπου.**

Οι μικροαυτόματοι και οι αυτόματοι διακόπτες ισχύος προστατεύουν μια ηλεκτρική εγκατάσταση από υπερφόρτιση ή βραχυκύκλωμα. Στην περίπτωση που έχουμε κύκλωμα

συνεχούς τάσης (D.C. πλευρά), οι μικροαυτόματοι προστατεύουν κάθε στοιχείο από ρεύματα ανάστροφης φοράς καθώς επίσης και από την έγχυση εναλλασσόμενου ρεύματος (A.C.) στο κύκλωμα συνεχούς σε πιθανή βλάβη του αντιστροφέα (inverter). Κάθε κομμάτι πρέπει να προστατεύεται ξεχωριστά ώστε να εξασφαλίζεται ο περιορισμός του σφάλματος μόνο σε εκείνο το σημείο που αντιμετωπίζει το πρόβλημα, επιτρέποντας την κανονική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από την υπόλοιπη εγκατάσταση. Μετά τη διόρθωση του σφάλματος είναι εφικτή η επαναλειτουργία της παραγωγής, είτε χειροκίνητα είτε με τηλεχειρισμό. Η ευκολία με την οποία μπορεί να απομονωθεί ηλεκτρικά, για λόγους συντήρησης ή επέκτασης, κάποιο μέρος του συστήματος, αποτελεί ένα ακόμη σημαντικό πλεονέκτημα.

**Απαγωγείς υπερτάσεων**

Οι αντιστροφείς (inverters) είναι πολύ ευαίσθητα σε μεταβατικές υπερτάσεις και κρουστικά ρεύματα που προκαλούνται από κεραυνούς ή χειρισμούς μεγάλων διακοπτών. Οι απαγωγείς υπερτάσεων (αντικεραυνικά), για κυκλώματα συνεχούς τάσης, περιορίζουν αυτές τις υπερτάσεις, προστατεύοντας τον εξοπλισμό και αποτρέποντας περαιτέρω ζημιές στην εγκατάσταση. Για το λόγο αυτό θα πρέπει πάντα να λαμβάνεται υπόψη, κατά τη διάρκεια σχεδιασμού μιας τέτοιας επένδυσης, ο κίνδυνος οικονομικών απωλειών λόγω ανεπαρκούς προστασίας.

**Διακόπτες φορτίου κυκλωμάτων συνεχούς τάσης (DC)**

Οι διακόπτες φορτίου κυκλωμάτων συνεχούς τάσης χρησιμοποιούνται για τη ζεύξη ή απόζευξη ενός κυκλώματος υπό φορτίο, με ονομαστική τάση λειτουργίας έως και 1200 $V_{DC}$ για εγκαταστάσεις ΣΗΘ συστημάτων. Ο εύκολος χειρισμός τους διευκολύνει τις εργασίες συντήρησης ή επέκτασης ενός κυκλώματος, αυξάνοντας τη χρηστικότητα της εγκατάστασης και καθιστώντας τους μια άριστη επένδυση.

**Διακόπτες φορτίου κυκλωμάτων εναλλασσόμενης τάσης (AC)**

Οι διακόπτες φορτίου κυκλωμάτων εναλλασσόμενης τάσης χρησιμοποιούνται επίσης για τη ζεύξη ή απόζευξη ενός κυκλώματος υπό φορτίο. Ο εύκολος χειρισμός τους διευκολύνει τις εργασίες συντήρησης ή επέκτασης ενός κυκλώματος εναλλασσόμενης τάσης.

**Διακόπτες διαρροής.**

Οι διακόπτες διαρροής προστατεύουν το προσωπικό και τον εξοπλισμό μιας ηλεκτρικής εγκατάστασης από ηλεκτροπληξία ή εκδήλωση πυρκαγιάς. Η ύπαρξη των διακοπτών διαρροής στους πίνακες διανομής μιας εγκατάστασης είναι επιβεβλημένη.

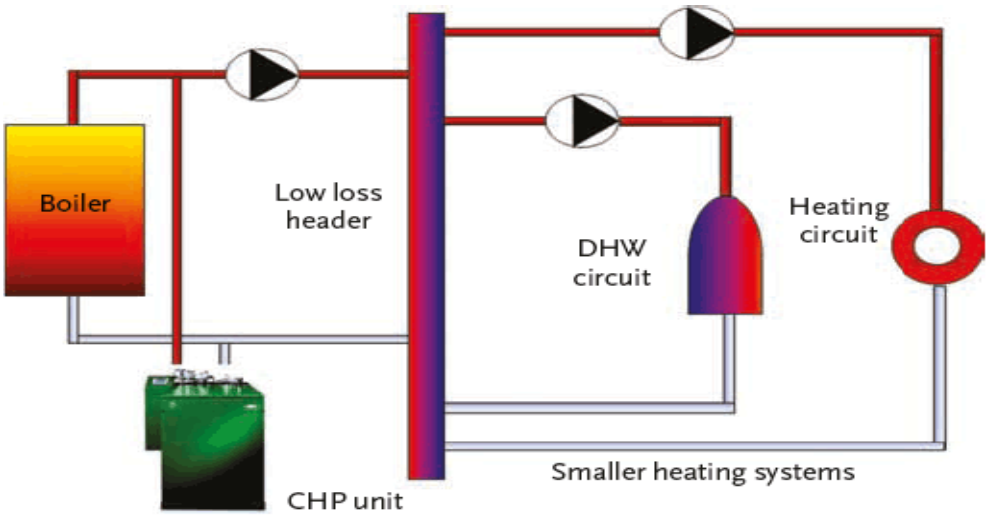
**Μετρητές ενέργειας.**

Μετρούν την ηλεκτρική ενέργεια που παράγει ένα σύστημα συμπαραγωγής.

## *7.3 Υδραυλικές εργασίες*

Συνοπτικα οι υδραυλικές εργασίες σε μια μοναδα ΣΗΘ ειναι :

### 7.3.1 ΣΩΛΗΝΩΣΕΙΣ




- Τα παρακατω σημεία θα πρέπει να προσέχονται κατά τη σύνδεση ΣΗΘ.
- Χρήση σωλήνων με αντοχή σε υψηλές θερμοκρασίες καυσαερίων (400-900)
- Καλή συναρμογή των τμημάτων για να μην έχουμε διαρροές
- Σταθερή και στιβαρή στήριξη στην οροφή
- Αρμός διαστολής στη διέλευση από τον οίχο
- Βάνες εξυδάτωσης για τα συμπυκνώματα της υγρασίας
- Θερμομόνωση σε όλο το μήκος του χώρου

Σε αυτό το σημείο αξίζει να σημειωθεί πως στην περίπτωση που έχουμε εγκατάσταση με λέβητα μπορούμε εύκολα να την μετατρέψουμε σε εγκατάσταση ΣΗΘ, δεν είναι αναγκάιο να δημιουργηθεί εξ'ολοκλήρου απο την αρχή.

#### 7.3.1.1 ΣΥΝΔΕΣΗ ΜΕ ΝΕΡΟ

Το δωμάτιο πρέπει να αερίζεται καλά, λαμβάνοντας υπόψη τις ΣΗΘ και όλες τις άλλες συσκευές θέρμανσης σήμερα. Αν η ροή του νερού μέσα από τη μονάδα ΣΗΘ είναι σχετικά χαμηλή σε σύγκριση με το συνολικό όγκο του νερού στο σύστημα, τότε η μονάδα ΣΗΘ μπορεί να συνδεθεί με προθέρμανση του νερού κυκλώματος επιστροφής πριν από την είσοδο στο κύριο εργοστάσιο λέβητα.

### 7.3.1.2 ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ

Τα Μίνι-CHP υδραυλικά διασύνδεσης με μικρότερα συστήματα θέρμανσης εξαρτώνται κυρίως από τον τύπο της μονάδας, το είδος του καυσίμου, τον κύκλο λειτουργίας (το πόσο συχνά τίθεται σε λειτουργία και τερματίζεται αυτή) και το περιβάλλον μέσα στο οποίο λειτουργεί. Εάν υπάρχει εξειδικευμένο προσωπικό τότε το κόστος συντήρησης μπορεί να μειωθεί αισθητά.

Από την άλλη υπάρχει η δυνατότητα να αναλάβει την συντήρηση κάποια εταιρεία, οπότε τα έξοδα εξαρτώνται σε αυτήν την περίπτωση από το εκάστοτε συμβόλαιο που θα υπογραφεί. Στην περίπτωση που υπάρχει ενσωματωμένο σύστημα ελέγχου της λειτουργίας της μονάδας, οι δαπάνες συντήρησης μειώνονται καθώς η συντήρηση δεν θα γίνεται για προληπτικούς λόγους, παρά μόνο όταν οι ενδείξεις του συστήματος ελέγχου δείχνουν ότι απαιτείται κάτι τέτοιο.

Εξαρτώνται κυρίως από τον τύπο της μονάδας, το είδος του καυσίμου, τον κύκλο λειτουργίας (το πόσο συχνά τίθεται σε λειτουργία και τερματίζεται αυτή) και το περιβάλλον μέσα στο οποίο λειτουργεί. Εάν υπάρχει εξειδικευμένο προσωπικό τότε το κόστος συντήρησης μπορεί να μειωθεί αισθητά. Από την άλλη υπάρχει η δυνατότητα να αναλάβει την συντήρηση κάποια εταιρεία, οπότε τα έξοδα εξαρτώνται σε αυτήν την περίπτωση από το εκάστοτε συμβόλαιο που θα υπογραφεί. Στηνπερίπτωση που υπάρχει ενσωματωμένο σύστημα ελέγχου της λειτουργίας της μονάδας, οι δαπάνες συντήρησης μειώνονται καθώς η συντήρηση δεν θα γίνεται για προληπτικούς λόγους, παρά μόνο όταν οι ενδείξεις του συστήματος ελέγχουδείχνουν ότι απαιτείται κάτι τέτοιο.

Η συντήρηση του λέβητα χρειάζεται τα εξής:

Α ) Έλεγχος διαρροών

Β ) Έλεγχος για διαφυγή καυσαερίων.

Γ) Έλεγχος μόνωσης.

Δ ) Καθαρισμός.

Ενώ ως αναφορα την συντήρηση μονάδας ΣΗΘ ισχύουν τα παρακάτω:

Τα βασικά μέρη τα οποία χρήζουν αντικατάσταση είναι τα εξής:

- Λάδια μηχανής
- Φίλτρα μηχανής
- Φίλτρα αέρος
- Αναφλεκτήρας (μπουζί)
- Καλώδια ανάφλεξης

Τα σημεία οπτικού ελέγχου είναι τα ακόλουθα:

- Ψυκτικό υγρό
- Πίνακας ηλεκτρονικού ελέγχου
- Τριοδικός καταλύτης
- Αντικραδασμικά
- Καλωδιώσεις από συσκευή προς πίνακα ελέγχου
-

Τα σημεία ρύθμισης είναι:

- Ρύθμιση αερίου
- Ρυθμίσεις εκπομπών καυσαερίων

## *7.4 Οικοδομικές εργασίες*

Συνοπτικα οι οικοδομικές εργασίες που απαιτούνται για την εγκατάσταση μίας μονάδας ΣΗΘ ειναι :

### 7.4.1 8.4.1 Τυπικές διαστάσεις μικρών ΣΗΘ

Οι μονάδες συμπαραγωγής έχουν διαφορετικά μεγέθη που κυμαίνονται από ηλεκτρική ισχύ μικρότερη των 5 kWe (π.χ για μονοκατοικία) μέχρι 500 MWe (πχ για τηλεθέρμανση ή βιομηχανική συμπαραγωγή). Οι μονάδες **μικρής κλίμακας για παράδειγμα** είναι πλεονεκτικότερες αν βρίσκονται κοντά στη ζήτηση θερμότητας και ηλεκτρισμού και ιδανικά κατασκευάζονται για να καλύψουν αυτές τις ανάγκες. Μια μικρής κλίμακας ΣΗΘ έχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά.

| | |
|---|---|
| Διαστάσεις (ύψος x πλάτος x βάθος σε εκατοστά) | 108 x 74 x 137 |
| Παραγωγή θορύβου | 56 dB (A) 2μ. απόσταση |
| Βάρος | 395 kg |

### 7.4.2 8.4.2 ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΚΑΥΣΙΜΟΥ

Πρέπει να υπάρχει επαρκές μέγεθος για να αποφεύγεται η υπερθέρμανση του καυσίμου. Επίσης το ύψος πρέπει να είναι συμβατό με τις απαιτήσεις της μηχανής και η αναρρόφηση τουλάχιστον 5 πόντους.

Το σύστημα πρέπει να διαθέτει βάνα εξυδάτωσης και ο εξαερισμός να είναι στο υψηλότερο σημείο ώστε να διατηρείται η ατμοσφαιρική πίεση. Να αναφέρουμε πως η πυροσβεστική απαιτεί να είναι σε διαφορετικό χώρο.Τέλος οι σωλήνες παροχής και επιστροφής να είναι ξεχωριστές για αποφυγή της ανακύκλωσης ζεστού καυσίμου και η διατομή των σωλήνων ίδια μ'αυτή της μηχανής.

### 7.4.3 ΥΨΟΣ ΚΑΜΙΝΑΔΑΣ

Το ύψος καμινάδας θα πρέπει να είναι περίπου 30m για προφύλαξη αλλα και αποδοτικότερη καύση του εκάστοτε καυσίμου.

### 7.4.4 ΜΟΝΩΣΗ

Όταν τοποθετούμε μονωμενο Η/Ζ σε εσωτερικό χώρο, χρειαζεται ιδιαίτερη προσοχή στην κατασκευή του αγωγού απαγωγής του θερμού αέρα, συνηθως από το πάνω μέρος του καλυμματος έως το άνοιγμα. Απαιτείται προσοχή ώστε η καμπυλότητα του αγωγού να είναι όσο γίνεται ανοιχτή και η διατομή του αγωγού να μεγαλώνει προοδευτικά από την έξοδο του καλύμματος προς το άνοιγμα στον τοίχο ώστε να διευκολύνεται η κίνηση του αέρα**.**

### 7.4.5 ΕΔΡΑΣΗ

Σύμφωνα με τις οδηγιες των κατασκευαστών το Η/Ζ πρέπει να τοποθετειται σε βαση απο μπετον και αντοχης, ελαφρως υπερυψωμένο απο το δαπεδο (15-20εκ). Σε πολλές περιπτώσεις χρειάζεται να γίνει έλεγχος για την αντοχή του δαπέδου, σε συνενόηση με τον πολιτικό μηχανικό, αφού πρώτα έχουμε πληροφορηθεί από τον κατασκευαστή το βλαρος του Η/Ζ οταν αυτό ειναι πληρες με λαδι, πετρελαιο και ψυκτικό υγρό.

### 7.4.6 ΘΟΡΥΒΟΣ

Ο θόρυβος τόσο από τη λειτουργία του ίδιου του συστήματος όσο και από την κίνηση, που αναπτύσσεται για την εξυπηρέτησή του, αυξάνει την ηχητική ρύπανση.

Επομένως απαιτείται προσεκτικός σχεδιασμός έτσι ώστε να μειωθεί η ενόχληση από την κίνηση. Συγκεκριμένα μέτρα μπορούν επίσης να μειώσουν τον θόρυβο του ίδιου του συστήματος. Τα συστήματα συμπαραγωγής θα πρέπει να πληρούν προδιαγραφές που ορίζονται από νομικά πλαίσια και σχετίζονται με τα επίπεδα θορύβου, για να προφυλαχθούν τα άτομα που ζουν στο γύρω χώρο ή δουλεύουν εκεί.

Για παράδειγμα ο θόρυβος που εκπέμπεται από μια μηχανή εσωτερικής καύσης είναι συνήθως μεγαλύτερος από 95 db. Στις βιομηχανικές εγκαταστάσεις το υψηλότερο επίπεδο θορύβου που θεωρείται ότι δεν προκαλεί μακροσκοπικά προβλήματα ακοής είναι 80db. Στις κατοικημένες περιοχές τα όρια είναι χαμηλότερα και εξαρτώνται από την τοποθεσία και την ώρα της ημέρας. Οπότε απαραίτητα είναι τα μέτρα μείωσης θορύβου στα επιτρεπτά επίπεδα. Όταν το σύστημα συμπαραγωγής τοποθετηθεί στο υπόγειο ενός κτιρίου θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν τα αντίστοιχα υλικά που μειώνουν τον θόρυβο στο ίδιο το δωμάτιο, να ενισχυθεί η κατασκευή των τοίχων, ταβανιών και πατωμάτων για να προφυλαχτούν από τον θόρυβο και τα γειτονικά δωμάτια και να χρησιμοποιηθεί κατάλληλος εξοπλισμός στην έξοδο καυσαερίων, μειώνοντας τον θόρυβο προς τα έξω.

#### 7.4.6.1 ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΟΝ ΘΟΡΥΒΟ ΠΟΥ ΠΑΡΑΓΟΥΝ

- *Κυψέλες καυσίμου*: Μαζί με το βοηθητικό εξοπλισμό, είναι σχετικά θορυβώδεις.
- *Παλινδρομικές Μηχανές*: Ο εγκλεισμός είναι απαραίτητος λόγω θορύβου.
- *Μικροτουρμπίνες*: Ο εγκλεισμός είναι απαραίτητος λόγω θορύβου.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 : Νομοθετικό πλαίσιο λειτουργίας Συμπαραγωγής

Η Ελλάδα καταβάλει προσπάθειες προκειμένου να εισαγάγει ένα ρυθμιστικό πλαίσιο για την παραγωγή ηλεκτρισμού από Α.Π.Ε και Σ.Η.Θ. Οι συγκεκριμένες προσπάθειες αποβλέπουν στην ενθάρρυνση διάφορων επενδύσεων, στον εκσυγχρονισμό της ενεργειακής υποδομής και στην "ευθυγράμμιση" της Ελλάδας με τα υπόλοιπα ευρωπαϊκά κράτη. Η νομική μεταρρύθμιση βρίσκεται ακόμα σε πρωταρχικό στάδιο, ωστόσο αρκετές αξιόλογες αλλαγές αναμένεται να διαδραματιστούν τα επόμενα χρόνια.

Ο Νόμος 3851/2010 άλλαξε ριζικά το τοπίο στον τομέα της Συμπαραγωγής με τη διατύπωση νέου ορισμού για τις μονάδες συμπαραγωγής και θερμότητας υψηλής απόδοσης (Σ.Η.Θ.Υ.Α). Στη συνέχεια παρατίθενται τα βασικά στοιχεία του νόμου αυτού, καθώς και κάποιες συνοπτικές πληροφορίες σχετικά με την αδειοδότηση και τη λειτουργία νέων μονάδων συμπαραγωγής ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας.

Ο Νόμος 3851/2010 τροποποίησε μερικώς τις έννοιες του Ανεξάρτητου Παραγωγού και του Αυτοπαραγωγού οι οποίες είχαν εισαχθεί με τους προηγούμενους νόμους (Ν.2773/1999 "Απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας – Ρύθμιση θεμάτων ενεργειακής πολιτικής και λοιπές διατάξεις" και Ν.2244/1994 "Ρύθμιση θεμάτων ηλεκτροπαραγωγής από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και από συμβατικά καύσιμα και άλλες διατάξεις"). Αναφορικά με την συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας ο νέος νόμος εισάγει τις ακόλουθες έννοιες :

· Παραγωγός από Α.Π.Ε ή Σ.Η.Θ.Υ.Α : Ο παραγωγός που παράγει ηλεκτρική ενέργεια από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Α.Π.Ε) ή από μονάδες Συμπαραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης (Σ.Η.Θ.Υ.Α).

· Αυτοπαραγωγός ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε ή Σ.Η.Θ.Υ.Α : Ο Παραγωγός που παράγει ηλεκτρική ενέργεια από μονάδες Α.Π.Ε ή Σ.Η.Θ.Υ.Α κυρίως για δική του χρήση και διοχετεύει τυχόν πλεόνασμα της ενέργειας αυτής στο Σύστημα ή στο δίκτυο.

· Αυτόνομος Παραγωγός ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε :Ο Παραγωγός που παράγει ηλεκτρική ενέργεια από Α.Π.Ε και του οποίου ο σταθμός δεν είναι συνδεδεμένος με το Σύστημα ή το δίκτυο.(Ο ορισμός αυτός επεκτείνεται έμμεσα και για τις μονάδες συμπαραγωγής υψηλής απόδοσης)

## *8.1 Νομοθετικοί Ορισμοί*

Ο νόμος εισήγαγε παράλληλα τον όρο "Συμπαραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης (ΣΗΘΥΑ). Συγκεκριμένα στην παράγραφο 20 του άρθρου 2, η Σ.Η.Θ.Υ.Α ορίζεται ως εξής :

Ως ΣΗΘΥΑ χαρακτηρίζεται η συμπαραγωγή που εξασφαλίζει εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας σε ποσοστό τουλάχιστον *10%,* σε σχέση με τη θερμική και ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται στο πλαίσιο διακριτών διαδικασιών,

καθώς και η παραγωγή από Μονάδες Συμπαραγωγής Μικρής και Πολύ Μικρής Κλίμακας που εξασφαλίζει εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας,, ανεξάρτητα από το ποσοστό εξοικονόμησης.

Στις παραγράφους 21 και 22 του άρθρου 2 ορίζεται η συμπαραγωγή μικρής και πολύμικρής κλίμακας :

**Συμπαραγωγή Μικρής Κλίμακας** *:* Η μονάδα συμπαραγωγής με εγκατεστημένη ηλεκτρική ισχύ μικρότερη του ενός *(1) MWe.*

**Συμπαραγωγή Πολύ Μικρής Κλίμακας** *:*Η μονάδα συμπαραγωγής με εγκατεστημένη ηλεκτρική ισχύ μικρότερη των πενήντα *(50) kWe*

Ο υπολογισμός της εξοικονόμησης πρωτογενούς ενέργειας για τις μονάδες άνω του 1 MW ηλεκτρικής ισχύος γίνεται σύμφωνα με τα οριζόμενα στην περίπτωση β' του Παραρτήματος ΙΙΙ της οδηγίας 2004/8/ΕΚ.

Για τη Συμπαραγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης ορίζονται τα εξής:

**Α**. Μόνο η Σ.Η.Θ.Υ.Α δικαιούται τα ευεργετήματα του νόμου ενώ το καθεστώς της απλής συμπαραγωγής (Σ.Η.Θ) χρειάζεται περαιτέρω διευκρινήσεις.

**Β.** Ο Παραγωγός Σ.Η.Θ.Υ.Α δικαιούται να διαθέσει όλη την παραγωγή του στο σύστημα με την τιμή που καθορίζει ο νόμος (Παράγραφος 9.2).

**Γ.** Ο Αυτοπαραγωγός Σ.Η.Θ.Υ.Α δικαιούται να διαθέτει μόνο το πλεόνασμα της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με τη νέα ευεργετική τιμή. Όμως το πλεόνασμα αυτό δεν μπορεί να υπερβαίνει το *20%* της παραγωγής του σε ετήσια βάση*.*

**Δ.** Ο Αυτόνομος Παραγωγός Σ.Η.Θ.Υ.Α εξ ορισμού είναι εκείνος που δεν συνδέεται με το δίκτυο της Δ.Ε.Η ή το σύστημα μεταφοράς εν γένει. Σημειώνεται ότι το κριτήριο χαρακτηρισμού είναι πολύ σημαντικό από πλευράς αξιολόγησης της οικονομικής βιωσιμότητας της συμπαραγωγής.

Με αυτό κρίνεται κατά πόσο μια μονάδα συμπαραγωγής θα υπαχθεί στις ευεργετικές διατάξεις του νόμου και θα δικαιούται να διαθέτει την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια ή το πλεόνασμά της στο δίκτυο της ΔΕΗ, με βάση τις προκαθορισμένες από το νόμο τιμές.

## *8.2 Άδεια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας*

Σύμφωνα με τον νόμο 3851/2010 για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΣΗΘΥΑ απαιτείται σχετική άδεια. Η άδεια αυτή χορηγείται από τον Υπουργό

Ανάπτυξης, μετά από γνώμη της Ρυθμιστικής Αρχής Ενέργειας (ΡΑΕ), με βάση τα κριτήρια :

α) Της εθνικής ασφάλειας.

β) Της προστασίας της δημόσιας υγείας και ασφάλειας.

γ) Της εν γένει ασφάλειας των εγκαταστάσεων και του σχετικού εξοπλισμού του Συστήματος και του δικτύου.

δ) Της ενεργειακής αποδοτικότητας του έργου για το οποίο υποβάλλεται η σχετική αίτηση.

ε) Της ωριμότητας της διαδικασίας υλοποίησης του έργου, όπως αυτή προκύπτει από μελέτες που έχουν εκπονηθεί, γνωμοδοτήσεις αρμόδιων υπηρεσιών, καθώς και από άλλα συναφή στοιχεία.

στ) Της εξασφάλισης ή της δυνατότητας εξασφάλισης του δικαιώματος χρήσης της θέσης εγκατάστασης του έργου.

ζ) Της δυνατότητας του αιτούντος να υλοποιήσει το έργο με βάση την οικονομική, επιστημονική και τεχνική επάρκειά του.

η) Της διασφάλισης παροχής υπηρεσιών κοινής ωφέλειας και προστασίας των Πελατών.

θ) Της προστασίας του περιβάλλοντος, σύμφωνα με την κείμενη νομοθεσία και το Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τις ΑΠΕ.

Η Ρ.Α.Ε εξετάζει αν πληρούνται τα παραπάνω κριτήρια και, πριν διατυπώσει τη γνώμη της, διαβιβάζει την Προμελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (Π.Π.Ε.), στις περιπτώσεις που αυτή απαιτείται, στην αρχή που είναι αρμόδια για την περιβαλλοντική αδειοδότηση. Η αρχή αυτή γνωμοδοτεί επί της Προκαταρκτικής Περιβαλλοντικής Εκτίμησης και Αξιολόγησης (Π.Π.Ε.Α.) και διαβιβάζει τη γνωμοδότησή της στη Ρ.Α.Ε. εντός εξήντα (60) ημερών από τη συμπλήρωση του φακέλου της Π.Π.Ε.. Η Ρ.Α.Ε., μετά την έκδοση της γνωμοδότησης, υποβάλλει τη γνώμη της στον Υπουργό Ανάπτυξης εντός τεσσάρων (4) μηνών από τη γνωστοποίηση, σε αυτήν, της δημοσίευσης της αίτησης. Ο Υπουργός Ανάπτυξης εκδίδει τη σχετική απόφαση εντός δεκαπέντε (15) ημερών από την υποβολή, σε αυτόν, της γνώμης της Ρ.Α.Ε..

Η άδεια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Σ.Η.Θ.Υ.Α. περιλαμβάνει τα εξής στοιχεία:

α) τον κάτοχό της,

β) τον τόπο εγκατάστασης του σταθμού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας,

γ) την Εγκατεστημένη Ισχύ και τη Μέγιστη Ισχύ Παραγωγής,

δ) τη χρησιμοποιούμενη τεχνολογία,

ε) τη διάρκεια ισχύος της,

στ) το ή τα πρόσωπα τα οποία έχουν την οικονομική δυνατότητα για τη χρηματοδότηση και υλοποίηση του έργου.

Η άδεια παραγωγής χορηγείται για χρονικό διάστημα μέχρι είκοσι πέντε (25) ετών και μπορεί να ανανεώνεται, μέχρι ίσο χρόνο. Εάν εντός είκοσι τεσσάρων (24) μηνών από τη χορήγηση της άδειας παραγωγής δεν έχει χορηγηθεί άδεια εγκατάστασης, η άδεια παραγωγής ανακαλείται. Στο χρονικό διάστημα των είκοσι τεσσάρων (24) μηνών δεν υπολογίζονται:

α) Ο χρόνος δικαστικής αναστολής της εκτέλεσης οποιασδήποτε άδειας ή έγκρισης που απαιτείται για τη χορήγηση της άδειας εγκατάστασης.

β) Ο χρόνος καθυστέρησης για τη λήψη της άδειας εγκατάστασης, εφόσον η καθυστέρηση δεν οφείλεται, αποδεδειγμένα, σε παράλειψη ή σε οποιασδήποτε μορφής υπαιτιότητα του κατόχου της άδειας παραγωγής.

**Εξαιρούνται** από την υποχρέωση λήψης άδειας παραγωγής φυσικά ή νομικά πρόσωπα που παράγουν ηλεκτρική ενέργεια από Σ.Η.Θ.Υ.Α., με Εγκατεστημένη Ισχύ έως είκοσι *(50) kWe* εκτός εάν πρόκειται για σταθμούς που εγκαθίστανται σε Μη διασυνδεδεμένα Νησιά όπου υφίσταται κορεσμός του δικτύου, ο οποίος διαπιστώνεται με απόφαση της Ρ.Α.Ε.. Τα πρόσωπα που έχουν την ευθύνη της λειτουργίας των σταθμών αυτών υποχρεούνται, πριν εγκαταστήσουν τους σταθμούς, να ενημερώνουν τον αρμόδιο διαχειριστή για τη θέση, την ισχύ και την τεχνολογία των σταθμών αυτών. Αν παραλειφθεί η υποχρέωση ενημέρωσης, η λειτουργία των σταθμών αποβαίνει παράνομη. Ο αρμόδιος διαχειριστής ενημερώνει, στο τέλος κάθε διμήνου, τον Υπουργό Ανάπτυξης και τη Ρ.Α.Ε. για την εγκατάσταση των ανωτέρω σταθμών.

**Εξαιρούνται**, επίσης, από τη λήψη άδειας παραγωγής οι αυτόνομοι σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Σ.Η.Θ.Υ.Α. οι οποίοι δεν συνδέονται στο Σύστημα ή στο Δίκτυο, με Εγκαταστημένη Ισχύ μικρότερη ή ίση των πέντε (5) Mwe.Τα πρόσωπα που έχουν την ευθύνη της λειτουργίας των σταθμών της περίπτωσης αυτής, υποχρεούνται, πριν εγκαταστήσουν τους σταθμούς, να ενημερώνουν τον αρμόδιο Διαχειριστή για τη θέση, την ισχύ και την τεχνολογία των σταθμών αυτών.

## *8.3 Μικρή ΣΗΘ στο σπίτι και νομικές ιδιαιτερότητες*



Για την εκτέλεση των εργασιών ενεργειακής αναβάθμισης κτιρίων στο πλαίσιο των προγραμμάτων που προκηρύσσονται με βάση την υπουργική απόφαση της παραγράφου 2, δεν απαιτείται άδεια και δεν οφείλονται τέλη στον οικείο Οργανισμό Τοπικής Αυτοδιοίκησης (Ο.Τ.Α.) για την προσωρινή κατάληψη τμήματος του πεζοδρομίου μέχρι την ολοκλήρωση των εργασιών.

Για όσες από τις ανωτέρω εργασίες δεν απαιτείται η έκδοση άδειας δόμησης σύμφωνα με τις ισχύουσες πολεοδομικές διατάξεις, μπορεί ο Υπουργός Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής με απόφασή του να τις εξαιρεί από την υποχρέωση λήψης έγκρισης εκτέλεσης εργασιών δόμησης μικρής κλίμακας

### 8.3.1 Προϋποθέσεις για την εγκατάσταση

Μια τυπική εγκατάσταση συμπαραγωγής καταλαμβάνει τον ίδιο χώρο όπως ήταν χρησιμοποιείται ένα τυπικό λεβητοστάσιο.

Η διασύνδεση της συμπαραγωγής και η διαχείριση της ηλεκτρικής ενέργειας χωρίζονται σε δύο μορφές, είτε σε διασυνδεδεμένη είτε σε αυτόνομη λειτουργία. Για κάθε περίπτωση, υπάρχει η κείμενη νομοθεσία (Ν.3468/06, 3734/09, 3851/10) που ορίζει τον τρόπο έγχυσης της ηλεκτρικής ενέργειας στο δίκτυο και τον τρόπο διασύνδεσης.

Σύμφωνα με τους κανονισμούς της πολεοδομίας για να τοποθετήσουμε μια τέτοια μονάδα στο μπαλκονι μας χωρίς να έχουμε προβλήματα με τους γείτονες μας , θα πρέπει αυτή η μονάδα να είναι μέχρι 40 cm . Ο κανονισμός αυτός ακολουθεί την λογική των εξωτερικών μονάδων των air-condition. Αν όμως θέλουμε να τοποθετήσουμε μια τέτοια μοναδα ΣΗΘ στην αυλή μας ή σε ένα υπαιθριο χώρο , επιτρέπεται να τοποθετηθεί μέσα από τα 2,5 μέτρα που ορίζει ο πολεοδομικος αέρας και τότε μπορεί να είναι και μεγαλύτερη από 40 cm.

### 8.3.2 ΒΑΘΜΟΣ ΟΧΛΗΣΗΣ ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Τώρα μας δίνεται η δυνατότητα να δούμε την κατηγοριοποίηση των σταθμών ηλεκτροπαραγωγής από φωτοβολταϊκά συστήματα με βάση το βαθμό όχλησης σύμφωνα πάντα με πολεοδομικά κριτήρια και συγκεκριμένα με την υπουργική απόφαση Αριθ. πρωτ. Δ6/Φ1/οικ.19500 με θέμα «Τροποποίηση και συμπλήρωση της αντιστοίχισης των δραστηριοτήτων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με τους βαθμούς όχλησης που αναφέρονται στην πολεοδομική νομοθεσία».

Με βάση λοιπόν το πλήρες κείμενο και συγκεκριμένα το άρθρο 1 της υπουργικής απόφασης τροποποιείται και συμπληρώνεται το παράρτημα της κοινής υπουργικής απόφασης 13727/724/2003 ως προς την αντιστοίχιση των δραστηριοτήτων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με αύξοντα αριθμό 276 και πιο συγκεκριμένα η αλλαγή που μας αφορά έγκειται στην υποπερίπτωση δ. Σύμφωνα λοιπόν με την αλλαγή αυτή:

***Α:*** Με βάση τώρα την παράγραφο 1 του Άρθρο 2 της ίδιας υπουργικής απόφασης οι σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής δεν επιτρέπεται να χωροθετούνται σε παραδοσιακούς οικισμούς, περιοχές ιστορικών τμημάτων πόλεων και περιοχές RAMSAR. Σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής από συστήματα ΣΗΘ με αποδιδόμενη ηλεκτρική ισχύ μικρότερη ή ίση του 0,5 MW επιτρέπεται να εγκαθίσταται και σε παραδοσιακούς οικισμούς, ιστορικά τμήματα πόλεων και διατηρητέα κτίρια ύστερα από έγκριση της αρμόδιας ΕΠΑΕ (Επιτροπή Πολεοδομίας και Αρχιτεκτονικού Ελέγχου) ως προς την ένταξή τους στο χώρο.

***Β:***Επίσης σύμφωνα με την παράγραφο 2 του ιδίου άρθρου σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής από συστήματα ΣΗΘ με αποδιδόμενη ηλεκτρική ισχύ μικρότερη ή ίση του 0,5 MW χαρακτηρίζονται ως μη οχλούσες δραστηριότητες. Επίσης, σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής με συμπαραγωγή ενέργειας από αέρια καύσιμα με εγκατεστημένη θερμική ισχύ μικρότερη ή ιση των 2 MW.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9 : : ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΗΘ

### *9.1 Οικονομικά Στοιχεία ΣΗΘ*

Το συνολικό κόστος αποτελείται από το Κόστος Επένδυσης και το Κόστος λειτουργίας και συντήρησης. Πιο συγκεκριμένα:

- **Κόστος επένδυσης:** Είναι το άθροισμα της αγοράς του συστήματος ΣΗΘ ή τριπαραγωγής, της σύνδεσης με τα δίκτυα παροχής καυσίμου και ηλεκτρικής ενέργειας, των φίλτρων στο τμήμα καυσαερίων, των αγωγών, καλωδίων, συστημάτων ελέγχου και, τέλος, όλων των απαιτούμενων μηχανολογικών και περιβαλλοντικών μελετών.

- **Κόστος λειτουργίας και συντήρησης:** Το κόστος καυσίμου της μηχανής ΣΗΘ (ή/και τριπαραγωγής) αποτελεί το κύριο λειτουργικό κόστος. Προστίθενται τα έσοδα από τις πωλήσεις συμπαραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας στο δίκτυο και αφαιρούνται οι δαπάνες για την αγορά της απαιτούμενης στο κτήριο ηλεκτρικής ενέργειας από το δίκτυο. Το κόστος της εργασίας, των ανταλλακτικών και των άλλων εξαρτημάτων που απαιτούνται για την ετήσια συντήρηση του συστήματος ΣΗΘ, προστίθεται στο λειτουργικό κόστος.

Οι τιμές που αναφέρονται σε αυτό το κεφάλαιο είναι ενδεικτικές και θα πρέπει να χρησιμοποιούνται μόνο σαν μία πρώτη εκτίμηση. Η τελική απόφαση θα πρέπει να παρθεί με βάση τα τιμολόγια των εταιρειών, οι οποίες θα αναλάβουν την παροχή, εγκατάσταση και ίσως την συντήρηση των μονάδων συμπαραγωγής.

Αποτέλεσμα της οικονομικής ανάλυσης που θα πρέπει να είναι:

· ο υπολογισμός της περιόδου απόσβεσης της επένδυσης,

· της καθαρής παρούσας αξίας και

· του εσωτερικού βαθμού απόδοσης.Όλα τα παραπάνω, επιτρέπουν να ληφθεί απόφαση από τους μελετητές και τον επενδυτή, σχετικά με τη βιωσιμότητα του επιλεγμένου συστήματος ΣΗΘ.

### *9.2 Κόστος επένδυσης*

Το κόστος επένδυσης είναι το αρχικό κεφάλαιο. Αποτελείται από το κόστος των μηχανημάτων, της εγκατάστασης και το κόστος μελέτης και διαχείρισης της μονάδας (project, engineering and management costs).

| ***Οικονομικά δεδομένα*** | ***Τιμή*** |
|---|---|
| **Κόστος εγκατάστασης ΣΗΘ (€/KWe)** | **800** |
| **Διάρκεια ζωής επένδυσης(yrs)** | **25** |
| **Κόστος τεχνικής μελέτης (€)** | **20.000** |

### *9.3 Κόστος εξοπλισμού*

Αφορά την αγορά των μηχανημάτων, συμπεριλαμβανομένου ΦΠΑ, και την μεταφορά τους ως το μέρος εγκατάστασης. Εξαρτώνται κάθε φορά από τον τύπο της μονάδας συμπαραγωγής. Μερικές δαπάνες που αφορούν τον εξοπλισμό είναι:

| | |
|---|---|
| **Σύστημα ανάκτησης και απόρριψης θερμότητας** | **Εξαρτάται από το απαιτούμενο μέσο (ατμός, ζεστό ή παγωμένο νερό), την ποιότητα θερμικής ενέργειας, τον αριθμό απαιτούμενων επιπέδων πίεσης και θερμοκρασίας, το σύστημα ελέγχου ρύπων και την παροχή νερού.** |
| **Επιπρόσθετη «τροφοδότηση».** | Δηλαδή το εάν απαιτείται επιπρόσθετη θερμική ισχύς ή η χρήση εναλλακτικού μέσου. |
| **Ο τύπος του κινητήρα και της γεννήτριας (Prime mover and generator set).** | Εξαρτάται από την παραγόμενη ισχύ, την τάση της γεννήτριας, την δυνατότητα χρήσης εναλλακτικού καυσίμου, τις τεχνικές μείωσης εκπεμπόμενων ρύπων και θορύβου |
| **Παροχή καυσίμου.** | Περιλαμβάνεται η σύνδεση με το σύστημα παροχής καυσίμου, η δυνατότητα<br><br>αποθήκευσής του. Συγκεκριμένα για το φυσικό αέριο εξετάζεται η ανάγκη συμπιεστή, εφόσον η πίεση της γραμμής πρέπει να αυξηθεί. |
| **Σύνδεση με την ηλεκτρική εγκατάσταση.** | Αφορά την γραμμή σύνδεσης και τον εξοπλισμός ασφαλείας και μετρήσεων. |

| | |
|---|---|
| **Πίνακας ελέγχου** | Η ανάγκη για αυτοματοποίηση και η απαίτηση για λειτουργία χωρίς παρακολούθηση. |
| **Σωληνώσεις.** | Αφορά την σύνδεση με το νερό, τον ατμό και τον συμπιεσμένο αέρα. |
| **Σύστημα εξάτμισης** | ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΜΙΝΑΔΑΣ |
| **Συστήματα αερισμού και καύσης (Ventilation and combustion air systems)** | Περιλαμβάνει ένα σύστημα εξαερισμού για την απαγωγή των αερίων και των προϊόντων καύσης. |
| **Οποιαδήποτε ναύλα** | ΓΕΝΙΚΑ ΜΕΤΑΦΟΡΙΚΑ ΕΞΟΔΑ<br><br>(ΓΕΡΑΝΟΙ, ΣΥΝΕΡΓΕΙΑ ΚΤΛ) |
| **Φόροι** | |

## *9.4 Κόστος εγκατάστασης*

Αποτελείται από τα εξής:

- Άδεια εγκατάστασης (Κεφάλαιο 3– Κόστος συστημάτων συμπαραγωγής)
- Αγορά και προετοιμασία του χώρου εγκατάστασης
- Κατασκευή κτιρίου
- Εγκατάσταση της μονάδας
- Τα απαραίτητα σχέδια κατασκευής

## *9.5 Κόστος μελέτης*

Περιλαμβάνει τα έξοδα για τον σχεδιασμό, την ανάλυση και την ανάπτυξη του συστήματος συμπαραγωγής. Αποτελεί το 15-30% του κόστους των μηχανημάτων και της κατασκευής. Ενδεικτικά κάποιες από αυτές τις δαπάνες είναι :

- Τα αρχιτεκτονικά και μηχανικά σχέδια
- Η επίβλεψη της κατασκευής
- Οι περιβαλλοντικές μελέτες και τα έξοδα αδείας
- Ειδικοί σύμβουλοι και ελεγκτές
- Νομικά έξοδα
- Εκπαίδευση προσωπικού

Επιπρόσθετα έξοδα μπορούν να προκύψουν από τον τρόπο χρηματοδότησης του όλου έργου, όπως τα έξοδα τράπεζας και η ασφάλιση. Το κόστος εγκατάστασης του μηχανήματος CHP κυμαίνεται απο 10.000 έως 12.000 euro και του boiler από 900 έως 1.500 euro.

## *9.6 Δαπάνες λειτουργίας και συντήρησης*

Οι δαπάνες λειτουργίας και συντήρησης εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τις επιλογές που έγιναν κατά τον σχεδιασμό και την κατασκευή του συστήματος.

Υπάρχει περίπτωση οι ενέργειες που είχαν σκοπό την μείωση του αρχικού κόστους να οδηγήσουν σε αύξηση των δαπανών λειτουργίας και συντήρησης, με αποτέλεσμα να έχουν αρνητική επίδραση στην οικονομική βιωσιμότητα της μονάδας.

Τα έξοδα μιας εγκατάστασης χωρίζονται σε αυτα τα οποία εξαρτώνται απο την παραγωγή (όπως το καύσιμο και το προσωπικό) και από αυτά που δεν εξαρτώνται (όπως οι ασφαλιστικές δαπάνες και τα χρηματο-οικονομικά έξοδα δηλαδή φόροι και τόκοι).

Γενικά το κόστος συντήρησης είναι 7 €/MWh. Οι βασικές λειτουργικές δαπάνες και τα έξοδα συντήρησης είναι:

### 9.6.1 Το καύσιμο

Αποτελεί το πιο βασικό λειτουργικό κόστος, το οποίο μπορεί να φτάνει και το 80% του συνολικό λειτουργικού κόστους. Θα πρέπει λοιπόν να λάβουμε σοβαρά υπόψη το τιμολόγιο του παροχέα καυσίμου στον υπολογισμό των δαπανών. Η διακίνηση των καυσίμων και η απομάκρυνση των στερεών καταλοίπων της καύσης μπορεί να προκαλέσει ρύπανση του εδάφους και των υδάτων της περιοχής.

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΑ

| | |
|---|---|
| **Κόστος LPG(€/GJ)** | **11,13** |
| **Κόστος φυσικού αερίου(€/GJ)** | **7,5** |
| **Κόστος μαζουτ(€/GJ)** | **8** |
| **Κόστος αγοράς ηλεκτρισμού(€/Mwh)** | **48,37** |
| **Κόστος πώλησης ηλεκτρισμού(€/Mwh)** | **73** |

### 9.6.2 Το προσωπικό

Εξαρτάται από το μέγεθος της μονάδας και το βαθμό στον οποίο αυτή είναι αυτοματοποιημένη. Μικρές μονάδες (μέχρι 10MW περίπου) μπορούν να λειτουργήσουν χωρίς επίβλεψη. Μονάδες μεσαίας κλίμακας (10-30 MW) συνήθως απαιτούν την παρουσία ενός ατόμου για να ελέγχει την σωστή λειτουργία της μονάδας. Μεγαλύτερες μονάδες απαιτούν παραπάνω του ενός ατόμου. Εάν το σύστημα περιλαμβάνει και έναν ατμολέβητα ή χρησιμοποιείται στερεό καύσιμο, τότε το προσωπικό είναι απαραίτητο ακόμα και σε μικρές μονάδες.

Είναι πολύ σημαντικό να διασαφηνιστεί εάν είναι απαραίτητο να προσληφθούν εξειδικευμένα άτομα ή εάν το ήδη υπάρχων προσωπικό είναι σε θέση να χειριστεί το σύστημα. Επίσης πρέπει να λάβουμε υπ'όψιν και τις αποδοχές διοικητικού προσωπικού

### 9.6.3 Τα έξοδα συντήρησης

Εξαρτώνται κυρίως από τον τύπο της μονάδας, το είδος του καυσίμου, τον κύκλο λειτουργίας (το πόσο συχνά τίθεται σε λειτουργία και τερματίζεται αυτή) και το περιβάλλον μέσα στο οποίο λειτουργεί. Εάν υπάρχει εξειδικευμένο προσωπικό τότε το κόστος συντήρησης μπορεί να μειωθεί αισθητά. Από την άλλη υπάρχει η

δυνατότητα να αναλάβει την συντήρηση κάποια εταιρεία, οπότε τα έξοδα εξαρτώνται σε αυτήν την περίπτωση από το εκάστοτε συμβόλαιο που θα υπογραφεί. Στην περίπτωση που υπάρχει ενσωματωμένο σύστημα ελέγχου της λειτουργίας της μονάδας, οι δαπάνες συντήρησης μειώνονται καθώς η συντήρηση δεν θα γίνεται για προληπτικούς λόγους, παρά μόνο όταν οι ενδείξεις του συστήματος ελέγχου δείχνουν ότι απαιτείται κάτι τέτοιο.

Πολλοί, πριν την εγκαταστάση μιας τέτοιας μοναδας φρόντιζουν να εξασφαλίσουν και ένα συμβόλαιο συντήρησης το οποίο παρέχεται από τις κατασκευαστικές εταιρείες με σκοπό να παρέχει πλήρη έλεγχο για εντός αλλά και εκτός προγράμματος δυσλειτουργίες. Όλη η μηχανική παρακολούθηση αλλά και τα εκάστοτε ανταλλακτικά που μπορέι να χρειαστούν καλύποτνται πλήρως από τέτοιου είδους συμβάσεις.

### 9.6.4 Ασφαλιστικές Δαπάνες

Συνυπολογίζεται στα λειτουργικά έξοδα. Μπορεί να καλύπτει μόνο βλάβες των μηχανημάτων ή μπορεί να επεκταθεί η κάλυψη που προσφέρει και να περιλαμβάνει ακόμα και απώλεια εσόδων ή διακοπή λειτουργίας λόγω εργασιών. Το κόστος της ασφάλειας είναι ανάλογο της μονάδας, το ιστορικό λειτουργίας των μηχανημάτων και τον τρόπο λειτουργίας αυτών. Έχει εύρος 0,25-2% του αρχικού κεφαλαίου.

### 9.6.5 Χρηματο-οικονομικά έξοδα

- Οι φόροι
- Οι τόκοι (εάν έχει προηγηθεί δανεισμός για την χρηματοδότηση του όλου έργου)

Για κάθε μονάδα συμπαραγωγής μπορούν να εκτιμηθούν οι δαπάνες λειτουργίας και συντήρησης.

## *9.7 Ειδικά για Τρι-παραγωγή*

Πολλές φορές για την καλλυτερη απόδοση ενός συστήματος ΣΗΘ είναι αναγκαία η προσθήκη άλλων τεχνολογιών για την εκμετάλλευση προς τρι-παραγωγή όπως παρουσιάζεται στο 5ο κεφάλαιο πιο αναλυτικά.

Πίνακας**:** Ποσοστιαία Συσχέτιση του αρχικού κόστους αγοράς ψυκτών διαφόρων τεχνολογιών

| **Τεχνολογία** | **Κόστος αγοράς** |
|---|---|
| Ηλεκτροκίνητες σταθερής ταχύτητας Φυγοκεντρικές | Βάση |
| Ηλεκτροκίνητες μεταβλητής ταχύτητας Φυγοκεντρικές | 25% |
| **Μικροί Σπειροειδής/Screw** | 10% |
| **Μεγάλοι Σπειροειδής**/screw | +0% |
| **Ηλεκτρονικίνητα Split** | -28% |
| Ψύκτες Απορρόφησης Μονής Ενέργειας | +35% |
| Ψύκτες Απορρόφησης Διπλής Ενέργειας | +220% |
| Ψύκτες Απορρόφησης Μονής Ενέργειας με Φυσ.Αέριο | +140% |
| Ψύκτες Απορρόφησης Διπλής Ενέργειας με Φυσ.Αέριο | +220% |
| Φυγοκεντρικές Ατμού | +185% |
| Φυγοκεντρικές Μεγάλοι Αεροστρόβιλοι | 180% |
| Φυγοκεντρικές Μικροί Αεροστρόβιλοι | +100% |

## *9.8 Τυπικές τιμές-Παράδειγμα*

**Μελέτη μονάδας Συμαραγωγής της ARGITEX-ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΜΟΝΑΔΑΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ CHP ΚΑΙ BOILER**

Στο σημείο αυτό παρουσιάζονται τα στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό των εσόδων και εξόδων της μονάδας.

Το κόστος συντήρησης, για 5.000 ώρες λειτουργίας των μηχανών κατά τη διάρκεια του έτους, μεταβάλλεται σύμφωνα με συγκεκριμένο πρόγραμμα.

Ενδεικτικά για το πρώτο έτος λειτουργίας προβλέπεται συντήρηση ύψους 30.000 € , ενώ τελικά τα επόμενα έτη σταθεροποιείται στις 300.000 €. Για τους υπολογισμούς της οικονομικής ανάλυσης, ως κόστος συντήρησης λαμβάνεται η μέση τιμή η οποία εκτιμάται : 200.000 € / έτος

Στον πίνακα 9-1 που ακολουθεί έχουν συγκεντρωθεί δεδομένα για τη λειτουργία της συμπαραγωγής (CHP) και των λεβήτων (Boiler).

Για την περίπτωση της CHP στην πρώτη στήλη φαίνεται η κατανάλωση Φ.Α. σε MWh για κάθε μήνα, στη δεύτερη στήλη υπολογίστηκε η θερμική ενέργεια που παρήγαγαν οι μηχανές σε MWh και στην τρίτη στήλη το κόστος της κατανάλωσης του Φ.Α. σε €. Στην τέταρτη και πέμπτη στήλη φαίνονται η ηλεκτρική ενέργεια που παρήγαγαν οι μηχανές σε MWh και τα έσοδα από την πώλησή της στον Δ.Ε.Σ.Μ.Η.Ε. Α.Ε. σε €, αντίστοιχα.

Η στήλη "αξία el (€)" υπολογίζεται πολλαπλασιάζοντας την ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται (MWh el) επί 0,08014·1000 αφού η τιμή πώλησης το έτος 2008 ανέρχονταν στα 0,08014 €/kWh (βλ. Παράρτημα Β).

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι ο υπολογισμός των θερμικών MWh προέκυψε πολλαπλασιάζοντας τις MWh Φ.Α. επί τον θερμικό βαθμό απόδοσης των μηχανών (thermal efficiency) ο οποίος, όπως μπορεί να δει κανείς και από τα τεχνικά φυλλάδια (Παράρτημα Α) είναι 41,7%. MWh th = MWh Φ.Α. * 0,417

Για την περίπτωση των Boilers έχουμε ανάλογα στην πρώτη στήλη την κατανάλωση του Φ.Α. κάθε μήνα σε MWh, στη δεύτερη στήλη τη θερμική ενέργεια που παράγεται σε MWh και τέλος στην τρίτη στήλη το κόστος της κατανάλωσης Φ.Α. σε €.

Και σ' αυτή την περίπτωση οι θερμικές MWh υπολογίζονται πολλαπλασιάζοντας τις MWh Φ.Α. επί τον βαθμό απόδοσης των Boilers ο οποίος είναι 95%.

MWh th = MWh Φ.Α. * 0,95

Στην τελευταία στήλη του πίνακα αθροίζονται οι θερμικές MWh που παράγονται από τις μηχανές της συμπαραγωγής και από τους λέβητες, οπότε προκύπτουν οι συνολικές ανάγκες για τη θέρμανση του θερμοκηπίου.

### 9.8.1 Κόστος Εγκατάστασης

Συμπαραγωγή :Το σύστημα συμπαραγωγής της μονάδας αποτελείται από τρεις μηχανές εσωτερικής καύσης καθεμία από τις οποίες είναι συνδεδεμένη με μια γεννήτρια ισχύος 1600kW. Το κόστος εγκατάστασης των μηχανών αυτών ανέρχεται στο 1.000.000 € ανά εγκαταστημένο ηλεκτρικό MW. Επομένως το κόστος εγκατάστασης για τις μηχανές της συμπαραγωγής είναι: · (3 · 1,6) = 4.800.000 €

| | CHP | | | | | Boiler | | | Συνολικές Θερμικές Ανάγκες |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | MWh Φ.Α. | MWh th | Αξία th (€) | MWh el | Αξία el (€) | MWh Φ.Α. | MWh th | Αξία th (€) | MWh th |
| Ιανουάριος | 7.568,48 | 3.156,06 | 233.268,4 | 2.672,8 | 214.198,2 | 3.078,50 | 2.924,57 | 111.015,1 | 6.080,63 |
| Φεβρουάριος | 8.056,86 | 3.359,71 | 238.398,5 | 3.062,09 | 245.395,9 | 1.602,39 | 1.522,27 | 57.277,7 | 4.881,98 |
| Μάρτιος | 7.552,49 | 3.149,39 | 219.199,3 | 2.465,91 | 197.618,0 | 1.145,88 | 1.088,58 | 40.978,7 | 4.237,97 |
| Απρίλιος | 6.010,15 | 2.506,23 | 199.619,7 | 2.120,8 | 169.960,9 | 858,13 | 815,23 | 31.266,6 | 3.321,46 |
| Μάιος | 3.725,02 | 1.553,33 | 131.636,8 | 1.289,6 | 103.348,5 | 710,72 | 675,18 | 27.277,6 | 2.228,52 |
| Ιούνιος | 3.096,19 | 1.291,11 | 114.679,9 | 1.124 | 90.077,4 | 235,59 | 223,81 | 10.177,7 | 1.514,92 |
| Ιούλιος | 505,59 | 210,83 | 45.820,2 | 146,4 | 11.732,5 | 1.184,89 | 1.125,65 | 54.279,7 | 1.336,48 |
| Αύγουστος | - | - | - | - | - | 578,37 | 549,45 | 28.186,9 | 549,46 |
| Σεπτέμβριος | - | - | - | - | - | 733,05 | 696,40 | 32.963,3 | 907,4 |
| Οκτώβριος | 4.575,66 | 1.908,05 | 229.037,3 | 1.567,2 | 125.595,4 | 262,07 | 248,97 | 10.962,6 | 2.157,02 |
| Νοέμβριος | 4.941,39 | 2.060,56 | 243.758,9 | 1.686,4 | 135.148,1 | 1.657,31 | 1.574,45 | 56.116,8 | 3.635,01 |
| Δεκέμβριος | 4.687,35 | 1.954,62 | 221.815,2 | 1.596 | 127.903,4 | 3.894,41 | 3.699,68 | 105.538,1 | 5.654,31 |
| ΣΥΝΟΛΟ | 50.719,18 | 21.149,90 | 1.877.234 | 17.731,2 | 1.420.978,4 | 15.941,31 | 15.144,25 | 566.040,6 | 36.294,14 |

**Πίνακας 9-1:** Δεδομένα για τη λειτουργία της συμπαραγωγής (CHP) και των λεβήτων (Boiler).

*Σημειώνεται ότι για τους μήνες Αύγουστο και Σεπτέμβριο οι μηχανές της Συμπαραγωγής δεν τίθενται σε λειτουργία, λόγω τον συνθηκών θερμοκρασίας.

## *9.9 Τιμολόγηση ΣΗΘ*

Η οικονομική ανάλυση είναι αυτή που θα αποδείξει αν η μονάδα ΣΗΘ είναι οικονομικά βιώσιμη. Σήμερα, οι μονάδες ΣΗΘ ή/και τριπαραγωγής σε κτήρια διοχετεύουν τη συμπαραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια στο Δίκτυο, ώστε να επωφεληθούν από την υψηλή τιμή αγοράς της συμπαραγόμενης ΗΕ, αγοράζουν την απαιτούμενη για τη λειτουργία τους ηλεκτρική ενέργεια από το Δίκτυο ενώ αξιοποιούν όλη η χρήσιμη θερμότητα που παράχθηκε από το σύστημα ΣΗΘ για την κάλυψη των θερμικών / ψυκτικών αναγκών στο κτήριο. Παρακάτω παρουσιάζεται στον Πίνακα 1 η ισχύουσα τιμολόγηση για ΣΗΘΥΑ.

1. Για εργασίες που έχουν σκοπό τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε οικίες, στο πλαίσιο εφαρμογής των διατάξεων του παρόντος νόμου, μπορεί να παρέχεται χρηματοδότηση από το Πρόγραμμα Δημοσίων Επενδύσεων (Π.Δ.Ε.).

2. Με κοινή απόφαση των Υπουργών Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής και Οικονομίας, Ανταγωνιστικότητας και Ναυτιλίας, προκηρύσσονται προγράμματα που αφορούν παρεμβάσεις στον κτιριακό τομέα για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των οικιών. Με την ίδια απόφαση καθορίζονται ο προϋπο− λογισμός του σχετικού προγράμματος, οι επιλέξιμες κατηγορίες οικιών και οι επιλέξιμες κτιριακές παρεμβάσεις, το είδος της χρηματοδότησης και το ποσοστό αυτής, η ανώτατη τιμή μονάδας ανά είδος παρέμβασης, τα κριτήρια επιλογής των έργων για την καθεμία, οι ωφελούμενοι από το πρόγραμμα, ο τρόπος πληροφό− ρησης του κοινού για τα προγράμματα, η διαδικασία υποβολής αιτήσεων υπαγωγής σε αυτά, τα απαιτούμενα δικαιολογητικά, η προθεσμία υποβολής τους, η διαδι− κασία παραλαβής, ελέγχου, αξιολόγησης και έγκρισης των αιτήσεων, η διαδικασία παρακολούθησης της υλοποίησης των επί μέρους έργων που έχουν εγκριθεί και πιστοποίησης των εργασιών που έχουν εκτελεσθεί, ο τρόπος καταβολής της χρηματοδότησης, οι υποχρεώ σεις αυτών που έχουν ενταχθεί στο πρόγραμμα και οι συνέπειες μη τήρησης των όρων και των προϋποθέσεων του προγράμματος, καθώς και κάθε άλλο θέμα σχετικό με την εφαρμογή των προγραμμάτων.

3. Με όμοια απόφαση, η εκτέλεση μέρους των διαδικασιών και ενεργειών, που περιγράφονται στην προηγούμενη παράγραφο, μπορεί να ανατίθεται στην εταιρεία «Ταμείο Εγγυοδοσίας Μικρών και Πολύ Μικρών Επιχειρήσεων» (Τ.Ε.Μ.Π.Μ.Ε. Α.Ε.) ήσε άλλους φορείς του δημόσιου τομέα ή και σε φορείς του ιδιωτικού τομέα, που επιλέγονται σύμφωνα με τις ισχύουσες διατάξεις για την ανάθεση έργων ή υπηρεσιών.

4. Με απόφαση των ανωτέρω Υπουργών και του Υπουργού Οικονομικών καθορίζονται η διαδικασία και οι όροι μεταφοράς πιστώσεων από το Πρόγραμμα Δη− μοσίων Επενδύσεων (Π.Δ.Ε.) προς τους φορείς της προηγούμενης παραγράφου, τα απαιτούμενα δικαιολογητικά δημοσιονομικής τακτοποίησης των πληρωμών, καθώς και κάθε άλλο θέμα σχετικό με τη δημοσιονομική διαχείριση των προγραμμάτων.

### 9.9.1 Ν.4001/2011 – Σύγκριση τιμολογίων για ΣΗΘ και ΑΠΕ

| | **ΤΙΜΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (€/MWh)** | |
|---|---|---|
| **ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛ.ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ:** | **ΔΙΑΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ** | **ΜΗ ΔΙΑΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΑ ΝΗΣΙΑ** |
| **ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΠΟΥ ΑΞΙΟΠΟΙΕΙΤΑΙ ΜΕ ΧΕΡΣΑΙΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΤΕΙΣ ΙΣΧΥΟΣ ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΗΣ ΤΩΝ 50KW** | **87,85** | **99,45** |
| **ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΠΟΥ ΑΞΙΟΠΟΙΕΙΤΑΙ ΜΕ ΧΕΡΣΑΙΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΤΕΙΣ ΙΣΧΥΟΣ ΜΙΚΡΟΤΕΡΗΣ Ή ΙΣΗΣ ΤΩΝ 50KW** | **250** | |
| **φ/β εως 10kw$_{PEAK}$ ΣΤΟΝ ΟΙΚΙΑΚΟ ΤΟΜΕΑ ΚΑΙ ΣΕ ΜΙΚΡΕΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΙΣ (ΚΥΑ 12323/ΓΓ175/4.6.2009, ΄Β 1079)** | **550** | |
| **ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΠΟΥ** | **87,85** | |

| | |
|---|---|
| **ΑΞΙΟΠΟΙΕΙΤΑΙ ΜΕ ΜΙΚΡΟΥΣ ΥΔΡΟ-ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥΣ ΣΤΑΘΜΠΥΣ ΜΕ ΕΓΚ.ΙΣΧΥ ΕΩΣ 15KW** | |
| **ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΠΟΥ ΑΞΙΟΠΟΙΕΙΤΑΙ ΑΠΟ ΗΛΙΟΘΕΡΜΙΚΟΥΣ ΣΤΑΘΜΟΥΣ ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΗΣ** | **264,85** |
| **ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΠΟΥ ΑΞΙΟΠΟΙΕΙΤΑΙ ΑΠΟ ΗΛΙΟΘΕΡΜΙΚΟΥΣ ΣΤΑΘΜΟΥΣ ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΜΕ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ, ΤΟ ΟΠΟΙΟ ΕΞΑΣΦΑΛΙΖΕΙ ΤΟΥΛΑΧΙΣΤΟΝ 2 ΩΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΣΤΟ ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ** | **150** |
| **ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΧΑΜΗΛΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΡΑΦΟ 1στ ΤΟΥ ΑΡΘΡΟΥ 2 ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ 3175/2003(Ά 207)** | **99,45** |
| **ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΥΨΗΛΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΡΑΦΟ 1στ ΤΟΥ ΑΡΘΡΟΥ 2 ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ 3175/2003(Ά 207)** | **200** |
| **ΒΙΟΜΑΖΑ ΠΟΥ ΑΞΙΟΠΟΙΕΙΤΑΙ ΑΠΟ ΣΤΑΘΜΟΥΣ ΜΕ ΕΓΚ. ΙΣΧΥ ≤ 1MW (ΕΞΑΙΡΟΥΜΕΝΟΥ ΤΟΥ ΒΙΟ-ΑΠΟΔΟΜΗΣΙΜΟΥ ΚΛΑΣΜΑΤΟΣ ΑΣΤΙΚΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ)** | **175** |
| **ΒΙΟΜΑΖΑ ΠΟΥ ΑΞΙΟΠΟΙΕΙΤΑΙ ΑΠΟ ΣΤΑΘΜΟΥΣ ΜΕ ΕΓΚ. ΙΣΧΥ ≥1 ΚΑΙ ≤ 5MW (ΕΞΑΙΡΟΥΜΕΝΟΥ ΤΟΥ ΒΙΟ-ΑΠΟΔΟΜΗΣΙΜΟΥ ΚΛΑΣΜΑΤΟΣ ΑΣΤΙΚΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ)** | **150** |
| **ΒΙΟΜΑΖΑ ΠΟΥ ΑΞΙΟΠΟΙΕΙΤΑΙ ΑΠΟ ΣΤΑΘΜΟΥΣ ΜΕ ΕΓΚ. ΙΣΧΥ >5MW (ΕΞΑΙΡΟΥΜΕΝΟΥ ΤΟΥ ΒΙΟ-ΑΠΟΔΟΜΗΣΙΜΟΥ ΚΛΑΣΜΑΤΟΣ ΑΣΤΙΚΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ)** | **120** |
| **ΑΕΡΙΑ ΕΛΚΥΟΜΕΝΑ ΑΠΟ ΧΩΡΟΥΣ ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΗΣ ΤΑΦΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟ ΕΓΚ. ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΒΙΟΑΕΡΙΑ ( ΣΥΜΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΟΜΕΝΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΒΙΟ-ΑΠΟΔΟΜΗΣΙΜΟΥ ΚΛΑΣΜΑΤΟΣ ΑΣΤΙΚΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ) ΜΕ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥ ≤2MW** | **99,45** |
| **ΒΙΟΑΕΡΙΟ ΠΟΥ ΠΡΟΕΡΧΕΤΑΙ ΑΠΟ ΒΙΟΜΑΖΑ (ΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΚΑ ΚΑΙ** | **220** |

| | | |
|---|---|---|
| **ΑΓΡΟΤΟ-ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΟΡΓΑΝΙΚΑ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΑ ΚΑΙ ΑΠΟΒΛΗΤΑ), ΜΕ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥ ≤3MW** | | |
| **ΑΕΡΙΑ ΕΛΚΥΟΜΕΝΑ ΑΠΟ ΧΩΡΟΥΣ ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΗΣ ΤΑΦΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟ ΕΓΚ. ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΒΙΟΑΕΡΙΑ ( ΣΥΜΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΟΜΕΝΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΒΙΟ-ΑΠΟΔΟΜΗΣΙΜΟΥ ΚΛΑΣΜΑΤΟΣ ΑΣΤΙΚΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ) ΜΕ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥ >2MW** | **99,45** | |
| **ΒΙΟΑΕΡΙΟ ΠΟΥ ΠΡΟΕΡΧΕΤΑΙ ΑΠΟ ΒΙΟΜΑΖΑ (ΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΚΑ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΟ-ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΟΡΓΑΝΙΚΑ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΑ ΚΑΙ ΑΠΟΒΛΗΤΑ), ΜΕ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥ >3MW** | **200** | |
| **Σ.Η.Θ.Υ.Α.** | **87,85*ΣΡ** | **99,45*ΣΡ** |
| **ΛΟΙΠΕΣ Α.Π.Ε. (ΣΥΜΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΟΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΣΤΑΘΜΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΟΥ ΒΙΟ-ΑΠΟΔΟΜΗΣΙΜΟΥ ΚΛΑΣΜΑΤΟΣ ΑΣΤΙΚΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΠΟΥ ΠΛΗΡΟΥΝ ΤΙΣ ΠΡΟΔΟΑΓΡΑΦΕΣ ΤΗΣ ΕΥΡΩΠΑΙΚΗΣ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑΣ ΟΠΩΣ ΕΚΑΣΤΟΤΕ ΑΥΤΕΣ ΙΣΧΥΟΥΝ)** | **87,85** | **99,45** |

Οι τιμές της περίπτωσης (ιστ) του ανωτέρω πίνακα που αφορούν σε σταθμούς Σ.Η.Θ.Υ.Α. που κάνουν χρήση φυσικού αερίου προσαυξάνονται κατά ποσό ίσο με την

τιμή επί το συντελεστή ρήτρας φυσικού αερίου ο οποίος ορίζεται όπως φαίνεται στη σχέση 1.

**ΣΡ = 1+(Μ.Τ.Φ.Α.−26)/(100 x ηel)**

*Σχέση 1*

Όπου: **Μ.Τ.Φ.Α.:** η ανά τρίμηνο μέση μοναδιαία τιμή πώλησης φυσικού αερίου για συμπαραγωγή σε €/MWh ανωτέρας θερμογόνου δύναμης (Α.Θ.Δ.) στους χρήστες Φ.Α. στην Ελλάδα, εξαιρουμένων των πελατών ηλεκτροπαραγωγής. Η τιμή αυτή ορίζεται με μέριμνα της Δ.Ε.Π.Α. Α.Ε. και κοινοποιείται ανά τρίμηνο στον Δ.Ε.Σ.Μ.Η.Ε..

**ηel :** ο ηλεκτρικός βαθμός απόδοσης της διάταξης Σ.Η.Θ.Υ.Α. επί ανωτέρας θερμογόνου δύναμης (Α.Θ.Δ.) φυσικού αερίου, η οποία ορίζεται σε 0,33 για μονάδες

Σ.Η.Θ.Υ.Α. =1MWe, και σε 0,35 για μονάδες Σ.Η.Θ.Υ.Α. >1MWe. Η τιμή του ΣΡ δεν μπορεί να είναι μικρότερη της μονάδας.

Στην περίπτωση που οι ανωτέρω Σ.Η.Θ.Υ.Α. που κάνουν χρήση φυσικού αερίου αξιοποιούν τα καυσαέρια για γεωργικούς σκοπούς ο συντελεστής ΣΡ μπορεί να προσαυξάνεται με απόφαση της Ρ.Α.Ε. μέχρι 20%. Η τιμολόγηση της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από Παραγωγό ή Αυτοπαραγωγό μέσω σταθμού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Σ.Η.Θ.Υ.Α. πραγματοποιείται ανά μήνα με βάση τη Μ.Τ.Φ.Α. του προηγούμενου τριμήνου.

Οι τιμές του ανωτέρω πίνακα για τους Αυτοπαραγωγούς ηλεκτρικής ενέργειας ισχύουν μόνο για σταθμούς Α.Π.Ε. και Σ.Η.Θ.Υ.Α. με εγκατεστημένη ισχύ έως τριάντα πέντε (35) MW και για το πλεόνασμα της ηλεκτρικής ενέργειας που διατίθεται στο Σύστημα ή το Δίκτυο, το οποίο μπορεί να ανέλθει μέχρι ποσοστό 20% της συνολικά παραγόμενης, από τους σταθμούς αυτούς, ηλεκτρικής ενέργειας, σε ετήσια βάση.

## *9.10 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΚΙΝΗΤΡΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΜΕΜΟΝΩΜΕΝΩΝ ΙΔΙΩΤΙΚΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΕΠΕΝΔΥΣΕΩΝ*

Η Δράση αφορά στην παροχή οικονομικών κινήτρων για μεμονωμένες ιδιωτικές ενεργειακές επενδύσεις σε συστήματα συμπαραγωγής, ΑΠΕ και εξοικονόμησης ενέργειας. Θα εφαρμοστεί το καθεστώς κρατικής ενίσχυσης Ν.323/01 - Καθεστώς κρατικών ενισχύσεων για επενδύσεις σε εξοικονόμηση ενέργειας, συμπαραγωγή και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας που εγκρίθηκε από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή στις 11.12.2001 (c(2001)3968fin) όπως τροποποιήθηκε μετά την αύξηση προϋπολογισμού (Ν428/04 /C(2004)4558/18.11.2004).

Όλες οι επενδύσεις της Δράσης θα επιλεγούν μετά από δημόσια πρόσκληση εκδήλωσης ενδιαφέροντος και την υποβολή και αξιολόγηση των προτάσεων σύμφωνα με τους Οδηγούς Επενδύσεων που θα καταρτιστούν από τιο ΥΠΑΝ-Τομέας Ενέργειας & Φυσικών Πόρων. Η υλοποίηση των δράσεων θα γίνει από τους 8 Ενδιάμεσους Φορείς που έχουν επιλεγεί σε συνεργασία με το ΥΠΑΝ- Τομέας Ενέργειας & Φυσικών Πόρων.

### 9.10.1 Για επιχειρήσεις

Η εν λόγω τεχνολογία επιδοτείται μέσω του Αναπτυξιακού Νόμου [14,17] σε ποσοστό που κυμαίνεται αναλόγως της περιοχής που βρίσκεται ο πελάτης και του εταιρικού σχήματος που πραγματοποιεί την επένδυση από 20-40% του συνολικού κόστους της επένδυσης




Εικόνα 9-1**:** Κατηγοριοποίηση γεωγραφικών περιοχών

| | Α | Β | Γ |
|---|---|---|---|
| Μεγάλη | 20% | 30% | 40% |
| Μεσαία | 30% | 40% | 40% |
| Μικρή | 40% | 40% | 40% |
| Πολύ Μικρή | 40% | 40% | 40% |

**Πίνακας 9-2** Κατηγορία επιχείρησης**-**περιοχής σύμφωνα με τον αναπτυξιακό Νόμο
Για την εφαρμογή των διατάξεων του Αναπτυξιακού νόμου η επικράτεια κατανέμεται σε τρεις περιοχές ως εξής :

**Α** Περιλαμβάνει τους Νομούς Αττικής και Θεσσαλονίκης, πλην των Βιομηχανικών Επιχειρηματικών Περιοχών (Β.Ε.Π.Ε.) και των νησιών των Νομών αυτών που εντάσσονται στην Περιοχή Β΄.

**Β** Περιλαμβάνει τις Βιομηχανικές Επιχειρηματικές Περιοχές (Β.Ε.ΠΕ.) και τα νησιά των Νομών της Γεωγραφικής Ζώνης Α’, τους Νομούς της Περιφέρειας Θεσσαλίας (Καρδίτσας, Λάρισας, Μαγνησίας, Τρικάλων), τους Νομούς της Περιφέρειας Νοτίου Αιγαίου (Κυκλάδων, 'ωδεκανήσου), τους Νομούς της Περιφέρειας Ιονίων Νήσων (Κέρκυρας, Λευκάδας, Κεφαλληνίας, Ζακύνθου), τους Νομούς της Περιφέρειας Κρήτης (Ηρακλείου, Λασιθίου, Ρεθύμνου, Χανίων), τους Νομούς της Περιφέρειας Κεντρικής Μακεδονίας (Χαλκιδικής, Σερρών, Κιλκίς, Πέλλας, Ημαθίας, Πιερίας), τους Νομούς της Περιφέρειας 'υτικής Μακεδονίας (Γρεβενών, Κοζάνης, Φλώρινας, Καστοριάς), καθώς και τους Νομούς της Περιφέρειας Στερεάς Ελλάδας (Φθιώτιδας, Φωκίδας, Εύβοιας, Βοιωτίας, Ευρυτανίας).

**Γ** Περιλαμβάνει τους Νομούς της Περιφέρειας Ανατολικής Μακεδονίας Θράκης (Καβάλας, Δράμας, Ξάνθης, Ροδόπης, Έβρου), τους Νομούς της Περιφέρειας Ηπείρου (Άρτας, Πρέβεζας, Ιωαννίνων, Θεσπρωτίας), τους Νομούς της Περιφέρειας Βορείου Αιγαίου (Λέσβου, Χίου, Σάμου), τους Νομούς της Περιφέρειας Πελοποννήσου (Λακωνίας, Μεσσηνίας, Κορινθίας, Αργολίδας, Αρκαδίας), καθώς και τους Νομούς της Περιφέρειας Δυτικής Ελλάδας (Αχαΐας, Αιτωλοακαρνανίας, Ηλείας).

| | ΠΟΛΥ ΜΙΚΡΗ | ΜΙΚΡΗ | ΜΕΣΑΙΑ | ΜΕΓΑΛΗ |
|---|---|---|---|---|
| Εργαζόμενοι | <10 | <50 | <250 | >250 |
| Κύκλος Εργασιών | <2 εκ € | <10 εκ € | <50 εκ € | >50 εκ € |
| Σύνολο ενεργητικού | <2 εκ € | <10 εκ € | <43 εκ € | >43 εκ € |

**Πίνακας 3** Κατάταξη εταιρειών σε κατηγορίες

Προϋποθέσεις για υπαγωγή επενδυτικού σχεδίου στον Αναπτυξιακό :

- Έγκριση περιβαλλοντικών όρων
- Άδεια παραγωγής ή εξαίρεση
- Προσφορά σύνδεσης του σταθμού με το δίκτυο
- Πιστοποιητικό *ISO* κατασκευαστή
- Άδεια εγκατάστασης ή εξαίρεση.

### 9.10.2 Για φυσικά πρόσωπα

Για τα φυσικά πρόσωπα οι διατάξεις δείχνουν να μην είναι το ίδιο ευνοϊκές. Σύμφωνα με το άρθρο του νόμου 2364/95 που ίσχυε μέχρι πρόσφατα, έως 75% του συνολικού κόστους για την αγορά και την εγκατάσταση συστημάτων ΑΠΕ μπορούσε να αφαιρεθεί από το φορολογητέο εισόδημα των φυσικών προσώπων. Υπολογίστηκε ότι η φοροαπαλλαγή του νόμου 2364/95 μπορούσε να μειώσει το κόστος των οικιακών συστημάτων ΑΠΕ έως 30%. Το Υπουργείο Εθνικής Οικονομίας κατήργησε αυτή την φοροαπαλλαγή από το δημοσιονομικό έτος του 2003, επαναφέροντας όμως ένα νέο κίνητρο με την παρακάτω τροποποίηση.

Σύμφωνα με το άρθρο 2 του Ν3296/2004, στις εκπτώσεις δαπανών από το εισόδημα φορολογούμενου συμπεριλαμβάνεται ποσοστό είκοσι τοις εκατό (20%) της δαπάνης είτε για την αλλαγή της εγκατάστασης χρήσης καυσίμου από πετρέλαιο σε φυσικό αέριο είτε για νέα εγκατάσταση φυσικού αερίου, ηλιοθερμικών και φωτοβολταϊκών συστημάτων. Το ποσό που αφαιρείται δεν μπορεί να υπερβαίνει τα πεντακόσια (500) ευρώ.

## *9.11 Επενδυτικός Νόμος(2012)*

***ΥΠΑΓΟΜΕΝΑ ΕΠΕΝΔΥΤΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ ΣΤΟΝ ΝΟΜΟ***

Τα επενδυτικά σχέδια αφορούν όλους τους τομείς της οικονομίας ήτοι:

- Τον πρωτογενή
- Τον δευτερογενή και
- Τον τριτογενή τομέα(τουριστικός τομέας και παροχής υπηρεσιών).

Ενδεικτικά στον Νόμο μπορούν να ενταχθούν επιχειρήσεις:

Μεταποιητικές βιομηχανίες, βιοτεχνίες, μεταλλευτικές και λατομικές, γεωργικές, δασικές, κτηνοτροφικές και αλιευτικές, επιχειρήσεις σύγχρονης τεχνολογίας, ξενοδοχειακές , κατασκηνωτικά κέντρα, επιχειρήσεις ιαματικών πηγών, επενδύσεις τουρισμού υγείας, επιχειρήσεις που σχεδιάζουν να επενδύσουν στην καινοτομία και να εκσυγχρονίσουν τεχνολογικά την επιχείρησή τους, επιχειρήσεις που συστήνονται από νέους 20 έως 40 ετών υπό προϋποθέσεις για ενίσχυση για το σύνολο σχεδόν των δαπανών της επιχείρησης για περίοδο πέντε ετών από την έναρξη λειτουργίας κ.λ.π.

### 9.11.1 ΕΙΔΗ ΕΝΙΣΧΥΣΕΩΝ ΠΟΥ ΠΑΡΕΧΟΝΤΑΙ ΣΤΑ ΕΠΕΝΔΥΤΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ

- Φορολογική απαλλαγή

Σημαίνει απαλλαγή από την καταβολή φόρου εισοδήματος επί των πραγματοποιούμενων προ φόρων κερδών που δηλώνονται με την υποβολή της δήλωσης φορολογίας εισοδήματος, το ύψος της απαλλαγής υπολογίζεται ως ποσοστό % επί του κόστους του επενδυτικού σχεδίου σε συνάρτηση με την Ζώνη που γίνεται η επένδυση, το μέγεθος της επιχείρησης , το αντικείμενο της επένδυσης κ.λ.π. και εμφανίζεται ως αφορολόγητο αποθεματικό.

Προϋπόθεση δια τον υπολογισμό της Φορολογικής Απαλλαγής και δημιουργία αφορολόγητου αποθεματικού είναι η ύπαρξη κερδών και μάλιστα ικανών για την κάλυψη των δεδομένων και ίσως χρειασθούν περισσότερες διαχειριστικές οικονομικές χρήσεις. Επιτρεπτό χρονικό όριο έως 10 χρόνια.

- Επιχορήγηση

Συνιστά δωρεάν χρηματική παροχή από το Δημόσιο για την κάλυψη τμήματος του κόστους της επένδυσης.

- Επιδότηση χρηματοδοτικής μίσθωσης

Συνιστά δωρεάν χρηματική παροχή για κάλυψη από το Δημόσιο τμήματος των δόσεων του Leasing για εξοπλισμό (ποσοστό επί των δόσεων μόνο της αξίας του εξοπλισμού και όχι των επιβαρύνσεων μισθωμάτων) και πάντα μετά την εξόφληση των δόσεων από τον Φορέα της επένδυσης.

#### 9.11.1.1 Τεχνολογική Ανάπτυξη

Αφορά επιχειρήσεις που σχεδιάζουν να επενδύσουν στην καινοτομία και να εκσυγχρονίσουν τεχνολογικά την επιχείρησή τους. Προβλέπει όλα τα είδη των ενισχύσεων. π.χ. Συστήματα διασφάλισης ποιότητας, πιστοποίηση, τεχνολογία εξοικονόμησης ενέργειας, έργα και προγράμματα έρευνας – ανάπτυξης, αξιοποίηση εξειδικευμένου επιστημονικού και ερευνητικού προσωπικού.

#### 9.11.1.2 Επιχειρηματικότητα των Νέων

Ενισχυόμενες δαπάνες :

Τόκοι δανείων (υπό όρους), δαπάνες μίσθωσης εγκαταστάσεων, εξοπλισμού, δαπάνες χρησιμοποίησης τεχνολογικών υποδομών (υπό όρους), δαπάνες ενέργειας, ύδρευσης, θέρμανσης, διοικητικές επιβαρύνσεις και φόρους (όχι Φ.Π.Α. – εταιρικούς φόρους). Για έξοδα μισθοδοσίας με τις εισφορές τους υπό όρους. Η συνολική ενίσχυση μπορεί να φτάσει μέχρι1.000.000,00€.

### 9.11.2 ΟΡΟΙ ΚΑΙ ΠΡΟΥΠΟΘΕΣΕΙΣ ΕΝΤΑΞΗΣ

ΥΨΟΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ:

- Μεγάλες Επιχειρήσεις: 1.000.000,00€
- Μεσαίες Επιχειρήσεις: 500.000,00€
- Μικρές Επιχειρήσεις: 300.000,00€
- Πολύ μικρές Επιχειρήσεις:200.000,00€

Ειδικά για την κατηγορία των επενδυτικών σχεδίων Γενικής Επιχειρηματικότητας το ελάχιστο ύψος επένδυσης ορίζεται στο ήμισυ των προαναφερόμενων κατά περίπτωση ποσών.

- Όταν ο επενδυτής λαμβάνει ενίσχυση με τη μορφή της επιχορήγησης κεφαλαίου η ίδια συμμετοχή δεν μπορεί να είναι μικρότερη του 25% των ενισχυόμενων δαπανών.

- Στις περιπτώσεις φορολογικής απαλλαγής ο δικαιούχος πρέπει να συνεισφέρει τουλάχιστον το 25% του επενδυτικού κόστους, είτε μέσω ιδίων κεφαλαίων είτε μέσω εξωτερικής χρηματοδότησης, υπό την προϋπόθεση ότι το τμήμα αυτό δεν περιέχει καμία κρατική ενίσχυση.

- Η ιδία συμμετοχή αποτελεί αύξηση του εταιρικού κεφαλαίου μόνο με μετρητά ή κατ' εξαίρεση: Καλύπτεται και από λειτουργικά κεφάλαια της εταιρείας , μόνο αν υπάρχουν φορολογηθέντα (έκτακτα) αποθεματικά + επαρκή ρευστότητα (δέσμευσή της για 5ετία).

### 9.11.3 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΒΗΜΑ ΠΡΟΣ ΒΗΜΑ ΓΙΑ ΥΠΑΓΩΓΗ ΣΤΟ ΝΟΜΟ

*Αρχικό βήμα*

Είναι η επιθυμία, ενός φυσικού προσώπου ή περισσοτέρων φυσικών προσώπων ή υφισταμένων εταιρειών να επενδύσουν σε συγκεκριμένη θέση και σε συγκεκριμένο αντικείμενο δραστηριότητας που εμπίμπτει στις δραστηριότητες που προβλέπει ο Νόμος και τις θεωρεί ως παραγωγικές.

Η επιθυμία για επένδυση θα πρέπει να είναι αποτέλεσμα:

α. Γνώσεων γύρω από το αντικείμενο.

β. Εμπειριών ως προς το επιχειρήν κατά το παρελθόν με θετικά αποτελέσματα.

γ. Έρευνας της αγοράς για το συγκεκριμένο αντικείμενο δραστηριότητας ( Μέθοδοι παραγωγής , ανταγωνισμός, αποτελέσματα ιστορικού κλάδου, προοπτικές ανάπτυξης ή μη κ.λ.π.

δ. Ύπαρξης των αναγκαίων κεφαλαίων για κάλυψη της υποχρεωτικής ιδίας συμμετοχής , των αναγκαίων κεφαλαίων για τις ανάγκες κεφαλαίου κίνησης και με στόχο την ξένη χρηματοδότηση σε επίπεδα ελεγχόμενα για περιορισμό των

χρηματοοικονομικών δαπανών.

ε. Σύνταξης Οικονομοτεχνικής Μελέτης για τον έλεγχο της βιωσιμότητας σε συνδιασμό με τις παραδοχές που λήφθηκαν υπόψη , τις προβλέψεις κ.λ.π. στοιχεία που θα πρέπει να αντλούνται από την μελέτη και έρευνα οικονομικών στοιχείων υφιστάμενων επιχειρήσεων ιδίου αντικειμένου και μεγέθους και αν δεν υπάρχουν στοιχεία ανατρέχουμε σε μελέτες εάν υπάρχουν, στατιστικά στοιχεία από Επιμελητήρια κ.λ.π.

### 9.11.4 ΧΡΟΝΟΣ ΥΠΟΒΟΛΗΣ ΑΙΤΗΣΕΩΝ ΥΠΑΓΩΓΗΣ

Οι αιτήσεις για την υπαγωγή των επενδυτικών σχεδίων στον παρόντα νόμο υποβάλλονται τους μήνες Απρίλιο και Οκτώβριο, πλην των Μεγάλων Επενδυτικών Σχεδίων, τα οποία υποβάλλονται οποτεδήποτε.

*ΟΙ ΑΙΤΗΣΕΙΣ ΥΠΟΒΑΛΛΟΝΤΑΙ*

Στη Γενική Διεύθυνση Ιδιωτικών Επενδύσεων του ΥΠ.ΟΙ.ΑΝ.

→ Όλα τα σχέδια Γενικής Επιχειρηματικότητας και Τεχνολογικής Ανάπτυξης.

### 9.11.5 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Δημοσιεύεται στο διαδίκτυο προσωρινός πίνακας κατάταξης των επενδυτικών σχεδίων με τη βαθμολογία τους. Ο υποψήφιος επενδυτής έχει δικαίωμα ένστασης μέσα σε 10 ημέρες. Η διαδικασία εξέτασης των ενστάσεων ολοκληρώνεται εντός 15 ημερών από τη λήξη της προθεσμίας υποβολής της αίτησης. Τέλος αναρτάται ο τελικός πίνακας αποτελεσμάτων.

### 9.11.6 ΄ΕΚΔΟΣΗ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ ΥΠΑΓΩΓΗΣ

α. Για τα επενδυτικά σχέδια που επιλέγονται εκδίδονται ατομικές αποφάσεις υπαγωγής από τα Όργανα, τα οποία προβλέπονται στην παράγραφο 4 του άρθρου 11 του Ν.3908/2011.

Τα ίδια όργανα είναι αρμόδια για την έκδοση τροποποίησης της απόφασης υπαγωγής, ολοκλήρωσης και πιστοποίησης της έναρξης της παραγωγικής λειτουργίας της επένδυσης, ανάκλησης της απόφασης υπαγωγής και επιστροφής των καταβληθεισών ενισχύσεων ή παρακράτησης ή απώλειας του δικαιώματος χρήσης αυτών.

Για τα μη επιλεγόμενα επενδυτικά σχέδια εκδίδονται ατομικές αιτιολογημένες απορριπτικές αποφάσεις, οι οποίες κοινοποιούνται με συστημένες επιστολές στους ενδιαφερομένους.

#### 9.11.6.1 Αιτήσεις και Δικαιολογητικά

- Αίτηση για την υπογραφή σύμβασης πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας με τον ΛΑΓΗΕ Υπογεγραμμένη από τον αιτούντα συνοδευτική επιστολή (διαβιβαστικό/αίτηση) προς τον ΛΑΓΗΕ (Κάστορος 72 - 18545 Πειραιάς) όπου θα αναφέρονται :

1.Θέση και ισχύς του σταθμού

2.Επωνυμία αιτούντα και στοιχεία επικοινωνίας (τηλέφωνο, φαξ, email κλπ)

3.Τα συνημμένα έγγραφα που υποβάλλονται

· Ειδικά δικαιολογητικά ανά κατηγορία σταθμού:

→Απαραίτητα δικαιολογητικά για τη σύμβαση πώλησης σταθμών από ΑΠΕ (πλην φωτοβολταϊκών) ή ΣΗΘΥΑ με τον ΛΑΓΗΕ (όλα επικυρωμένα):

1.'Αδεια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας που κατέχει ο Παραγωγός, (ή την απόφαση με την οποία χορηγήθηκε εξαίρεση από την υποχρέωση λήψης άδειας παραγωγής ή τυχόν άλλη προβλεπόμενη έγκριση ή το γεγονός ότι ο παραγωγός απαλλάσσεται από την έκδοση άδειας παραγωγής ή άλλης διαπιστωτικής απόφασης, κατά περίπτωση).

2.Δεσμευτική Προσφορά Όρων Σύνδεσης *

3.Απόφαση Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων (ΕΠΟ) ή αν δεν απαιτείται ΕΠΟ, βεβαίωση απαλλαγής**

* Παρακαλούμε για την υποβολή της Σύμβασης Σύνδεσης με το Δίκτυο ή το Σύστημα και της 'Αδειας Εγκατάστασης (εφόσον ήδη υπάρχουν κατά την υποβολή της αίτησης για τη σύμβαση πώλησης)

** Σε περίπτωση μη έκδοσης της βεβαίωσης απαλλαγής από ΕΠΟ, για να διαπιστώνεται βεβαιωμένα η παρέλευση εικοσαημέρου από την ημερομηνία υποβολής του αιτήματος (Ν. 3851/2010),

θα υποβάλλεται ακριβές αντίγραφο αποδεικτικού υποβολής αίτησης προς την αρμόδια ΔΙ.ΠΕ.ΧΩ. για τη χορήγηση βεβαίωσης απαλλαγής από ΕΠΟ, και Υπεύθυνη Δήλωση (άρθρο 8 του ν. 1559/1986) ότι δεν εκδόθηκε η βεβαίωση απαλλαγής από ΕΠΟ μετά την παρέλευση του εικοσαημέρου από την ημερομηνία υποβολής του αιτήματος προς την αρμόδια ΔΙ.ΠΕ.ΧΩ, και ότι δεν έχει λάβει εν τω μεταξύ αρνητική απάντηση επί του αιτήματός του για χορήγηση βεβαίωσης απαλλαγής.

→ Απαραίτητα δικαιολογητικά για τη σύμβαση ΣΗΘ (όλα επικυρωμένα):

1.'Αδεια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας που κατέχει ο Παραγωγός, (ή την απόφαση με την οποία χορηγήθηκε εξαίρεση από την υποχρέωση λήψης άδειας παραγωγής ή τυχόν άλλη προβλεπόμενη έγκριση ή το γεγονός ότι ο παραγωγός απαλλάσσεται από την έκδοση άδειας παραγωγής ή άλλης διαπιστωτικής απόφασης, κατά περίπτωση).

2.Δεσμευτική Προσφορά Όρων Σύνδεσης*.

3.Απόφαση Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων (ΕΠΟ) για σταθμούς άνω των 500 kW (ή όπου απαιτείται σύμφωνα με το άρθρο 3 του νόμου 3851/2010) ή αν δεν απαιτείται ΕΠΟ, βεβαίωση απαλλαγής**.

**ΠΡΟΣΟΧΗ** : Εξαιρούνται από την υποχρέωση έκδοσης απόφασης Ε.Π.Ο., οι σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. που εγκαθίστανται σε γήπεδα, εφόσον η εγκατεστημένη ηλεκτρική ισχύς τους δεν υπερβαίνει τα εξής όρια ανά τεχνολογία:

– 0,5 MW για σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής με χρήση βιομάζας, βιοαερίου και βιοκαυσίμων,

– 0,5 MW για σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής από φωτοβολταϊκά ή ηλιοθερμικά,

– 20 kW για αιολικούς σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής.

Για τις ανωτέρω περιπτώσεις απαιτείται η χορήγηση βεβαίωσης απαλλαγής εντός αποκλειστικής προθεσμίας είκοσι (20) ημερών από την αρμόδια περιβαλλοντική αρχή της οικείας Περιφέρειας, μετά την άπρακτη παρέλευση της οποίας θεωρείται αυτή χορηγηθείσα. Για τη χορήγηση της βεβαίωσης εξετάζεται μόνο η εγκατεστημένη ισχύς του σταθμού

4.Υπεύθυνη Δήλωση (άρθρο 8 του ν. 1559/1986) περί μη κατάτμησης με το εξής κείμενο: «Δεν έχω προβεί σε κατάτμηση του πραγματικού μεγέθους του συστήματος ΣΗΘ σε υποσύνολα ισχύος μικρότερης αυτής για την οποία δεν απαιτείται άδεια παραγωγής ή απόφαση εξαίρεσης, με σκοπό την καταστρατήγηση του ευνοϊκού καθεστώτος τιμολόγησης που εισάγει το άρθρο 27Α του ν.3734/2009, σύμφωνα με τα προβλεπόμενα στο άρθρο 4 του Ν.4001/2011.

* Παρακαλούμε για την υποβολή της Σύμβασης Σύνδεσης με το Δίκτυο ή το Σύστημα και της 'Αδειας Εγκατάστασης (εφόσον ήδη υπάρχουν κατά την υποβολή της αίτησης για τη σύμβαση πώλησης)

** Σε περίπτωση μη έκδοσης της βεβαίωσης απαλλαγής από ΕΠΟ, για να διαπιστώνεται βεβαιωμένα η παρέλευση εικοσαημέρου από την ημερομηνία υποβολής του αιτήματος (Ν. 3851/2010), θα υποβάλλεται ακριβές αντίγραφο αποδεικτικού υποβολής αίτησης προς την αρμόδια ΔΙ.ΠΕ.ΧΩ. για τη χορήγηση βεβαίωσης απαλλαγής από ΕΠΟ, και Υπεύθυνη Δήλωση (άρθρο 8 του ν. 1559/1986) ότι δεν εκδόθηκε η βεβαίωση απαλλαγής από ΕΠΟ μετά την παρέλευση του εικοσαημέρου από την ημερομηνία υποβολής του αιτήματος προς την αρμόδια ΔΙ.ΠΕ.ΧΩ, και ότι δεν έχει λάβει εν τω μεταξύ αρνητική απάντηση επί του αιτήματός του για χορήγηση βεβαίωσης απαλλαγής.

→ Απαραίτητα δικαιολογητικά για τη σύμβαση ΣΗΘ (όλα επικυρωμένα):

1.Προσωρινή Βεβαίωση από τον Οργανισμό Πληρωμών και Ελέγχου Κοινοτικών Ενισχύσεων Προσανατολισμού και Εγγυήσεων (ΟΠΕΚΕΠΕ) ότι ο αιτών είναι επαγγελματίας αγρότης για το έτος 2010

2.Δεσμευτική Προσφορά Όρων Σύνδεσης από τον ΔΕΔΔΗΕ.

3.Βεβαίωση απαλλαγής από ΕΠΟ** (ή απόφαση ΕΠΟ εφόσον απαιτείται)

4.Επικυρωμένη φωτοτυπία ταυτότητας.

5.Βεβαίωση έναρξης επιτηδεύματος και μεταβολής της (παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΣΗΘ).

6.Υπεύθυνη Δήλωση (άρθρο 8 του ν. 1559/1986) περί μη κατάτμησης (με βεβαίωση του γνησίου υπογραφής)

** Σε περίπτωση μη έκδοσης της βεβαίωσης απαλλαγής από ΕΠΟ, για να διαπιστώνεται βεβαιωμένα η παρέλευση εικοσαημέρου από την ημερομηνία υποβολής του αιτήματος (Ν. 3851/2010), θα υποβάλλεται ακριβές αντίγραφο αποδεικτικού υποβολής αίτησης προς την αρμόδια ΔΙ.ΠΕ.ΧΩ. για τη χορήγηση βεβαίωσης απαλλαγής από ΕΠΟ, και Υπεύθυνη Δήλωση (άρθρο 8 του ν. 1559/1986) ότι δεν εκδόθηκε η βεβαίωση απαλλαγής από ΕΠΟ μετά την παρέλευση του εικοσαημέρου από την ημερομηνία υποβολής του αιτήματος προς την αρμόδια ΔΙ.ΠΕ.ΧΩ, και ότι δεν έχει λάβει εν τω μεταξύ αρνητική απάντηση επί του αιτήματός του για χορήγηση βεβαίωσης απαλλαγής.

- ΝΟΜΙΜΟΠΟΙΗΤΙΚΑ ΕΓΓΡΑΦΑ

**ΑΝΩΝΥΜΗ ΕΤΑΙΡΙΑ** (η εταιρεία πρέπει να έχει τουλάχιστον 20-ετή διάρκεια)

1.Επικυρωμένο αντίγραφο Καταστατικού και τυχόν τροποποιήσεών του ή Κωδικοποιημένου Καταστατικού (στο σκοπό της εταιρείας να περιλαμβάνεται δραστηριότητα σχετικά με την παραγωγή και εμπορία ηλεκτρικής ενέργειας)

2.ΦΕΚ με την δημοσίευση του Καταστατικού (Σύστασης)

3.ΦΕΚ με τη δημοσίευση των τροποποιήσεων του Καταστατικού, αν υπήρξαν

4.ΦΕΚ με δημοσίευση των μελών του ΔΣ και περί των εκπροσώπων και των αρμοδιοτήτων τους

5.Επικυρωμένο αντίγραφο Πρακτικού ΓΣ περί της εκλογής του τελευταίου ΔΣ

6. Επικυρωμένο αντίγραφο του Πρακτικού του Διοικητικού Συμβουλίου περί συγκρότησής του σε σώμα περί του διορισμού (ή/και της παύσης) των εκπροσώπων της Εταιρίας του τρόπου εκπροσώπησης και καθορισμού των αρμοδιοτήτων και εξουσιών των εκπροσώπων.

7.Πιστοποιητικό του αρμοδίου Πρωτοδικείου περί μη πτωχεύσεως της Εταιρίας

8.Βεβαίωση της αρμόδιας Νομαρχίας περί των τροποποιήσεων του Καταστατικού

9.Βεβαίωση του Εμπορικού κλπ Επιμελητηρίου όπου είναι εγγεγραμμένη η Εταιρία

10. Υπεύθυνη Δήλωση (άρθρο 8 του ν. 1559/1986) του νομίμου εκπροσώπου της Εταιρίας με τη σφραγίδα της και την υπογραφή του αρμοδίου εκπροσώπου της ότι: α) Δεν έχουν γίνει άλλες τροποποιήσεις στο Καταστατικό, εκτός όσων αναφέρονται στα σχετικά ΦΕΚ (αριθμός και ημερομηνία) που προσκομίσθηκαν, και β) Η σύνθεση του ΔΣ η συγκρότησή του σε Σώμα και αρμοδιότητες και εξουσίες των εκπροσώπων της Εταιρίας είναι πράγματι αυτές που αναφέρονται στο σχετικό Πρακτικό όπως δημοσιεύτηκε.

11.Πρακτικό ΔΣ για την υπογραφή της Σύμβασης Πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας με τον ΛΑΓΗΕ

**ΕΤΑΙΡΙΑ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΕΝΗΣ ΕΥΘΥΝΗΣ** (η εταιρεία πρέπει να έχει τουλάχιστον 20-ετή διάρκεια)

1.Επικυρωμένο αντίγραφο Καταστατικού και τυχόν τροποποιήσεών του ή Κωδικοποιημένου Καταστατικού (στο σκοπό της εταιρείας να περιλαμβάνεται δραστηριότητα σχετικά με την παραγωγή και εμπορία ηλεκτρικής ενέργειας)

2.ΦΕΚ με τη δημοσίευση του Καταστατικού της Εταιρίας (Σύσταση)

3.ΦΕΚ με τη δημοσίευση των τροποποιήσεων του Καταστατικού, αν υπήρξαν

4.ΦΕΚ με δημοσίευση των μελών του ΔΣ και περί των εκπροσώπων και των αρμοδιοτήτων τους

5.Πιστοποιητικό του αρμοδίου Πρωτοδικείου περί μη πτωχεύσεως της Εταιρίας

6.Πιστοποιητικό του αρμοδίου Πρωτοδικείου περί των τροποποιήσεων του Καταστατικού

7.Βεβαίωση του Εμπορικού Επιμελητηρίου όπου είναι εγγεγραμμένη η Εταιρία

8.Υπεύθυνη Δήλωση (άρθρο 8 του ν. 1559/1986) του νομίμου εκπροσώπου της Εταιρίας με τη σφραγίδα της και την υπογραφή του αρμοδίου εκπροσώπου της ότι δεν έχουν γίνει άλλες τροποποιήσεις στο Καταστατικό, εκτός όσων αναφέρονται στα σχετικά ΦΕΚ (αριθμός και ημερομηνία) που προσκομίσθηκαν.

**ΠΡΟΣΩΠΙΚΕΣ ΕΤΑΙΡΙΕΣ** ( Ο.Ε. & Ε.Ε.) (η εταιρεία πρέπει να έχει τουλάχιστον 20-ετή διάρκεια)

1.Επικυρωμένο αντίγραφο Καταστατικού και τυχόν τροποποιήσεών του ή Κωδικοποιημένου Καταστατικού (στο σκοπό της εταιρείας να περιλαμβάνεται δραστηριότητα σχετικά με την παραγωγή και εμπορία ηλεκτρικής ενέργειας)

2.Πιστοποιητικό του αρμοδίου Πρωτοδικείου περί μη πτωχεύσεως α) της Εταιρίας, και β) των ομόρρυθμων Εταίρων

3.Πιστοποιητικό του αρμοδίου Πρωτοδικείου περί των τροποποιήσεων του Καταστατικού

4.Βεβαίωση του Εμπορικού κλπ. Επιμελητηρίου όπου είναι εγγεγραμμένη η Εταιρία

5. Υπεύθυνη Δήλωση (άρθρο 8 του ν. 1559/1986) του νομίμου εκπροσώπου της Εταιρίας με τη σφραγίδα της και την υπογραφή του διαχειριστή ότι: α) Δεν έχουν γίνει άλλες τροποποιήσεις στο Καταστατικό, εκτός όσων προσκομίσθηκαν, και β) Ο διαχειριστής παραμένει αυτός που ορίσθηκε από το Καταστατικό, δεν έχει ανακληθεί και οι αρμοδιότητές του για την εκπροσώπηση και διαχείριση της Εταιρίας παραμένουν οι ίδιες.

ΕΛΕΥΘΕΡΟΙ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΕΣ

1. Επικυρωμένη φωτοτυπία ταυτότητας

2.Βεβαίωση έναρξης επιτηδεύματος και μεταβολής της (επικυρωμένα)

## Ύψος παραβόλου

| **Είδος σχεδίου** | **Ποσοστό** | **Max Ποσό** |
|---|---|---|
| Σχέδια Επιχειρηματικότητα των Νέων | 0,5‰ | 10.000,00€ |
| Σχέδια Νέων Επιχειρήσεων | 0,8‰ | 20.000,00€ |
| Σχέδια όλων των λοιπών κατηγοριών | 1,0‰ | 30.000,00€ |

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10 : ΕΠΙΛΟΓΟΣ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Με το τέλος αυτής της πτυχιακής μπορούμε να διαπιστώσουμε τον καταλυτικό ρόλο που μπορεί να διαδραματίσει η Συμπαραγωγή στο ευρωπαϊκό ενεργειακό μέλλον. Αποτελεί ίσως τη σημαντικότερη τεχνολογία που συμβάλλει σημαντικά στην εξοικονόμηση ενέργειας και μειώνει σε μεγάλο βαθμό την εκπομπή ρυπογόνων ουσιών, υπεύθυνων για το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Ακόμη προσφέρει μεγαλύτερη αξιοπιστία παροχής ηλεκτρικής ενέργειας αφού αποδεσμεύει τον συμπαραγωγό από τις μεγάλες συμβατικές μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Έτσι, η Συμπαραγωγή αποτελεί ίσως το καλύτερο εργαλείο για την επίτευξη ενός σημαντικού πανευρωπαϊκού στόχου, την απελευθέρωση της αγοράς ενέργειας. Υπάρχει η δυνατότητα για διπλασιασμό συμπαραγωγικού ηλεκτρισμού ως το 2015 και για παραγωγή του 22% της συνολικής παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας στην ΕΕ. Αυτά αποτελούν τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα που έχει να επιδείξει η Συμπαραγωγή.

Επιγραμματικά, τα πιο διαδεδομένα και ευρέως εφαρμόσιμα συστήματα συμπαραγωγής είναι:

- Συστήματα ατμοστροβίλων (απομάστευσης, αντίθλιψης ή σε κύκλο βάσης).
- Συστήματα αεριοστροβίλων ανοιχτού και κλειστού κύκλου.
- Συστήματα με παλινδρομική μηχανή εσωτερικής καύσης.
- Συστήματα συνδυασμένου κύκλου.
- Κύκλοι βάσης Rankine με οργανικά ρευστά.
- Κυψέλες καυσίμου (fuel cells).
- Λέβητες Ανακομιδής Θερμότητας (ΛΑΘ).
- Μηχανές Striling, και
- Τυποποιημένες μονάδες συμπαραγωγής-«πακέτα».

Η συμπαραγωγη δεν είναι ΑΠΕ αλλα μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε και ΑΠΕ με σκοπό την βέλτιστη απόδοση του συστήματος συμπαραγωγής που διαθέτουμε είτε σε οικονομικό είτε σε ενεργειακό επίπεδοόπως παρουσιάστηκε στην ενότητα 4-1.

Με μία μονάδα ΣΗΘ αναμένονται τα εξής οφέλη:

- Εξοικονόμηση χρημάτων
- Ενεργειακή αναβάθμιση μιας εγκατάστασης
- Βελτίωση του οικονομικού προφίλ.

Ένας ιδιοκτήτης μεγάλου κτιρίου ή βιομηχανίας με υψηλή και σταθερή κατανάλωση θερμότητας μία από τις καλύτερες επιλογές που μπορεί να εξετάσει στο πλαίσιο ενεργειακής αναβάθμισης του κτιρίου του είναι η ΣΗΘ. Πρόκειται για μία επένδυση με πολύ σύντομο χρόνο απόσβεσης και ταιριάζει απόλυτα στα λεγόμενα φορτία βάσης. Απαραίτητα προϋπόθεση είναι να υπάρχει ανάγκη από μεγάλα και σταθερά θερμικά φορτία κατά το μεγαλύτερο τμήμα του έτους.

Στην επιλογή της μονάδας ΣΗΘ, ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο διαδραματίζει η προκαταρκτική μελέτη των ηλεκτρικών, θερμικών και ψυκτικών φορτίων της εγκατάστασης. Η ημερήσια κατανομή των παραπάνω φορτίων είναι απαραίτητη για τη δημιουργία της καμπύλης διάρκειας φορτίου σε ετήσια βάση. Από την καμπύλη αυτή θα επιλεγεί ως θερμική ισχύς της μονάδας ΣΗΘ, η θερμική ισχύς που απαιτείται από την εγκατάσταση για 5.000-5.500 ώρες ετησίως.

Όμως στις μεσογειακές χώρες, η περίοδος που απαιτείται θέρμανση διαρκεί λίγους μήνες, οπότε οι ώρες λειτουργίας της μονάδας ΣΗΘ είναι πολύ λιγότερες από τις απαιτούμενες με αποτέλεσμα η διάρκεια απόσβεσης να γίνεται απαγορευτική. Για αυτό, κυρίως σε αυτές τις χώρες έχει αρχίσει ήδη να γίνεται εφαρμογή της τριπαραγωγής με την χρήση ενός ψύκτη απορρόφησης για την κάλυψη και των ψυκτικών φορτίων κατά τους θερινούς μήνες. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, την αύξηση των ετήσιων ωρών λειτουργίας της μονάδας ΣΗΘ, άρα τη μείωση του χρόνου απόσβεσης της αρχικής εγκατάστασης.

### *10.1 Κίνητρα Εγκατάστασης ΣΗΘ*

Η συμπαραγωγή μπορεί πλέον να χρηματοδοτηθεί από τον επενδυτικό νόμο και να έχει ελκυστική τιμολόγηση. Επιχορηγήσεις: δωρεάν χρηματική παροχή από το Δημόσιο για την κάλυψη τμήματος του κόστους της επένδυσης. Δωρεάν χρηματική παροχή για κάλυψη από το Δημόσιο τμήματος των δόσεων του Leasing για εξοπλισμό (ποσοστό επί των δόσεων μόνο της αξίας του εξοπλισμού και όχι των επιβαρύνσεων μισθωμάτων) και πάντα μετά την εξόφληση των δόσεων από τον Φορέα της επένδυσης.

ΤΑ ΠΟΣΟΣΤΑ ΕΠΙΧΟΡΗΓΗΣΕΩΝ ΠΑΡΕΧΟΝΤΑΙ:

1.Με βάση την γεωγραφική κατανομή.

2.Το μέγεθος της επιχείρησης.

Η συμπαραγωγή μπορεί πλέον να χρηματοδοτηθεί από τον επενδυτικό νόμο και να έχει ελκυστική τιμολόγηση.

Τα κίνητρα αφορούν είτε σε άμεση επιδότηση της αγοράς και εγκατάστασης καθαρών ενεργειακών τεχνολογιών και μέτρων εξοικονόμησης σε κτίρια, είτε σε φοροελαφρύνσεις που οδηγούν σε ισοδύναμο αποτέλεσμα, είτε τέλος σε συνδυασμό των δύο μεθόδων.

Η επιδότηση αγοράς και εγκατάστασης μπορεί να γίνεται με βάση ένα συγκεκριμένο ποσοστό επί της δαπάνης (π.χ. 30%) είτε ανάλογα με την εκτιμώμενη εξοικονόμηση συμβατικού καυσίμου.

Για λόγους απλοποίησης της διαδικασίας, η επιδότηση θα μπορούσε να προσαρμοστεί ανάλογα με τις 4 κλιματικές ζώνες που προβλέπει ο ΚΕΝΑΚ, ώστε να μη απαιτείται κάποιος πολύπλοκος μηχανισμός ελέγχου.

Για διασφάλιση της ποιότητας των συστημάτων, προτείνεται η ενίσχυση μόνο των συστημάτων εκείνων που πληρούν τις σχετικές προδιαγραφές (π.χ. στην περίπτωση των ηλιοθερμικών, τις προδιαγραφές ΕΝ 12975, ΕΝ 12976, ΕΝ 12977, και συνοδεύονται από κάποιο αναγνωρισμένο σήμα ποιότητας, π.χ. το Solar Keymark).

### 10.1.1 Φορολογικά κίνητρα

Ο φορολογικός νόμος 3522 (ΦΕΚ 276Α, 22-12-2006) προβλέπει έκπτωση δαπανών από το εισόδημα (σε ποσοστό 20% της δαπάνης) για τα παρακάτω μέτρα εξοικονόμησης:

α) Την αντικατάσταση του λέβητα πετρελαίου για την εγκατάσταση τηλεθέρμανσης ή για νέα εγκατάσταση τηλεθέρμανσης.

β) Την αγορά αποκεντρωμένων συστημάτων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας που βασίζονται σε Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (φωτοβολταϊκά, μικρές ανεμογεννήτριες) και συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και ψύξης–θέρμανσης με χρήση φυσικού αερίου ή ανανεώσιμων πηγών.

Στην ελληνική αγορά έχουν προταθεί συγκεκριμένα :

- ☐ η βελτίωση των διαδικασιών και η μείωση του χρόνου αδειοδοτήσεων
- ☐ η νομοθετική ρύθμιση για χρηματοδοτήσεις από τρίτους στον ιδιωτικό και δημόσιο τομέα
- ☐ η θέσπιση ουσιαστικών οικονομικών κινήτρων

## *10.2 Σημεία προσοχής κατά την εγκατάσταση ΣΗΘ*

Παράλληλα με τα προαναφερθέντα εάν το σύστημα συμπαραγωγής τοποθετηθεί στο υπόγειο ή στη ταράτσα ενός κτιρίου, επιπλέον εξοπλισμός για την μείωση των κραδασμών είναι απαραίτητος. Η πιο φτηνή λύση στα παραπάνω προβλήματα και εφόσον δεν διατίθεται εσωτερικός χώρος είναι η τοποθέτηση του συστήματος συμπαραγωγής εξωτερικά του κτιρίου, μέσα σε container και εξοπλισμένο με τα αντίστοιχα συστήματα μείωσης θορύβου.

Επομένως η εγκατάσταση συστήματος συμπαραγωγής σε κατοικημένες περιοχές, πρέπει να πληρεί ορισμένες προϋποθέσεις:

- επιλογή τεχνολογίας με χαμηλές εκπομπές ρύπων
- προσεκτική επιλογή του τόπου εγκατάστασης
- τοποθέτηση εξοπλισμού ελέγχου και περιορισμού των εκπεμπόμενων ρύπων
- ελαστική έδραση και ηχητική μόνωση του συστήματος
- κατασκευή καπνοδόχου υψηλότερης των γειτονικών κτιρίων
- εγκατάσταση μέσων συλλογής και αποκομιδής των στερεών και υγρών καταλοίπων

Αυτά τα μέτρα ενδέχεται να είναι δαπανηρά και ίσως οι εμπλεκόμενοι να επιδιώξουν να τα παραβλέψουν. Για αυτόν το λόγο θα πρέπει η κυβέρνηση να υιοθετήσει κατάλληλη διαδικασία αδειοδότησης, η οποία θα υποχρεώνει την εφαρμογή των παραπάνω μέτρων.

### *10.3 Αδυναμίες Συμπαραγωγής*

Όπως προαναφέρθηκε εάν δεν γίνει προσεκτική επιλογή του είδους και της θέσης της μονάδας, υπάρχει η περίπτωση η τεχνολογία της συμπαραγωγής όχι μόνο να μην έχει τα παραπάνω αποτελέσματα, αλλά οι επιπτώσεις της να είναι ιδιαίτερα επιζήμιες κυρίως σε οικονομικό και περιβαλλοντικό επίπεδο.Η εξάπλωση της συμπαραγωγής μπορεί να έχει αρνητικές οικονομικές επιπτώσεις στο εθνικό σύστημα ηλεκτρισμού, εάν αυτό έχει ικανότητα παραγωγής μεγαλύτερη από τη ζήτηση ή εάν ο ρυθμός αύξησης της ικανότητας με την κατασκευή νέων σταθμών είναι μεγαλύτερος από τον ρυθμό αύξησης της ζήτησης και για διάφορους λόγους δεν μπορεί να επιβραδυνθεί. Τότε το κόστος κεφαλαίου μοιράζεται σε μικρότερη ποσότητα παραγόμενου ηλεκτρισμού με αποτέλεσμα την αύξηση του μοναδιαίου κόστους.
Ακόμη ένα πρόβλημα που μπορεί να εμφανίστει με τη μεγάλη διείσδυση μονάδων ΣΗΘ είναι μία πιθανή διακύμανση στο δίκτυο ηλεκτρισμού. Το πρόβλημα αυτό όπως αναφερθήκαμε στο **κεφάλαιο 8** μπορεί να περιοριστεί ή ακόμη και να αποφευχθεί όταν το σύστημα συμπαραγωγής και η σύνδεσή του με τα δίκτυο πληρούν ορισμένες προδιαγραφές.

#### 10.3.1 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

Τα διάφορα συστήματα συμπαραγωγής έχουν διαφορετικές εκπομπές ρύπων.Από την άλλη, ένα σύστημα συμπαραγωγής μπορεί να μειώνει την εκπομπή ενός ρύπου αλλά να αυξάνει την εκπομπή ενός άλλου. Επίσης μπορεί εν γένει η συμπαραγωγή να συντελεί στην μείωση των εκπεμπόμενων ρύπων, αλλά είναι ενδεχόμενη η αύξηση των ρύπων σε τοπική κλίμακα. Από τις διαθέσιμες τεχνολογίες συμπαραγωγής οι κινητήρες Diesel και Otto έχουν τις υψηλότερες εκπομπές ρύπων.

Καθώς οι κινητήρες αυτοί είναι πιο κατάλληλοι για εφαρμογές συμπαραγωγής στον εμπορικό-βιομηχανικό τομέα, ο κίνδυνος από τις εκπομπές τους είναι αυξημένος διότι στις κατοικημένες περιοχές οι κάτοικοι είναι άμεσα εκτεθειμένοι στους ρύπους του αέρα, οι διασπορά των οποίων εμποδίζεται από τα μεγάλα κτίρια.

Οι κυριότεροι εκπεμπόμενοι ρύποι από την ανάφλεξη των καυσίμων, που θεωρούνται επιβλαβής, είναι:

- το διοξείδιο του άνθρακα CO2
- το μονοξείδιο του άνθρακα CO
- τα οξείδια του αζώτου NOx
- τα οξείδια του θείου SOx, συνήθως διοξείδιο του θείου SO2
- οι άκαυστοι υδρογονάνθρακες (CxHy, ή αλλιώς συμβολίζονται με τα αρχικά HC ή UHC)

  τα στερεά σωματίδια

Όταν πολλές μικρές και διεσπαρμένες μονάδες συμπαραγωγής αντικαθιστούν μεγάλους κεντρικούς σταθμούς με υψηλές καπνοδόχους, τότε δεν είναι εξασφαλισμένη η βελτίωση της ποιότητας του περιβάλλοντος. Οι κεντρικοί σταθμοί βρίσκονται κατά κανόνα έξω από αστικά κέντρα και οι υψηλές καπνοδόχοι συντελούν σε ικανοποιητικό διασκορπισμό των ρύπων. Αντίθετα, οι μικρές μονάδες συμπαραγωγής, που έχουν σχετικά χαμηλότερες καπνοδόχους, είναι εγκατεστημένες κοντά ή και μέσα σε κατοικημένες περιοχές, επιβαρύνοντας το περιβάλλον τους.

Το ζήτημα αποκτά ιδιαίτερη βαρύτητα κυρίως στις κατοικημένες περιοχές, όπου ο αέρας μπορεί να είναι ήδη επιβαρυμένος από ρύπους. Η ποσοτικοποίηση της επίπτωσης είναι πολύπλοκη καθώς εξαρτάται από πολλούς παράγοντες.

Η ανάλυση οφείλει να γίνει σε δύο επίπεδα:

- τοπικό
- σφαιρικό

Αρχικά θα πρέπει να υπολογιστούν οι εκπομπές ρύπων του συστήματος συμπαραγωγής και οι εκπομπές των συμβατικών συστημάτων χωριστής παραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας, λαμβάνοντας υπόψη το είδος του καυσίμου που χρησιμοποιεί το καθένα από αυτά.

Οι πιθανές αυτές αρνητικές επιπτώσεις μπορούν να μετριαστούν ή και να εξαλειφθούν με την σωστή επιλογή του είδους και της θέσης τοποθέτησης του συστήματος ΣΗΘ, την επιλεγμένη συντήρηση του και την προσεκτική ένταξη του στο ενεργειακό σύστημα της περιοχής τοποθέτησης.

Ακόμη διακίνηση των καυσίμων και η απομάκρυνση των στερεών καταλοίπων της καύσης μπορεί να προκαλέσει ρύπανση του εδάφους και των υδάτων της περιοχής.

### *10.4 Μέτρα υποστήριξης της ΣΗΘ*

Στα εμπόδια για τη δίεισδυση ΣΗΘ συμπεριλαμβάνεται η έλλειψη σαφούς νομοθετικού πλαισίου όπου σε πολλές χώρες δυσχεραίνει την προώθηση της συμπαραγωγής.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση δημοσίευσε μία σειρά μέτρων για την προώθηση της συμπαραγωγής στα κράτη - μέλη της. Στα μέτρα αυτά περιέχονται ορισμοί, κριτήρια απόδοσης, δυναμική συμπαραγωγής σε κάθε χώρα, οδηγίες σύνδεσης στο δίκτυο και προτάσεις για την εξάπλωση της συμπαραγωγής
Αρχικά, δημιουργείται ένα νομοθετικό υπόβαθρο με το οποίο είναι υποχρεωμένοι να εναρμονίζονται όλοι οι Ευρωπαίοι συμπαραγωγοί. Χάρη σε αυτό θα απομακρυνθούν οποιεσδήποτε αμφιβολίες και εμπόδια γύρω από τη συμπαραγωγή, δίνοντας έτσι ευκαιρία για την προώθησή της.
Γίνεται διάκριση των περιοχών στις οποίες η συμπαραγωγή φαίνεται να είναι επωφελής τόσο οικονομικά όσο και περιβαλλοντικά π.χ. περιοχές χαμηλής πυκνότητας θερμότητας, με δυσκολίες πρόσβασης σε τοπικά δίκτυα
Γίνεται τήρηση ελάχιστων κριτηρίων απόδοσης όπως συνολικής απόδοσης, ποιότητας καυσαερίων π.χ. η εξοικονόμηση ενέργειας με χρήση μονάδας ΣΗΘ θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 10%
Κάνουν σοβαρές προσπάθειες ευαισθητοποίησης των ευρωπαίων πολιτών με διαφημιστικές καμπάνιες σχετικά με τη χρήση των νέων τεχνολογιών και των οικονομικών και περιβαλλοντικών πλεονεκτημάτων
Πραγματοποιείται τυποποίηση της σύνδεσης των μονάδων ΣΗΘ με το ηλεκτρικό δίκτυο και ελαχιστοποίηση των προβλημάτων που προκύπτουν από την αμφίδρομη ροή της ηλεκτρικής ενέργειας
Διευκολύνονται οι πολίτες με προσφορά οικονομικών κινήτρων ακολου-θώντας το παράδειγμα της γερμανικής κυβέρνησης π.χ. μείωση φόρου αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας για τους συμπαραγωγούς, μείωση τιμής φυσικού αερίου για χρήση σε μονάδες ΣΗΘ.
Περιορίζεται η διαδικασία της γραφειοκρατείας έτσι ώστε να γίνεται άμεσα αντικατάσταση του συμβατικού λέβητα και η εγκατάσταση μονάδας συμπαραγωγής
Προωθούνται τα λεγόμενα ‘πακέτα’ συμπαραγωγής, τα οποία συνδέονται εύκολα και προορίζονται κυρίως για οικιακές εφαρμογές, μια αγορά η οποία έχει μεγάλα περιθώρια ανάπτυξης
Τέλος γίνεται η άρση της σχέσης μεταξύ της τιμής πετρελαίου και της τιμής του φυσικού αερίου

### *10.5 Συνοψίζοντας*

Η ΣΗΘ είναι ένα κατάλληλο εργαλείο για την αποκεντρωμένη παραγωγή, αφού εκτός των άλλων, έχει μεγάλη συνεισφορά στη μείωση του CO2 αλλά και την αύξηση της ενεργειακής αποδοτικότητας. Με την αξιοποίηση της θερμικής ενέργειας, η απόδοση μιας εγκατάστασης Συμπαραγωγής μπορεί να φθάσει ή και να ξεπεράσει το 90%. Ως εκ τούτου η Συμπαραγωγή προσφέρει εξοικονόμηση ενέργειας που κυμαίνεται μεταξύ 15 έως 40%, σε σύγκριση με τη διάθεση ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας από συμβατικούς ηλεκτροπαραγωγικούς σταθμούς και λέβητες, αντίστοιχα. Η συνολική απόδοση του συστήματος προκύπτει από μια αλληλεπίδραση μεταξύ των μεμονωμένων βαθμών απόδοσης των συστημάτων ηλεκτροπαραγωγής και ανάκτησης θερμότητας. Τα αποτελέσματα μπορεί να είναι ακόμη αποδοτικότερα στην περίπτωση αξιοποίησης τρι-παραγωγής.
Τα οφέλη γίνονται ακόμη μεγαλύτερα αν αξιοποιείται απορριπτόμενη θερμότητα ή κάποια μορφής ΑΠΕ (βιομάζα,ηλιακή ενέργεια) όπως παρουσιάστηκε στο κεφάλαιο 3.
Ιδιαίτερη σημασία αποκτά η χρήση της ΣΗΘ σε μικρές εγκαταστάσεις, η μικροσυμπαραγωγή αποτελεί μία καινοτόμο τεχνολογία με σημαντικά οφέλη ως προς τον τελικό χρήστη, το περιβάλλον και το κεντρικό ηλεκτρικό σύστημα κάθε χώρας.
Αυτή τη στιγμή φαίνεται ότι η Συμπαραγωγή έχοντας μεγάλη δυναμική μπορεί να διαδραματίσει ένα σημαντικό ρόλο στο πανευρωπαϊκό ενεργειακό μέλλον αλλά υπάρχουν αρκετά προβλήματα που αποτελούν τροχοπέδη στην ευρεία διάδοση της συμπαραγωγής που μπορούν να εμποδίσουν μία τέτοια εξέλιξη. Αν αυτά τα εμπόδια δεν υπερκεραστούν, η δυνατότητα της συμπαραγωγής στα οφέλη θα χαθεί μακροπρόθεσμα ή βραχυπρόθεσμα.
Αναμφισβήτητα, για την προώθησή της χρειάζονται γενναίες αποφάσεις που θα αφορούν τα οικονομικά κίνητρα και τα σαφή νομοθετικά πλαίσια. Μόνο έτσι θα διαδοθεί η συμπαραγωγή αλλά και θα επιτευχθούν καλύτερα αποτελεσματα σε όλους τους τομείς.
Όλα τα παραπάνω αποτελούν ένα σημείο εκκίνησης για τις συζητήσεις που θα ακολουθήσουν και θα σχετίζονται με τις ευκαιρίες και τα εμπόδια της μικροσυμπαραγωγής.
Ωστόσο η συνεχής προώθηση της συμπαραγωγής κρίνεται επιτακτική ανάγκη για το ενεργειακό μέλλον της Ευρώπης. Σύμφωνα με τις επιταγές του πρωτοκόλλου του Κιότο, η ηλεκτρική ισχύς από τις μονάδες ΣΗΘ θα πρέπει να φτάσει τα 195GW ως το 2020, μέγεθος που θα αποτελεί το 20% της συνολικά εγκατεστημένης ισχύος ανά χώρα.
Βέβαια για να επιτευχθούν οι παραπάνω στόχοι απαιτούνται ριζικές αλλαγές στις αγορές ενέργειας και στα θεσμικά πλαίσια, ενώ τα τωρινά δεδομένα δεν είναι και τα πλέον ελπιδοφόρα

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11 : ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ


[i] http://epan2.antagonistikotita.gr/uploads/7_THERMOKIPIA_DRAMAS_GR.pdf

http://www.exakm.gr/PDFs/District_heating_pdfs/District_heating.pdf

http://dspace.lib.ntua.gr/bitstream/123456789/2375/3/laspopoulout_districtheating.pdf

http://www.scribd.com/doc/79782287/19/%CE%A4%CE%B7%CE%BB%CE%B5%CE%B8%CE%AD%CF%81%CE%BC%CE%B1%CE%BD%CF%83%CE%B7-%CE%BC%CE%B5-%CE%B2%CE%B9%CE%BF%CE%BC%CE%AC%CE%B6%CE%B1

http://www.estiaconsulting.gr/index.php?option=com_content&view=article&id=42&Itemid=52&lang=el

http://artemis.cslab.ntua.gr/el_thesis/artemis.ntua.ece/DT2005-0046/DT2005-0046.pdf

http://www.cres.gr/kape/publications/pdf/ST-ESCOs/Papadopoulou.pdf

http://library.tee.gr/digital/m2483/m2483_theofilaktos.pdf

http://vivliothmmy.ee.auth.gr/730/1/Diplwmatiki.pdf

http://dspace.lib.ntua.gr/bitstream/123456789/3219/3/xirakise_desiccants.pdf

http://www.cres.gr/perch/pdf/guide_homeowners_greek.pdf

http://hachp.gr/modules/news/article.php?storyid=9

http://www.cogeneurope.eu/projects_61.html

http://vivliothmmy.ee.auth.gr/709/1/oikonomiki_analisi_monadas_CHP.pdf

http://vivliothmmy.ee.auth.gr/730/1/Diplwmatiki.pdf

http://library.certh.gr/libfiles/PDF/GEN-PAPYR-2738-TEXNIKO-OIKONOMIKH-by-TOURKOLIAS-X-in-6TH-PANHEL-EPIST-SYNEDR-XHM-MHX-ATHINA-31-MAY-2-JUN-2007-V-B-PP-981-984.pdf

http://www.investingreece.gov.gr/default.asp?pid=36&sectorID=38&la=2\

http://vivliothmmy.ee.auth.gr/1042/1/YPOLOGISMOS_SYNTELESTI_EKPOMPWN_TIS_YPOKATHISTAMENIS_ENERGEIAS_SE_4_EYRWPAIKES_XWRES.pdf

http://www.cres.gr/energy-saving/images/pdf/biomass_guide.pdf

http://kingforestcn.en.made-in-china.com/product/RqhmiYZdlSWX/China-SMA-Fuel-Cell-Inverter-Hydro-boy-1524HF-2524HF.html

http://aix.meng.auth.gr/lhtee/education/IAxBE7.pdf

http://www.geothermia-ellas-kypros.eu/node/1

http://www.hellenica.de/Griechenland/Geo/GR/Ptolemaida.html

http://www.lagie.gr/systima-eggyimenon-timon/ape-sithya/

http://bioklimatikospiti.blogspot.gr/2012/12/blog-post_4586.html

http://library.certh.gr/libfiles/PDF/GEN-PAPYR-2738-TEXNIKO-OIKONOMIKH-by-TOURKOLIAS-X-in-6TH-PANHEL-EPIST-SYNEDR-XHM-MHX-ATHINA-31-MAY-2-JUN-2007-V-B-PP-981-984.pdf

http://epas-iliou.att.sch.gr/TEST-ASKHSEIS/ASKISI-1-LEVITA-SINTIRISI.pdf

http://www.lagie.gr/fileadmin/groups/EDSHE/Ekdiloseis/Philippou_IMERIDA_CHP_LAGIE.pdf

http://portal.tee.gr/portal/page/portal/tptee/totee/TOTEE-20701-5-Final-%D4%C5%C5.pdf

http://portal.tee.gr/portal/page/portal/tptee/totee/TOTEE-20701-5-Final-%D4%C5%C5.pdf

http://portal.tee.gr/portal/page/portal/PUBLICATIONS/BYMONTHLY_PUBLICATIONS/diminiaia_2010/pub4/02_arthro.pdf

http://library.tee.gr/digital/m2023/m2023_theofilaktos.pdf

http://www.hellenica.de/Griechenland/Geo/GR/Ptolemaida.html

http://1grde.koz.sch.gr/portal/?p=28