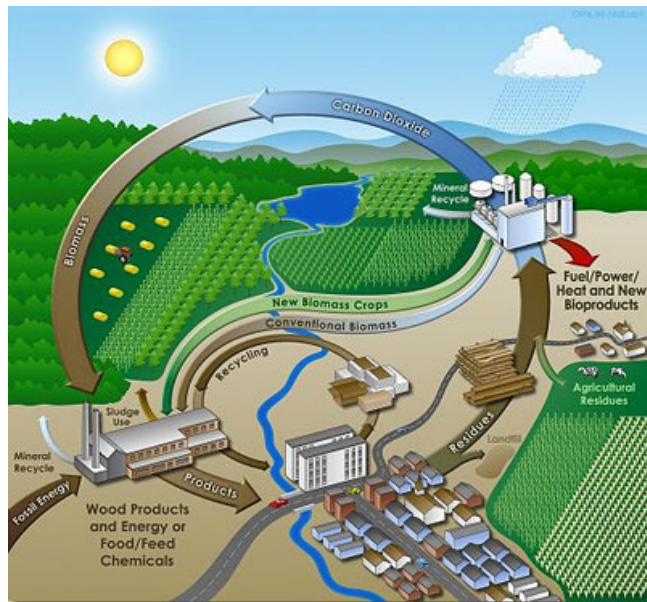


**Τ.Ε.Ι. ΜΕΣΟΛΟΓΓΙΟΥ**  
**ΤΜΗΜΑ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ**  
**&**  
**ΑΝΘΟΚΟΜΙΑΣ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ**  
**«ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΛΕΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΣΤΑ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑ»**



**Εισηγητής: Καυγά Αγγελική**

**Σπουδαστές: Μπέστια Παναγιώτα**

**A.M.5904**

**Σέμπρος Στέφανος**

**A.M.6843**

**Παπαγεωργίου Γρηγόρης**

**A.M.10362**

**ΜΕΣΟΛΟΓΓΙ**

**2011**

## **ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ**

<b>1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....</b>	<b>4</b>
<b>2. ΤΗΛΕΘΕΡΜΑΝΣΗ.....</b>	<b>7</b>
<b>2.1. ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΤΗΛΕΘΕΡΜΑΝΣΗ.....</b>	<b>7</b>
<b>2.2. ΟΡΙΣΜΟΣ .....</b>	<b>7</b>
<b>2.3. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ – ΕΞΕΛΙΞΗ.....</b>	<b>9</b>
<b>2.4. ΤΥΠΟΙ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ .....</b>	<b>13</b>
<b>2.5. ΚΥΡΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΤΗΛΕΘΕΡΜΑΝΣΗΣ.....</b>	<b>14</b>
<b>2.5.1. Μονάδα παραγωγής θερμότητας.....</b>	<b>16</b>
<b>2.5.2. Σύστημα μεταφοράς θερμότητας.....</b>	<b>17</b>
<b>2.5.3. Κτιριακές εγκαταστάσεις.....</b>	<b>19</b>
<b>2.6. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΗΛΕΘΕΡΜΑΝΣΗΣ.....</b>	<b>21</b>
<b>2.6.1. Επιλογή θερμοκρασίας και εργαζόμενου μέσου .....</b>	<b>21</b>
<b>2.6.2. Αποδιδόμενο ποσό θερμότητας.....</b>	<b>22</b>
<b>2.6.3. Μεγέθη σωληνώσεων .....</b>	<b>22</b>
<b>2.6.4. Σύστημα επιστροφής .....</b>	<b>22</b>
<b>2.6.5. Απαιτήσεις πίεσης.....</b>	<b>24</b>
<b>2.7. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΛΕΘΕΡΜΑΝΣΗΣ .....</b>	<b>24</b>
<b>2.8. ΣΚΟΠΙΜΟΤΗΤΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΔΙΚΤΥΩΝ ΤΗΛΕΘΕΡΜΑΝΣΗΣ .....</b>	<b>28</b>
<b>2.8.1. Περιβαλλοντικά οφέλη .....</b>	<b>30</b>
<b>2.8.2. Παράγοντες διείσδυσης της τηλεθέρμανσης στις αγορές ενέργειας της Ευρώπης ...</b>	<b>32</b>
<b>3. ΒΙΟΜΑΖΑ .....</b>	<b>35</b>
<b>3.1. ΔΑΣΙΚΗ ΒΙΟΜΑΖΑ.....</b>	<b>36</b>
<b>3.1.1. Εργασίες υλοτομικές.....</b>	<b>37</b>
<b>3.1.2. Τύποι δασικής βιομάζας.....</b>	<b>38</b>
<b>3.1.3. Περιβαλλοντικές επιπτώσεις Δασικής βιομάζας .....</b>	<b>43</b>
<b>3.1.3.1. Χημική σύσταση ξύλου .....</b>	<b>43</b>
<b>3.1.3.2. Αρνητικές Περιβαλλοντικές επιπτώσεις .....</b>	<b>45</b>
<b>3.2. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΒΙΟΜΑΖΑΣ .....</b>	<b>50</b>
<b>3.3. ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΒΙΟΜΑΖΑΣ.....</b>	<b>51</b>
<b>3.4. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ.....</b>	<b>52</b>
<b>3.4.1. Θερμοχημικές διεργασίες.....</b>	<b>53</b>
<b>3.4.1.1. Πυρόλυση .....</b>	<b>53</b>
<b>3.4.1.2. Αεριοποίηση .....</b>	<b>54</b>

<b>3.4.1.3. Καύση</b> .....	<b>55</b>
<b>4. ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ</b> .....	<b>60</b>
<b>4.1. ΟΡΙΣΜΟΣ</b> .....	<b>60</b>
<b>4.2. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑΣ</b> .....	<b>60</b>
<b>4.3. ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑΣ</b> .....	<b>61</b>
<b>4.4. ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΩΝ</b> .....	<b>62</b>
<b>5. ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ</b> .....	<b>64</b>
<b>6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ</b> .....	<b>71</b>
<b>7. ΕΠΙΛΟΓΟΣ</b> .....	<b>74</b>
<b>8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b> .....	<b>78</b>

## 1. Εισαγωγή

Το ενεργειακό πρόβλημα είναι ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα που καλείται να αντιμετωπίσει η ανθρωπότητα. Οι προβλέψεις διαφόρων διεθνών οργανισμών δείχνουν ότι, αν οι σημερινές τάσεις αύξησης της παγκόσμιας ενεργειακής ζήτησης παραμείνουν αμετάβλητες η παγκόσμια ενεργειακή κατανάλωση θα αυξάνεται με ρυθμό περίπου 1,7 έως 2% το χρόνο στις επόμενες δεκαετίες. Ένα ενεργειακό μέλλον στηριζόμενο σε υψηλούς ρυθμούς ανάπτυξης και στην εντατική χρήση των ορυκτών καυσίμων φέρνει την ανθρωπότητα αντιμέτωπη με μια σειρά από προβλήματα και προκλήσεις συμπεριλαμβανομένων του φαινομένου του θερμοκηπίου, της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, της μείωσης των αποθεμάτων των ορυκτών καυσίμων. Ένα βιώσιμο ενεργειακά μέλλον θα μπορούσε να επιτευχθεί στηριζόμενο σε μεγαλύτερο βαθμό στις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και στην ορθολογικότερη χρήση της ενέργειας

Το οικολογικό πρόβλημα δημιουργείται με την καύση των ορυκτών καυσίμων όπως του άνθρακα του πετρελαίου, του φυσικού αερίου, κλπ και την έκλυση στην ατμόσφαιρα μεγάλων ποσοτήτων διοξειδίου και μονοξειδίου του άνθρακα τα οποία είναι υπεύθυνα κατά κύριο λόγο για το φαινόμενο του θερμοκηπίου που υπερθερμαίνει τον πλανήτη και προκαλεί τις παρατηρούμενες ήδη σήμερα κλιματικές αλλαγές. Παράλληλα η ρύπανση της ατμόσφαιρας με τα δύο αέρια, μαζί και με τα στερεά αιωρούμενα σωματίδια τα οποία επίσης εκλύονται κατά την καύση ή και από άλλες ανθρώπινες δραστηριότητες, επιδρούν στη ζωή και την παρουσία πολλών ειδών της χλωρίδας και της πανίδας της γης.

Για αυτό το λόγο η στροφή στις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας είναι αναγκαστική. Οι ήπιες μορφές ενέργειας (ή ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ), ή νέες πηγές ενέργειας, ή πράσινη ενέργεια) είναι μορφές εκμεταλλεύσιμης ενέργειας που προέρχονται από διάφορες φυσικές διαδικασίες, όπως ο άνεμος, η γεωθερμία, η κυκλοφορία του νερού και άλλες. Ο όρος «ήπιες» αναφέρεται σε δυο βασικά χαρακτηριστικά τους. Καταρχάς, για την εκμετάλλευσή τους δεν απαιτείται κάποια ενεργητική παρέμβαση, όπως εξόρυξη, άντληση ή καύση, όπως με τις μέχρι τώρα χρησιμοποιούμενες πηγές ενέργειας, αλλά απλώς η εκμετάλλευση της ήδη υπάρχουσας ροής ενέργειας στη φύση. Δεύτερον, πρόκειται για «καθαρές» μορφές ενέργειας, πολύ «φιλικές» στο περιβάλλον, που δεν αποδεσμεύουν υδρογονάνθρακες, διοξείδιο του άνθρακα ή τοξικά και ραδιενεργά απόβλητα, όπως οι υπόλοιπες πηγές ενέργειας που χρησιμοποιούνται σε μεγάλη κλίμακα. Έτσι οι ΑΠΕ θεωρούνται από πολλούς μία αφετηρία για την επίλυση των οικολογικών προβλημάτων που αντιμετωπίζει η Γη.

Ως «ανανεώσιμες πηγές» θεωρούνται γενικά οι εναλλακτικές των παραδοσιακών πηγών ενέργειας (π.χ. του πετρελαίου ή του άνθρακα), όπως η ηλιακή και η αιολική. Ο χαρακτηρισμός «ανανεώσιμες» είναι κάπως καταχρηστικός, μιας και ορισμένες από αυτές τις πηγές, όπως η γεωθερμική ενέργεια δεν ανανεώνονται σε κλίμακα χιλιετιών. Σε κάθε περίπτωση οι ΑΠΕ έχουν μελετηθεί ως λύση στο πρόβλημα της αναμενόμενης εξάντλησης των (μη ανανεώσιμων) αποθεμάτων ορυκτών καυσίμων. Τελευταία από την Ευρωπαϊκή Ένωση, αλλά και από πολλά μεμονωμένα κράτη, υιοθετούνται νέες πολιτικές για τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, που προάγουν τέτοιες εσωτερικές πολιτικές και για τα κράτη μέλη. Οι ΑΠΕ αποτελούν τη

βάση του μοντέλου οικονομικής ανάπτυξης της πράσινης οικονομίας και κεντρικό σημείο εστίασης της σχολής των οικολογικών οικονομικών, η οποία έχει κάποια επιρροή στο οικολογικό κίνημα.

Πιο συγκεκριμένα στην τηλεθέρμανση το είδος της ενέργειας που θα μας απασχολήσει κατά κύριο λόγο θα είναι η βιομάζα. Με τον όρο βιομάζα αποκαλείται οποιοδήποτε υλικό παράγεται από ζωντανούς οργανισμούς (όπως είναι το ξύλο και άλλα προϊόντα του δάσους, υπολείμματα καλλιεργειών, κτηνοτροφικά απόβλητα, απόβλητα βιομηχανιών τροφίμων κ.λπ.) και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο για παραγωγή ενέργειας.

## 2. Τηλεθέρμανση

### 2.1. Τι είναι η τηλεθέρμανση

Η ενέργεια θέρμανσης μεταφέρεται προς κατανάλωση υπό μορφή ζεστού νερού μέσω μονωμένων σωλήνων από την μονάδα της τηλεθέρμανσης, στα κτίρια. Στο χώρο του λεβητοστασίου των κτιρίων εγκαθίσταται κατάλληλος εξοπλισμός (Θερμικός Υποσταθμός Καταναλωτή – Θ.Υ.Κ.), ο οποίος περιλαμβάνει έναν εναλλάκτη θερμότητας, ένα θερμοδομετρητή ένα σύστημα σωληνώσεων με τα απαραίτητα όργανα ελέγχου. Μέσω αυτού του εναλλάκτη θερμότητας το ζεστό νερό του δικτύου της τηλεθέρμανσης ζεσταίνει το νερό που κυκλοφορεί στα καλοριφέρ του κτιρίου. Με την αποβολή θερμότητας μέσω του εναλλάκτη θερμότητας, το νερό της τηλεθέρμανσης ψύχεται και αντλείται πάλι από την μονάδα της τηλεθέρμανσης για να αναθερμανθεί και να συνεχίσει τον κύκλο του.

### 2.2. Ορισμός Τηλεθέρμανσης

Ένα σύστημα τηλεθέρμανσης είναι μια εγκατάσταση που σκοπό έχει να τροφοδοτήσει με θερμική ενέργεια οικιακούς, εμπορικούς και βιομηχανικούς καταναλωτές μέσω ενός δικτύου μεταφοράς και διανομής της θερμότητας αυτής, από μία ή περισσότερες εγκαταστάσεις παραγωγής θερμότητας. Η θερμότητα διανέμεται προς τα επιμέρους θερμαινόμενα κτίρια με θερμό νερό ή ατμό μέσω

σωληνώσεων, και η οικονομική εκμετάλλευση ανήκει σε επιχειρήσεις ή δήμους, όπως στα συστήματα ύδρευσης.

Η πρωτογενής ενέργεια για την παραγωγή της θερμότητας στους σταθμούς παραγωγής ή συμπαραγωγής, μπορεί να προέρχεται από συμβατικά ορυκτά καύσιμα (λιγνίτης - πετρέλαιο ή φυσικό αέριο) ή πυρηνικά (σε θερμοδυναμικούς κύκλους συμπαραγωγής) ή ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (γεωθερμία, ηλιακή ενέργεια, βιομάζα κλπ.).

Διαφέρει από την κλασσική μέθοδο παραγωγής και κατανάλωσης θερμότητας, σύμφωνα με την οποία η εγκατάσταση παραγωγής βρίσκεται στον τόπο κατανάλωσης, π.χ. οικιακοί λέβητες. Γι' αυτό και ονομάστηκε τηλεθέρμανση (ο όρος αυτός στη Γερμανική γλώσσα αποδίδεται «Fernwaerme» και στην Αγγλική γλώσσα «district heating»).

Η θερμότητα μπορεί να προορίζεται για θέρμανση χώρων και παρασκευή θερμού νερού χρήσης, οπότε η εγκατάσταση χαρακτηρίζεται ως τηλεθέρμανση πόλεων και οικισμών. Αν προορίζεται για βιομηχανική ή γεωργική χρήση, χαρακτηρίζεται αντίστοιχα βιομηχανική και αγροτοβιοτεχνική θερμότητα. Η παραπάνω διάκριση είναι σκόπιμη εξαιτίας της διαφορετικής θερμοκρασίας και του ποσού θερμότητας που απαιτείται. Έτσι τα θερμικά φορτία για θέρμανση χώρων απαιτούν θερμοκρασίες μεγαλύτερες από 80°C στα δίκτυα της τηλεθέρμανσης. Τα αγροτοβιοτεχνικά φορτία (θερμοκήπια - ξηραντήρια κλπ) απαιτούν χαμηλότερες θερμοκρασίες, ενώ τα βιομηχανικά φορτία καλύπτουν μεγαλύτερο εύρος θερμοκρασιών.



Η μεταφορά και διανομή της θερμικής ενέργειας γίνεται με κατάλληλα εγκατεστημένα συστήματα αγωγών και ο φορέας μεταφοράς της θερμότητας είναι θερμό ή υπέρθερμο νερό (δηλαδή νερό σε θερμοκρασίες πάνω από 100°C, το οποίο σε ατμοσφαιρική πίεση θα γινόταν ατμός, παραμένει όμως νερό σε υψηλότερες πιέσεις που επικρατούν στο σύστημα, μεγαλύτερες των 3 atm) ή ατμός. Οι αγωγοί, στο σύνολο τους σχεδόν, είναι χαλύβδινοι και περιβάλλονται από θερμομονωτικό υλικό για τον περιορισμό των θερμικών απωλειών. Σήμερα οι αγωγοί είναι πλέον υπόγειοι, προμονωμένοι και ο καταναλωτής τροφοδοτείται άμεσα ή με την παρεμβολή θερμικού εναλλάκτη. Για την κυκλοφορία του θερμού / υπέρθερμου νερού στα δίκτυα αυτά χρησιμοποιούνται αντλίες - κυκλοφορητές.

### 2.3. Ιστορική αναδρομή – εξέλιξη

Η τηλεθέρμανση έχει τις ρίζες της στα αρχαία ρωμαϊκά λουτρά και θερμοκήπια. Αυτά χρησιμοποιούσαν το σύστημα «Υποκαυστόν» κατά το οποίο ανυψωνόταν το δάπεδο με τη βοήθεια λίθων και δημιουργώντας ψευδοδάπεδο, προέκυπταν δίοδοι για ζεστό αέρα που ζέσταινε τα λουτρά με τη βοήθεια υπόγειων εστιών.



Το παλαιότερο από τα ρωμαϊκά λουτρά

Το παλαιότερο δίκτυο τηλεθέρμανσης χρονολογείται στο 14ο αιώνα στη Γαλλία στο χωριό Chaudes - Aigues. Οι σωλήνες ήταν ξύλινοι και χρησιμοποιούνται ακόμα και σήμερα. Κύρια πηγή θέρμανσης ήταν η γεωθερμία. Γενικά συστήματα τηλεθέρμανσης εφαρμόζονται στην Ευρώπη κατά το Μεσαίωνα και την εποχή της Αναγέννησης. Τον 16ο και 17ο αιώνα η αποθήκευση του καυσίμου, ο περιορισμός του καπνού και η ασφάλεια ήταν οι πιο σημαντικοί παράγοντες στο σχεδιασμό των συστημάτων θέρμανσης, όπως φαίνεται από μια πρόταση εγκατάστασης τηλεθέρμανσης στο Λονδίνο το 1623. Ένα Ρωσικό παλάτι, χτισμένο το 1783 είχε ένα σύστημα θερμού νερού βασισμένο σε γαλλική τεχνολογία. Λέβητες και υπόγεια σωλήνωση χρησιμοποιήθηκαν από βρετανικά εργοστάσια το 1790 ενώ από το

1820 χρησιμοποιήθηκαν ευρέως. Η αποβαλλόμενη θερμότητα από τα εργοστάσια το 1830 χρησιμοποιήθηκε για τη θέρμανση δημοσίων λουτρών. Το Crystal Palace στο Λονδίνο είχε τηλεθέρμανση το 1851. Πέρα από τον Ατλαντικό η Αμερικάνικη Ναυτική Ακαδημία στην Αννάπολη εφάρμοσε λειτουργία τηλεθέρμανσης με ατμό το 1853.

Το πρώτο δίκτυο σε εμπορική λειτουργία δημιουργήθηκε από τον υδραυλικό μηχανικό τον Birdsill Holly, που θεωρείται θεμελιωτής της σύγχρονης τηλεθέρμανσης. στο Lockport το 1877. Ένα κυκλικό δίκτυο διανομής ατμού και επιστροφής συμπυκνώματος, ξεκινώντας με 14 καταναλωτές σε 3 χρόνια διευρύνθηκε σε δίκτυο 5 Km, εξυπηρετώντας ακόμα και βιομηχανίες. Ο Holly εγκατέστησε ένα σύστημα ατμού στην πόλη εφαρμόζοντας αρχές από το επιτυχημένο σύστημα προμήθειας νερού άμεσης πίεσης. Η εταιρεία του εγκατέστησε περίπου 50 συστήματα προτού πωληθεί σε μια ομάδα επενδυτών, η οποία πούλησε εκατοντάδες παραπάνω σε όλο τον κόσμο τα επόμενα 80 χρόνια.

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. Η Τηλεθέρμανση Πτολεμαΐδας ως πιλοτικό σύστημα, δημιούργησε το πρότυπο στην χώρα μας που αργά αλλά σταθερά βρίσκει μιμητές.

Την εγκατάσταση του συστήματος Τηλεθέρμανσης Πτολεμαΐδας ακολούθησε η πόλη της Κοζάνης, που λειτούργησε σχεδόν ταυτόχρονα (1994), η πόλη και οι κοινότητες της περιοχής Αμυνταίου που λειτούργησε Τηλεθέρμανση τον χειμώνα 2004-05 και επίκειται η

λειτουργία του συστήματος Τηλεθέρμανσης Μεγαλόπολης, όπου ολοκληρώθηκαν οι εγκαταστάσεις.

Επίσης ετοιμάζονται εγκαταστάσεις συστημάτων Τηλεθέρμανσης σε πόλεις της Κεντρικής και Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης, που ευνοούνται εξ αιτίας της διέλευσης των αγωγών φυσικού αερίου. Σήμερα το συνδεδεμένο θερμικό φορτίο ξεπερνά κατά πολύ τα 300Gcal/h στις πόλεις της Κοζάνης, της Πτολεμαΐδας, του Αμυνταίου – Φιλώτα καθώς και η τηλεθέρμανση Μεγαλόπολης.

Ταυτόχρονα έχουν εκπονηθεί ή εκπονούνται πλήθος μελετών σκοπιμότητας ή διερευνητικών μελετών οι οποίες αναφέρονται στην ανάπτυξη ή βελτίωση συστημάτων τηλεθέρμανσης.

Στις Σέρρες υπάρχει μονάδα παραγωγής ενέργειας η οποία είναι εγκατεστημένη 1,5 χλμ. νοτιοδυτικά της πόλης. Στη μονάδα αυτή υφίσταται συμπαραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος και θερμότητας. Ως καύσιμη ύλη χρησιμοποιείται φυσικό αέριο το οποίο μέσω ηλεκτροπαραγωγών γεννητριών μετατρέπεται σε ρεύμα. Κατά την μετατροπή αυτή δημιουργούνται κατάλοιπα θερμότητας που χρησιμοποιούνται για την θέρμανση του νερού του δικτύου τηλεθέρμανσης.



#### 2.4 Τύποι Εγκαταστάσεων

Οι εγκαταστάσεις τηλεθέρμανσης διακρίνονται ανάλογα:

i) Με τον φορέα σε

- εγκαταστάσεις *θερμού νερού* (έως 110°C)
- εγκαταστάσεις *υπέρθερμου νερού* (άνω των 110°C)
- εγκαταστάσεις *ατμού*

ii) Με τον τρόπο παροχής σε

- *απευθείας*, όπου ο φορέας θερμότητας κυκλοφορεί και στο δίκτυο σωληνώσεων του καταναλωτή
- *έμμεσες*, όπου στον υποσταθμό του κτιρίου υπάρχει εναλλάκτης θερμότητας

iii) Με το μέγεθος

iv) Με το είδος των θερμαινόμενων κτιρίων σε

- *θέρμανση οικοδομικών τετραγώνων*, για την αυτόνομη θέρμανση ενός ή περισσότερων οικοδομικών τετραγώνων αλλά και σχολείων, νοσοκομείων, στρατοπέδων κ.λ.π.. Συνήθως υπάρχει ξεχωριστό κτίριο για τις εγκαταστάσεις.
- *θέρμανση εργοστασίων*, όπου η εγκατάσταση παρέχει εκτός από τη θέρμανση και βιομηχανική θερμότητα
- *θέρμανση πόλεων*, για τη θέρμανση κατοικιών κ.λ.π. αλλά και βιομηχανικών εγκαταστάσεων σε εμπορική βάση

Τα συστήματα τηλεθέρμανσης απαιτούν μεγάλες δαπάνες αρχικής εγκατάστασης. Τα οικονομικά κριτήρια μιας τέτοιας εγκατάστασης εξετάζονται παράλληλα με τα πλεονεκτήματα που προκύπτουν για το περιβάλλον από την πιθανή αξιοποίηση:

- ποσοτήτων ενέργειας οι οποίες απορρίπτονται αναξιοποίητες στο περιβάλλον από μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με καύση (συμπαγωγή)
- απόβλητης θερμότητας από βιομηχανίες
- διαθέσιμων φυσικών πηγών (γεωθερμικά πεδία)

### 2.5. Κύρια στοιχεία συστήματος τηλεθέρμανσης

Ένα σύστημα τηλεθέρμανσης αποτελείται από τρία κύρια στοιχεία :

- **Μονάδα παραγωγής θερμότητας** η οποία δύναται να είναι εγκατεστημένη μέσα, κοντά ή και μακριά από την πόλη που θερμαίνει



- **Σύστημα μεταφοράς θερμότητας** δηλαδή δίκτυο δίδυμων αγωγών για τη μεταφορά του υπέρθερμου νερού και του νερού επιστροφής από την πόλη που θερμαίνουν και
- **δίκτυο διανομής** το οποίο εγκαθίσταται μέσα στην πόλη με κεντρικούς άξονες, κλάδους και διακλαδώσεις παροχής θερμότητας στους καταναλωτές, κατοικίες ή κτίρια (όπως το δίκτυο ύδρευσης ή φυσικού αερίου).



- **Εγκαταστάσεις σε κατοικίες και κτίρια** δηλαδή εξοπλισμός που υποκαθιστά τους λέβητες κεντρικής θέρμανσης, για παροχή θερμού νερού θέρμανσης και χρήσης.



Υποσταθμός κτιρίων

### 2.5.1. Μονάδα παραγωγής θερμότητας

Το κυρίαρχο στοιχείο ενός συστήματος τηλεθέρμανσης είναι συνήθως ένας σταθμός συμπαραγωγής ή ένας σταθμός παραγωγής θερμότητας. Στους σταθμούς συμπαραγωγής παράγονται ταυτόχρονα ηλεκτρική ενέργεια και θερμότητα. Ο συνδυασμός συμπαραγωγής και τηλεθέρμανσης είναι πολύ αποδοτικός ενεργειακά. Ένας ατμοηλεκτρικός σταθμός που παράγει μόνο ηλεκτρική ενέργεια μπορεί να μετατρέψει ποσοστό του καυσίμου σε ενέργεια. Το μεγαλύτερο μέρος της ενέργειας χάνεται σε μορφή θερμότητας. Ο σταθμός συμπαραγωγής αποκαθιστά αυτήν τη θερμότητα και έτσι έχει ένα βαθμό απόδοσης περί το 90%. Άλλες πηγές θερμότητας για συστήματα τηλεθέρμανσης μπορεί να είναι η βιομάζα, η γεωθερμία, η ηλιακή ενέργεια και η πυρηνική ενέργεια.





Σύστημα μεταφοράς θερμότητας και δίκτυο διανομής

### 2.5.2. Σύστημα μεταφοράς Θερμότητας

Δεύτερο στοιχείο είναι το δίκτυο σωληνώσεων που διανέμει τη θερμότητα στους καταναλωτές. Αποτελείται από γραμμές τροφοδοσίας και επιστροφής. Συνήθως οι σωληνώσεις είναι εγκατεστημένες υπογείως αλλά υπάρχουν συστήματα με υπέργειες σωληνώσεις. Οι αγωγοί, στο σύνολο τους σχεδόν, είναι χαλύβδινοι και περιβάλλονται από θερμομονωτικό υλικό για τον περιορισμό των θερμικών απωλειών. Στο σύστημα μπορούν να εγκατασταθούν συστήματα αποθήκευσης θερμότητας για την ικανοποίηση της ζήτησης σε φορτίο αιχμής. Για την κυκλοφορία του υπέρθερμου νερού στα δίκτυα αυτά χρησιμοποιούνται αντλίες – κυκλοφορητές στους οποίους η κυκλοφορία του νερού

γίνεται όπως στις κεντρικές θερμάνσεις με φυγοκεντρικές αντλίες στην προσαγωγή ή την επιστροφή. Χρειάζονται συνήθως δύο συστήματα, ένα για πλήρες φορτίο και ένα για μειωμένο φορτίο.

Σε πολλές περιπτώσεις, όταν η θερμοκρασία προσαγωγής φθάσει στο κατώτερο όριο, η ρύθμιση του φορτίου γίνεται με αντλίες μεταβλητής παροχής.

Για την εκλογή της πίεσης συχνά παίζουν ρόλο οικονομικά κριτήρια. Μεγάλες πιέσεις χρειάζονται μεγάλη ισχύ αλλά μικρές διατομές σωλήνων και αντίστροφα. Χρειάζεται επομένως ο υπολογισμός της οικονομικής πίεσης.

Η συνηθισμένη υπερπίεση είναι 4 έως 6 bar. Η πίεση υπολογίζεται με 0.1 bar ανά 100 m σωλήνα περίπου.

Το σύνηθες μέσο που χρησιμοποιείται για τη διανομή θερμότητας είναι το νερό αλλά χρησιμοποιείται και ο ατμός. Το πλεονέκτημα του ατμού είναι ότι επιπροσθέτως στη χρήση του για θέρμανση, μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε βιομηχανικές διεργασίες χάρη στην υψηλή του θερμοκρασία. **Το μειονέκτημα του ατμού είναι οι μεγαλύτερες απώλειες θερμότητας.**



### 2.5.3. Κτιριακές εγκαταστάσεις

Το τρίτο στοιχείο είναι το σύστημα του καταναλωτή που περιλαμβάνει ενδοκτιριακό εξοπλισμό. Όταν ο ατμός τροφοδοτείται στην κτιριακή εγκατάσταση μπορεί να χρησιμοποιηθεί άμεσα για θέρμανση, μπορεί να κατευθυνθεί μέσω ενός συστήματος μείωσης της πίεσης για χρήση σε χαμηλής πίεσης (0-100kPa) ατμού θέρμανση χώρου ή μπορεί να περάσει μέσω ενός εναλλάκτη θερμότητας ατμού σε νερό, που μεταφέρει ενέργεια από το ένα ρευστό στο άλλο. Όταν το θερμό νερό τροφοδοτείται στα κτιριακά συστήματα τότε χρησιμοποιείται απευθείας. Στην δικιά μας την περίπτωση που μελετάμε την τροφοδότηση θερμοκηπίων η θερμικές απώλειες δεν είναι τόσο

μεγάλες γιατί δεν θέλουμε τόσο μεγάλες θερμοκρασίες όσο για τη θέρμανση ενός κτιρίου για αυτό και συχνά δεν είναι απαραίτητη ή χρήση εναλλακτική.

### Κεντρική Εγκατάσταση

Τα στοιχεία της κεντρικής εγκατάστασης παραγωγής ποικίλλουν ανάλογα με τις λειτουργίες που εξυπηρετούν, τον τύπο της ενεργειακής πηγής, τις περιβαλλοντικές ανάγκες και τον εξοπλισμό. Εφόσον η εγκατάσταση έχει σχεδιασθεί για να παρέχει θέρμανση και ψύξη, ένας λέβητας παράγει ατμό ή θερμό νερό και μια ψυκτική διάταξη παρέχει νερό ψύξης. Ο λέβητας μπορεί να λειτουργεί καίγοντας άνθρακα, πετρέλαιο, αέριο ή άλλα τοπικά διαθέσιμα καύσιμα. Το νερό ψύξης μπορεί να παράγεται από μια ψυκτική μηχανή απορρόφησης ή από μία ψυκτική διάταξη που κινείται από ηλεκτρική ενέργεια, έναν αεριοστρόβιλο/ατμοστρόβιλο.

Σημαντικοί παράγοντες που πρέπει να ληφθούν υπόψη είναι οι εξής:

- Σχεδιασμός για επέκταση και μελλοντική ανάπτυξη, όταν κρίνεται κατάλληλο
- Συμπαραγωγή

## 2.6. Σχεδιασμός τηλεθέρμανσης

### 2.6.1 Επιλογή θερμοκρασίας και εργαζόμενου μέσου

Τα συστήματα διανομής κεντρικής θέρμανσης χρησιμοποιούν ατμό ή θερμό νερό ως εργαζόμενο μέσο. Ασχέτως του μέσου που χρησιμοποιείται, η θερμοκρασία και η πίεση για θέρμανση δεν πρέπει να είναι υψηλότερες από τις αναγκαίες για να ικανοποιήσουν τις ανάγκες μας. Οι υψηλότερες θερμοκρασίες και πιέσεις απαιτούν περισσότερο σχεδιασμό για να αποφευχθούν μεγάλες ενεργειακές απώλειες και μεγαλύτερες διαρροές. Τα επίπεδα ασφάλειας και άνεσης για το προσωπικό λειτουργίας και συντήρησης είναι καλύτερα για χαμηλότερες πιέσεις. Οι υψηλότερες θερμοκρασίες απαιτούν σωληνώσεις και επιμέρους εξαρτήματα που έχουν καλύτερη αντοχή στις υψηλές πιέσεις. *Στα θερμοκήπια αυτά οι πιέσεις είναι πολύ μικρότερες σε σχέση με τις κτιριακές εγκαταστάσεις* για αυτό είναι και αρκετά πιο ασφαλή.

Τα συστήματα θερμού νερού είναι χωρισμένα σε τρεις θερμοκρασιακές κλάσεις. Τα συστήματα υψηλής θερμοκρασίας έχουν θερμοκρασίες άνω των 175οC, τα μεσαίας θερμοκρασίας κυμαίνονται στο εύρος των 120 έως 175οC και τα χαμηλής θερμοκρασίας κυμαίνονται από 120οC και κάτω. Σε πολλές περιπτώσεις, ο υπάρχων εξοπλισμός και οι διεργασίες απαιτούν τη χρήση ατμού. Τα χαμηλής πίεσης συστήματα λειτουργούν κάτω των 100kpa (1 bar) ή 120οC. Τα υψηλής πίεσης συστήματα λειτουργούν πάνω από αυτό το επίπεδο.

### 2.6.2 Αποδιδόμενο ποσό θερμότητας

Ο ατμός στηρίζεται στη λανθάνουσα θερμότητα ατμοποίησης του νερού περισσότερο από ότι στην αισθητή θερμότητα. Το καθαρό αποδιδόμενο ποσό θερμότητας του κορεσμένου ατμού στα 690 kPa (170oC) συμπυκνωμένο και που έχει ψυχθεί στους 80oC) είναι περίπου 2400 KJ/Kg. Το θερμό νερό που ψύχεται από τους 175 στους 120oC) έχει ένα καθαρό αποδιδόμενο ποσό θερμότητας της τάξης των 240 KJ/Kg ή περίπου 10% αυτού του ατμού. Έτσι ένα σύστημα θερμού νερού μπορεί να κυκλοφορήσει 10 φορές περισσότερη μάζα από αυτό του ατμού σε παρόμοια θερμική ικανότητα.(Πηγή: ASHRAE Systems and Equipment Handbook)

### 2.6.3 Μεγέθη σωληνώσεων

Παρόλο που απαιτείται λιγότερος ατμός για ένα δοσμένο θερμικό φορτίο και οι ταχύτητες ροής είναι υψηλότερες, ο ατμός συνήθως απαιτεί σωληνώσεις μεγάλου μεγέθους για τη γραμμή τροφοδοσίας εξαιτίας της χαμηλότερης πυκνότητας. Αυτό αποζημιώνεται από μία μικρότερη σωλήνωση επιστροφής. Τα κόστη σωληνώσεων για ατμό και συμπύκνωμα είναι συχνά συγκρίσιμα με αυτά για τροφοδοσία και επιστροφή με θερμό νερό.

### 2.6.4 Σύστημα επιστροφής

Τα συστήματα επιστροφής συμπυκνώματος απαιτούν περισσότερη συντήρηση από τα συστήματα επιστροφής θερμού νερού. Η διάβρωση

των σωληνώσεων και των άλλων στοιχείων, ειδικά σε περιοχές που το νερό τροφοδοσίας έχει υψηλή περιεκτικότητα σε άλατα είναι ένα πρόβλημα. **Στις εγκαταστάσεις για θερμοκήπια δεν υπάρχει τέτοιο θέμα διότι σπάνια θα γίνετε προσθήκη καινούργιο νερού και θα χρησιμοποιούμε θερμό νερό.** Οι μη μεταλλικές σωληνώσεις έχουν χρησιμοποιηθεί επιτυχώς σε κάποιες εφαρμογές, όπως συστήματα επιστροφής με αντλίες, όπου ήταν δυνατό να απομονωθεί η μη μεταλλική σωλήνωση. Παρόμοιες ανησυχίες συνδέονται με τους σταθμούς συγκέντρωσης συμπυκνώματος για γραμμές τροφοδοσίας με ατμό. Η συλλογή και επιστροφή του συμπυκνώματος πρέπει να μελετηθεί προσεκτικά καθώς σχεδιάζεται ένα σύστημα ατμού. Παρόλο που παρόμοια προβλήματα εμφανίζονται και στα συστήματα θερμού νερού, εμπνέουν μικρότερη ανησυχία.

Επιπλέον διαφορά στα θερμοκήπια είναι η χαμηλή θερμοκρασία του νερού ως φορέα θερμότητας, αντίθετα με τις τηλεθερμάνσεις υπέρθερμου νερού όπου η θερμοκρασία προσαγωγής του νερού στο δίκτυο είναι συνήθως 110°C έως 140°C, (σε ορισμένες όμως περιπτώσεις φθάνει τους 180°C). Ο τύπος αυτός της τηλεθέρμανσης υπέρθερμου νερού εφαρμόζεται σε μεγάλες εγκαταστάσεις, ιδίως σε θερμάνσεις πόλεων, όπου εκτός από τους κανονικούς καταναλωτές θέρμανσης συνδέονται και καταναλωτές με ανάγκες ζεστού νερού ή ατμού και δεν ενδείκνυται για θερμοκήπια.

### 2.6.5 Απαιτήσεις πίεσης

Στην κυκλοφορία του ατμού και του θερμού νερού παρουσιάζονται απώλειες πίεσης. Τα συστήματα θερμού νερού μπορεί να χρησιμοποιούν αντλίες για να αυξήσουν την πίεση σε σημεία μεταξύ της εγκατάστασης και του θερμοκηπίου. Εξαιτίας της υψηλότερης πυκνότητας του νερού, οι αυξομειώσεις της πίεσης σε ένα σύστημα θερμού νερού είναι μεγαλύτερες από αυτές στα συστήματα ατμού. Αυτό μπορεί να επηρεάσει τα οικονομικά του συστήματος θερμού νερού με την απαίτηση υψηλότερης τάξης, από άποψη πίεσης, αντλίες και σωληνώσεις.

### 2.7 Πλεονεκτήματα τηλεθέρμανσης

Τα οφέλη που προσφέρει η τηλεθέρμανση είναι τα εξής:

- Κατάργηση της μεμονωμένης μεταφοράς καυσίμων στα κτίρια (κυκλοφοριακή αποσυμφόρηση).
- Μείωση του κόστους συντήρησης των εγκαταστάσεων κεντρικής θέρμανσης στα μεμονωμένα κτίρια, λόγω της κατάργησης του λέβητα.
- Εξάλειψη των κινδύνων πυρκαγιάς και ατυχημάτων στα μεμονωμένα κτίρια, από την εγκατάσταση θέρμανσης.
- Ελάττωση των θορύβων από τη λειτουργία της εγκατάστασης κεντρικής θέρμανσης.
- Εξοικονόμηση χώρων στα κτίρια λόγω της κατάργησης του λέβητα, της δεξαμενής καυσίμου και της καπνοδόχου.



- Δυνατότητα κεντρικού ελέγχου των ρύπων, ιδιαίτερα του SO<sub>2</sub> και των NO<sub>x</sub> των καυσαερίων. Στην πόλη της Κοζάνης, με την λειτουργία της τηλεθέρμανσης, δεν εκπέμπονται πλέον στην ατμόσφαιρα κάθε έτος 60.000 tn CO<sub>2</sub> και 100tn SO<sub>2</sub>, που οφείλονταν στη λειτουργία των καυστήρων των πολυκατοικιών. Ταυτόχρονα ελαττώθηκαν και άλλες οχλήσεις στη ζωή της πόλης, όπως η διανομή των υγρών καυσίμων στα κτίρια με τα κυκλοφοριακά προβλήματα που συνεπάγεται. Οι οικισμοί που χρησιμοποιούν τη βιομάζα ως βασικό καύσιμο για την τηλεθέρμανση θεωρείται ότι δεν ρυπαίνουν με CO<sub>2</sub>, διότι οι ποσότητες που εκλύονται κατά την καύση δεσμεύτηκαν τις προηγούμενες χρονιές από το φυτό για την ανάπτυξή του.
- Μεγάλος βαθμός απόδοσης. Ο βαθμός απόδοσης σε μερική λειτουργία ενός κεντρικού σταθμού παραγωγής θερμότητας είναι μεγαλύτερος από ότι σε πολλούς μικρούς μεμονωμένους. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι στον κεντρικό σταθμό υπάρχουν πολλοί λέβητες, οι οποίοι μπαίνουν σε λειτουργία σταδιακά ανάλογα με τη ζήτηση και λειτουργούν συνήθως στο μέγιστο της ισχύος τους.
- Μεγάλος βαθμός εκμετάλλευσης του καυσίμου. Οι σταθμοί συμπαραγωγής έχουν πολύ μεγαλύτερη απόδοση (άνω του 80%) σε σχέση με τους μεμονωμένους σταθμούς παραγωγής θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας (έως 42%).
- Αξιοπιστία παροχής ενέργειας, από την ύπαρξη εφεδρικών λεβήτων.
- Τα έργα της τηλεθέρμανσης δημιουργούνε μόνιμες θέσεις εργασίας κατά τη λειτουργία τους, ενώ ιδιαίτερα μεγάλη είναι και η απασχόληση εργατοτεχνικού προσωπικού κατά την κατασκευή.
- Αξιοποιούν οποιοδήποτε συνδυασμό ανανεώσιμης πρωτογενούς ενέργειας (βιομάζα, γεωθερμία, ηλιακή ενέργεια)

Γενικά η παραγωγή τηλεθέρμανσης μέσω καύσης φυσικού αερίου σε συνδυασμό με την παραγωγή ρεύματος ανήκει στα συστήματα θέρμανσης που είναι φιλικά προς το περιβάλλον. Αξιοποιεί την θερμαντική ενέργεια, η οποία παράγεται παράλληλα με την παραγωγή ρεύματος και θα κατέληγε - υπό άλλες συνθήκες - ανεκμετάλλευτη στο περιβάλλον. Αυτό μειώνει την κατανάλωση καύσιμης ύλης και παράγει λιγότερο βλαβερό διοξείδιο του άνθρακα και λοιπές βλαβερές ουσίες. Η μονάδα αυτή συμπαραγωγής ενέργειας, είναι πιο αποτελεσματική, από ότι θα μπορούσαν να είναι χιλιάδες μικρότερα θερμαντικά σώματα. Έτσι, η ποιότητα της ατμόσφαιρας της πόλης θα βελτιωθεί σημαντικά, καθώς θα δημιουργούνται πολύ λιγότερες εκπομπές οι οποίες και αυτές θα καταλήγουν ελεγχόμενες στο περιβάλλον.

Ο συμβατικός τρόπος κάλυψης των ηλεκτρικών και θερμικών αναγκών ενός καταναλωτή (ή ομάδας καταναλωτών) είναι η αγορά του ηλεκτρισμού από το εθνικό δίκτυο και η καύση κάποιου καυσίμου για την παραγωγή της θερμότητας.

Κατά την μετατροπή της θερμικής ενέργειας σε μηχανική, στις θερμικές μηχανές, σύμφωνα και με το δεύτερο θερμοδυναμικό αξίωμα (παράγοντας Carnot), ένα μεγάλο μέρος της θερμικής ενέργειας αποβάλλεται στο περιβάλλον με πολύ χαμηλή θερμοκρασία.

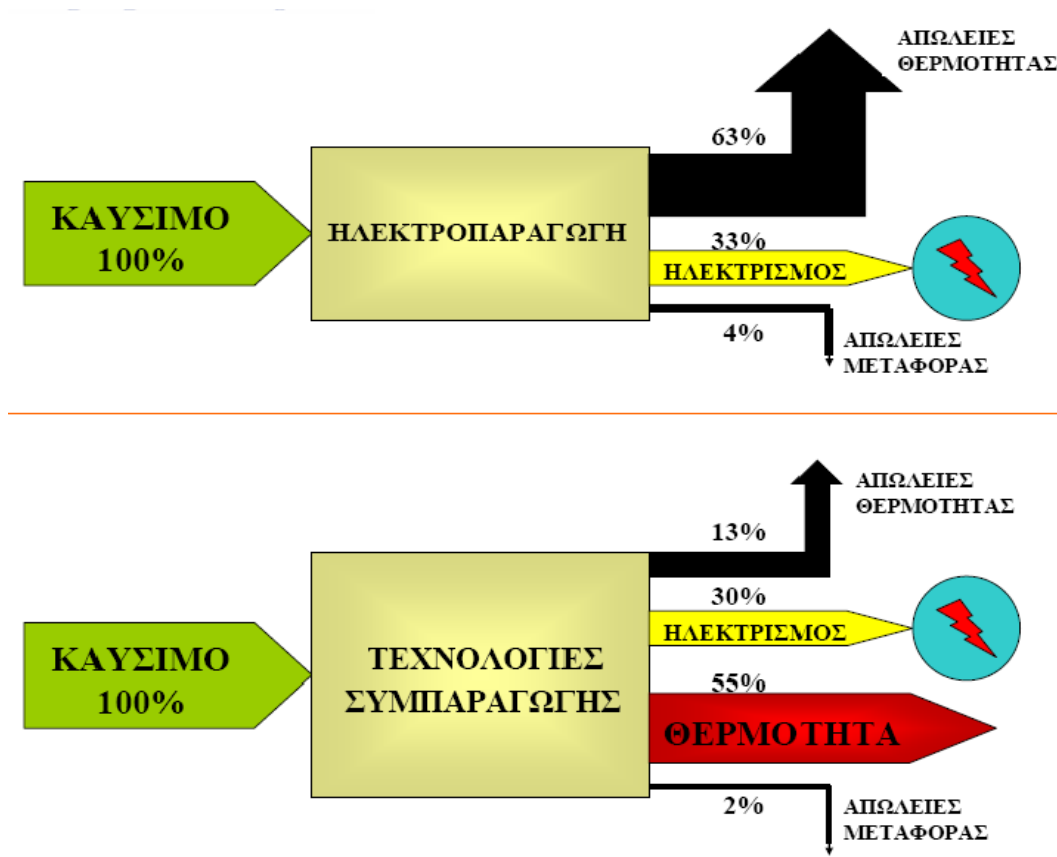
Έτσι κατά την λειτουργία ενός συμβατικού θερμοηλεκτρικού σταθμού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (όπως είναι οι λιγνιτικοί σταθμοί της ΔΕΗ, αλλά και οι νέοι σταθμοί συνδυασμένου κύκλου με φυσικό αέριο), μεγάλα ποσά θερμότητας αποβάλλονται στο περιβάλλον.

Εάν δεσμευθεί η απορριπτόμενη θερμότητα για να χρησιμοποιηθεί ωφέλιμα, τότε η διαδικασία αυτή είναι η συμπαραγωγή, η οποία οδηγεί σε πολύ καλούς ολικούς βαθμούς απόδοσης της ενεργειακής μετατροπής.

Συμπαραγωγή, δηλαδή, είναι η συνδυασμένη παραγωγή ηλεκτρικής (ή μηχανικής) και θερμικής ενέργειας από την ίδια αρχική πηγή ενέργειας. Η συμπαραγωγή πρωτοεμφανίστηκε στην Ευρώπη και στις Η.Π.Α. στο τέλος του περασμένου αιώνα. Γνώρισε ευρεία εφαρμογή στη βιομηχανία μέχρι και τα μέσα του 20ου αιώνα. Η διαθεσιμότητα όμως των υγρών καυσίμων και η ανάπτυξη δικτύων μεταφοράς και διανομής φθηνής ηλεκτρικής ενέργειας για αρκετές δεκαετίες οδήγησαν τις βιομηχανίες σε εγκατάλειψη των συστημάτων συμπαραγωγής.

Η συμπαραγωγή άρχισε να αναπτύσσεται με αρκετά γρήγορους ρυθμούς στις βιομηχανίες της Ε.Ε. και των Η.Π.Α. μετά το 1973, όταν εξαιτίας των πετρελαϊκών κρίσεων, οι τιμές των υγρών καυσίμων αυξήθηκαν απότομα.

Σήμερα η συμπαραγωγή βρίσκει εφαρμογή και σε μεγαλύτερου μεγέθους εγκαταστάσεις, όχι απαραίτητα βιομηχανικές, σε συνδυασμό με τα δίκτυα τηλεθερμάνσεων, τα οποία δίνουν τη δυνατότητα της μεταφοράς της θερμότητας σε αρκετά μεγάλες αποστάσεις.



## 2.8 Σκοπιμότητα ανάπτυξης συμπαραγωγής και δικτύων τηλεθέρμανσης.

Η τηλεθέρμανση, παρόλο που αποτελεί γνωστή τεχνολογία από τον προηγούμενο αιώνα, τα τελευταία χρόνια αποκτά ιδιαίτερη σημασία ως δίκτυο μεταφοράς και διανομής θερμικής ενέργειας.

Η αποκεντρωμένη παραγωγή θερμότητας χαμηλής ενθαλπίας (χαμηλής θερμοκρασιακής στάθμης) στον τόπο της κατανάλωσης (π.χ. κεντρικές θερμάνσεις κτιρίων) είναι άμεσα συνδεδεμένη και με τη διαθεσιμότητα και οικονομικότητα των συμβατικών υγρών καυσίμων, που κυριαρχούν ως καύσιμα στον Ελληνικό χώρο.

Η τηλεθέρμανση αποτελεί σήμερα τον μοναδικό τρόπο μεταφοράς θερμότητας από οποιαδήποτε απομακρυσμένη πηγή παραγωγής ή απόρριψης στους καταναλωτές.

Αποτελεί το μέσο για την αξιοποίηση θερμικής ενέργειας, η οποία διαφορετικά θα αποτελούσε βιομηχανικό θερμικό απόβλητο, με όλες τις δυσάρεστες συνέπειες που αυτό συνεπάγεται.

Η τηλεθέρμανση αποτελεί ταυτόχρονα το μέσο για την αξιοποίηση καυσίμων τα οποία είναι δύσκολα στη διαχείρισή τους ή την αξιοποίηση πηγών θερμικής ενέργειας, οι οποίες βρίσκονται σε απόσταση από τις πιθανές καταναλώσεις. Έτσι, με την τηλεθέρμανση πολλοί οικισμοί της Βόρειας Ευρώπης καίνε τα υπολείμματα γεωργικών ή δασικών καλλιεργειών ή ακόμη και προϊόντα ενεργειακών φυτειών, για τη θέρμανση των κτιρίων τους.

Μπορεί ταυτόχρονα να χρησιμοποιηθεί και ως υποδομή για παροχή ψύξης στα κτίρια (τηλεψύξη).

- Τεχνικός Σχεδιασμός (Design)

Το σύστημα διανομής καταλαμβάνει ένα σημαντικό ποσοστό του αρχικού κεφαλαίου. Ο σχεδιασμός του συστήματος διανομής εξαρτάται από το μέσο μεταφοράς θερμότητας και τη θερμοκρασία και πίεση λειτουργίας. Η αποτυχία εκτίμησης αυτών των μεταβλητών – κλειδιά μπορεί να καταλήξει σε υψηλότερα από τα αναμενόμενα κόστη εγκατάστασης.

- Κατασκευή (Construction)

Τα κόστη κατασκευής εξαρτώνται από την ποιότητα του καθορισμού της κεντρικής ιδέας και του σχεδιασμού. Ακόμα και μια μικρή καθυστέρηση στην έναρξη μπορεί να επηρεάσει την οικονομική απόδοση και την εμπιστοσύνη του καταναλωτή. Ο απαραίτητος χρόνος που χρειάζεται για την απόκτηση του εξοπλισμού καθορίζει τον απαιτούμενο χρόνο για την κατασκευή του συστήματος τηλεθέρμανσης.

### 2.8.1 Περιβαλλοντικά οφέλη

Γενικά για τα περιβαλλοντικά οφέλη

Η αύξηση της εγκατάστασης συστημάτων τηλεθέρμανσης έχει καταλήξει σε ένα καλύτερο περιβάλλον και σε μεγαλύτερη αποδοτικότητα της χρήσης των καυσίμων. Αν η ανάπτυξη των συστημάτων τηλεθέρμανσης συγκριθεί με τη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, διοξειδίου του θείου, οξειδίων του αζώτου και αιωρούμενων σωματιδίων διαπιστώνεται ότι η ποιότητα της ατμόσφαιρας συνεχώς βελτιώνεται.

Παραδείγματα περιβαλλοντικών οφελών σε χώρες της Ευρώπης  
Κοπεγχάγη, Δανία

Το δίκτυο διανομής το οποίο τροφοδοτείται από σταθμούς συμπαραγωγής διανέμει θερμότητα σε περίπου 63 τοπικά δίκτυα

τηλεθέρμανσης. Παρόλο που η κερδοφορία και η άνεση ήταν οι αρχικοί στόχοι της εισαγωγής και επέκτασης των συστημάτων τηλεθέρμανσης στο παρελθόν, τώρα ο κύριος στόχος είναι η προστασία του περιβάλλοντος. Είναι φανερό ότι είναι πιο εφικτό να ελεγχθούν οι εκπομπές από μεγάλους σταθμούς από ότι αυτές από τους χιλιάδες οικιακούς λέβητες διασκορπισμένους σε μία πόλη. Τα τελευταία χρόνια οι εκπομπές SO<sub>2</sub> ανά TJ ενέργειας που παράγεται από τους κεντρικούς σταθμούς παραγωγής ενέργειας μειώθηκαν κατά 50%.

Ελσίνκι, Φινλανδία

Στην προσπάθεια της βελτιστοποίησης της αποδοτικότητας της χρήσης του καυσίμου εισήχθη η τηλεθέρμανση το 1952. Η περιεκτικότητα διοξειδίου του θείου στην ατμόσφαιρα μειώθηκε εξαιτίας της αύξησης των συστημάτων τηλεθέρμανσης. Έρευνες έδειξαν μια μεγάλη μείωση του διοξειδίου του θείου στις αρχές του 1970 όταν η τηλεθέρμανση κατείχε μερίδιο αγοράς της τάξης του 50 %. Το μεγαλύτερο μέρος της θερμικής ενέργειας στο Ελσίνκι παράγεται με φυσικό αέριο. Οι εκπομπές των σταθμών μειώθηκαν σημαντικά από το 1990. Οι εκπομπές διοξειδίου του θείου μειώθηκαν κατά 74% και αυτές των οξειδίων του αζώτου κατά 60%.

Παρακάτω θα δούμε τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή θερμότητας σε ένα σύστημα τηλεθέρμανσης.

### 2.8.3 Παράγοντες διείσδυσης τηλεθέρμανσης στην αγορά θερμότητας στην Ευρώπη

Κατά τη διάρκεια των τελευταίων δύο δεκαετιών η τηλεθέρμανση πόλεων στην Ευρώπη έχει αναπτυχθεί ταχύτατα. Η διείσδυση της τηλεθέρμανσης στην αγορά θερμότητας είναι διαφορετική από χώρα σε χώρα. Η διείσδυση επηρεάζεται από διαφορετικούς παράγοντες συμπεριλαμβανομένων των περιβαλλοντικών συνθηκών, της πυκνότητας πληθυσμού, της διαθεσιμότητας ενεργειακών πηγών, των συνηθειών θερμικής κατανάλωσης, του κόστους και των προτύπων ιδιοκτησίας και του οικονομικού και νομικού πλαισίου που καθορίζεται από τον σχεδιασμό και την κυβερνητική πολιτική.

#### Περιβαλλοντικές συνθήκες

Οι κλιματικές συνθήκες είναι ένας πολύ σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει την τηλεθέρμανση στην Ευρώπη. Γενικά όσο μεγαλύτερη είναι η περίοδος θέρμανσης ή ψύξης, τόσο πιο οικονομικά βιώσιμη είναι η εφαρμογή της τηλεθέρμανσης. Οι κλιματικές συνθήκες δεν εξετάζονται μόνο με τη μέθοδο των θερμοημερών αλλά λαμβάνεται υπόψη και η διάρκεια του φορτίου.

#### Πυκνότητα πληθυσμού

Η πυκνότητα του πληθυσμού είναι ένας παράγοντας ακόμα πιο σημαντικός από τις κλιματικές συνθήκες στον καθορισμό της επιτυχίας των συστημάτων τηλεθέρμανσης. Οι περιοχές υψηλότερης πυκνότητας έχουν μεγαλύτερη ζήτηση ανά m<sup>2</sup>. Η πυκνότητα είναι μετρήσιμη, μέσω



του συνδεδεμένου φορτίου, ανά μέγεθος μονάδας των συστημάτων διανομής. Τα περισσότερα Ευρωπαϊκά συστήματα εξυπηρετούν υψηλής πυκνότητας κατοικημένες περιοχές. Περίπου το 80% των γαλλικών, γερμανικών, σουηδικών και φινλανδικών είναι τοποθετημένα σε πυκνοκατοικημένες περιοχές. Στη Δανία παρόλα αυτά εξυπηρετούνται σε μεγάλο ποσοστό αραιοκατοικημένες περιοχές από την τηλεθέρμανση.

#### Οικονομικά χαρακτηριστικά τηλεθέρμανσης

Η τηλεθέρμανση έχει τρία σημαντικά οικονομικά χαρακτηριστικά. Πρώτον, απαιτεί ένα σημαντικό αρχικό κεφάλαιο επένδυσης, συνήθως με μία μακρά περίοδο αποπληρωμής. Αυτό καθιστά την κερδοφορία των συστημάτων τηλεθέρμανσης ευάλωτη στο κόστος του κεφαλαίου. Δεύτερον η σχετική ελκυστικότητα της τηλεθέρμανσης εξαρτάται από τα κόστη των ανταγωνιστικών πηγών ενέργειας και τα λειτουργικά κόστη του συστήματος. Τα λειτουργικά κόστη μπορούν να αποτελούν περί το 80% του ετήσιου συνολικού κόστους, αλλά μπορούν να μειωθούν σημαντικά με τη συμπαραγωγή. Τέλος, τα κόστη επέκτασης (για την πρόσθεση νέων χρηστών σε περιοχές υψηλής πυκνότητας) είναι σχετικά χαμηλά εφόσον το σύστημα έχει λάβει χώρα, αλλά μόνο όταν το σύστημα λειτουργεί στη μέγιστη απόδοση.

#### Κυβερνητικός Σχεδιασμός

Ο κυβερνητικός σχεδιασμός έχει παίξει έναν κεντρικό ρόλο άμεσα και έμμεσα στην ανάπτυξη των συστημάτων τηλεθέρμανσης. Άμεσα βοηθάει στην οργάνωση και το σχεδιασμό των συστημάτων ενώ έμμεσα ελέγχει την αστικοποίηση που δημιουργεί την πυκνότητα πληθυσμού που χρειάζεται για την τηλεθέρμανση. Οι κυβερνητικές

αρχές σχεδιάζουν την παραγωγή, τη μεταφορά και τη διανομή της τηλεθέρμανσης. Δημόσιες και ιδιωτικές επιχειρήσεις είναι απασχολημένες με την παραγωγή και τη διανομή, με τη διανομή συνήθως στην αρμοδιότητα των δημόσιων επιχειρήσεων. Στις περισσότερες περιπτώσεις τα συστήματα αναπτύσσονται από οργανισμούς που δημιουργούνται γι' αυτόν το σκοπό και συντονίζονται από τους σχεδιαστικούς συντελεστές των τοπικών κυβερνήσεων. Εφόσον η τηλεθέρμανση επωφελείται από την πυκνή ανάπτυξη, τα περισσότερα συστήματα αρχίζουν στα αστικά κέντρα όπου υπάρχουν εμπορικές και οικιστικές μονάδες. Παρόλα αυτά όσο αυξάνεται η διεισδυτικότητα των συστημάτων τηλεθέρμανσης, ο έλεγχος του σχεδιασμού και της ανάπτυξης διαδραματίζει έναν σημαντικότερο ρόλο. Οι Ευρωπαϊκές τοπικές κυβερνήσεις περιορίζουν τα δικαιώματα της ατομικής ιδιοκτησίας προς όφελος του δημοσίου συμφέροντος. Για παράδειγμα στη Σκανδιναβία υφίσταται μια μακρά παράδοση δημόσιας ιδιοκτησίας της γης για μελλοντική αστική ανάπτυξη. Αν αυτή η γη πουληθεί, η σύνδεση με το δίκτυο τηλεθέρμανσης θα είναι προϋπόθεση πώλησης. Ελέγχοντας την ανάπτυξη, οι ευρωπαϊκές χώρες παρήγαγαν συμπαγείς και με καλή ρυμοτομία πόλεις. Η πόλη είναι χωρισμένη σε οικιστικές, βιομηχανικές και εμπορικές ζώνες. Οι εθνικοί νόμοι σε κάθε χώρα απαιτούν το σχεδιασμό από τις τοπικές κυβερνήσεις για μια ευρεία ποικιλία δημοτικών υπηρεσιών συμπεριλαμβανομένης και της διαχείρισης ενέργειας.

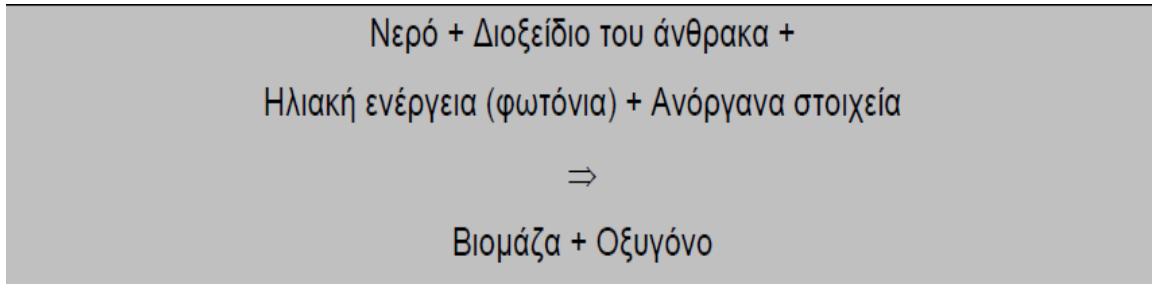
### 3. Βιομάζα

Γενικά, ως βιομάζα ορίζεται η ύλη που έχει βιολογική (οργανική) προέλευση. Πρακτικά, στον όρο βιομάζα εμπεριέχεται οποιοδήποτε υλικό προέρχεται άμεσα ή έμμεσα από το φυτικό κόσμο. Πιο συγκεκριμένα, σ' αυτήν περιλαμβάνονται:

- Οι φυτικές ύλες που προέρχονται είτε από φυσικά οικοσυστήματα, όπως π.χ. τα αυτοφυή φυτά και δάση, είτε από τις ενεργειακές καλλιέργειες (έτσι ονομάζονται τα φυτά που καλλιεργούνται ειδικά με σκοπό την παραγωγή βιομάζας για παραγωγή ενέργειας) γεωργικών και δασικών ειδών, όπως π.χ. το σόργο το σακχαρούχο, το καλάμι, ο ευκάλυπτος κ.ά..
- Τα υποπροϊόντα και κατάλοιπα της φυτικής, ζωικής, δασικής και αλιευτικής παραγωγής, όπως π.χ. τα άχυρα, στελέχη αραβόσιτου, στελέχη βαμβακιάς, κλαδοδέματα, κλαδιά δένδρων, φύκη, κτηνοτροφικά απόβλητα, οι κληματίδες κ.ά.,
- Τα υποπροϊόντα που προέρχονται από τη μεταποίηση ή επεξεργασία των υλικών αυτών, όπως π.χ. τα ελαιοπυρηνόξυλα, υπολείμματα εκκοκκισμού βαμβακιού, το πριονίδι κ.ά.,
- το βιολογικής προέλευσης μέρος των αστικών λυμάτων και σκουπιδιών.

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. Η διεργασία αυτή μπορεί να παρασταθεί σχηματικά ως εξής:



Από τη στιγμή που σχηματίζεται η βιομάζα, μπορεί πλέον κάλλιστα να χρησιμοποιηθεί ως πηγή ενέργειας. Η βιομάζα αποτελεί μια σημαντική, ανεξάντλητη και φιλική προς το περιβάλλον πηγή ενέργειας, η οποία είναι δυνατό να συμβάλλει σημαντικά στην ενεργειακή επάρκεια, αντικαθιστώντας τα συνεχώς εξαντλούμενα αποθέματα ορυκτών καυσίμων (πετρέλαιο, άνθρακας, φυσικό αέριο κ.ά.). Η χρήση της βιομάζας ως πηγής ενέργειας δεν είναι νέα. Σ' αυτήν, εξάλλου, συγκαταλέγονται τα καυσόξυλα και οι ξυλάνθρακες που, μέχρι το τέλος του περασμένου αιώνα, κάλυπταν το 97% των ενεργειακών αναγκών της χώρας. *Για παράδειγμα αναφέρουμε την αξιοποίηση της Δασικής Βιομάζας*

### 3.1 Δασική Βιομάζα

Το ξύλο ως καύσιμο έχει ποικίλα περιβαλλοντικά οφέλη έναντι των συμβατικών καυσίμων. Το κύριο πλεονέκτημα του είναι ότι αποτελεί μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας. Άλλα πλεονεκτήματα περιλαμβάνουν και το γεγονός ότι το ποσοστό του

διοξειδίου του άνθρακα που εκλύεται κατά τη διεργασία της καύσης του είναι περίπου 90% λιγότερο από το αντίστοιχο που εκλύεται κατά την καύση των συμβατικών καυσίμων. Το κυρίαρχο οικονομικό πλεονέκτημα της δασικής βιομάζας είναι ότι το ξύλο είναι συνήθως σημαντικά πιο οικονομικό από τα ανταγωνιστικά συμβατικά καύσιμα. *Δημόσιοι οργανισμοί, όπως σχολεία, νοσοκομεία, φυλακές και δημοτικής ιδιοκτησίας σχέδια τηλεθέρμανσης, είναι κύριοι στόχοι για τη χρήση της ενέργειας από τη δασική βιομάζα.*

Πριν την κατασκευή ή τον επανασχεδιασμό μιας εγκατάστασης που χρησιμοποιεί τη δασική βιομάζα για παραγωγή ενέργειας, οι μελλοντικοί χρήστες πρέπει να εκτιμήσουν την τοπική αγορά διαθέσιμης βιομάζας. Τα κόστη μεταφοράς της μπορεί να περιορίσουν τα πλεονεκτήματα της καύσης ξύλου. Η μελέτη ανάλυσης του κύκλου ζωής των ενεργειακών αυτών συστημάτων κρίνεται επίσης απαραίτητη. Τα αρχικά κόστη ενός ενεργειακού συστήματος δασικής βιομάζας είναι γενικά κατά 50% υψηλότερα από αυτά των συμβατικών καυσίμων εξαιτίας της διαχείρισης του καυσίμου και των απαιτήσεων συστημάτων αποθήκευσης.

### 3.1.1. Εργασίες υλοτομικές και συγκομιστικές

- Υλοτομία: ρίψη, αποκλάδωση, διαμόρφωση, αποφλοιώση, τεμαχισμός, διαμόρφωση άκρων, σχίση, πελέκηση
- Μετατόπιση-Μεταφορά από τους τόπους υλοτομίας μέχρι τους τόπους συγκέντρωσης
- Ταξινόμηση-Στοιβαξη

### 3.1.2 Τύποι δασικής βιομάζας

Το καύσιμο που έχει ως βάση το ξύλο διατίθεται σε τρεις κύριες μορφές:

A) Τεμάχια συμπαγούς ξύλου (logwood)

B) Θρύμματα ξύλου (woodchips)

Γ) Συσσωματώματα πριονιδιού (wood pellets)

Επίσης διατίθεται σε μικρότερες ποσότητες ως ανακτηθέν ξύλο (recovered wood) και τύρφη (peat) (στη Σουηδία, τη Φινλανδία, την Ιρλανδία και τη Σκωτία).

Τύρφη.



#### A) Τεμάχια συμπαγούς ξύλου

Τα τεμάχια συμπαγούς ξύλου είναι τα τεμάχια ξύλου ενός μήκους που ποικίλει ανάλογα με τον τύπο του λέβητα. Το κύριο πλεονέκτημά τους είναι ότι είναι υλικό διαθέσιμο παντού. Μερικά από τα μειονεκτήματα που έχει το ξύλο είναι ότι η αυτοματοποίηση του καθίσταται δύσκολη ενώ ο βαθμός απόδοσης της καύσης του δε ξεπερνά το 75%.

## B) Θρύμματα ξύλου (woodchips)

Ο όρος θρύμματα ξύλου (woodchips) αναφέρεται στα μηχανικώς επεξεργασμένα κομμάτια ξύλου, των οποίων το μέγεθος ποικίλει από 1 έως 100 mm. Τα θρύμματα ξύλου προκύπτουν από το τρόχισμα των αποληφθέντων δασικών προϊόντων, των βιομηχανικών υπό-προϊόντων, των καυσόξυλων και του ξύλου που ανακτάται από τα ξύλινα προϊόντα των οποίων η διάρκεια ζωής έχει λήξει (οικοδομικά υλικά, έπιπλα, συσκευασίες, κλπ).

Το ξύλο που προκύπτει από την ενεργειακή καλλιέργεια των δέντρων και των θάμνων παρέχεται επίσης με τη μορφή θρυμμάτων ξύλου. Η τιμή τους εξαρτάται κατά ένα μεγάλο μέρος από την περιεκτικότητα τους σε νερό. Μια υψηλή περιεκτικότητα σε νερό μειώνει το ενεργειακό περιεχόμενο και αυξάνει την πυκνότητα, επομένως αυξάνοντας τη μάζα ανά ενέργεια μονάδων και μειώνοντας την ενέργεια ανά μάζα μονάδων, με συνέπεια τη μειωμένη αξία. Η υγρασία είναι επομένως εξίσου σημαντική με το μέγεθος των θρυμμάτων ξύλου στον καθορισμό της τιμής τους.

Η τιμή τους επίσης σημαντικά επηρεάζεται από την προέλευση του ξύλου. Παραδείγματος χάριν, η μέση τιμή των καυσίμων θρυμμάτων ξύλου στην ΕΕ ποικίλλει μεταξύ 5,26 €/GJ για το καυσόξυλο και 0,97 €/GJ για το ανακτηθέν ξύλο. Η τιμή του ξύλου εξαρτάται πάρα πολύ από την υγρασία. Παραδείγματος χάριν, για μια μέση τιμή 5,26 €/GJ μπορεί να υπάρξει μια μεταβολή από 55 €/τόνο για μια υγρασία 60% έως 80 €/τόνο όπου υπάρχει υγρασία 80%.

Τα κύρια κριτήρια για την αξιολόγηση της ποιότητας, και επομένως της τιμής τους

είναι:

- Το μέγεθος των θρυμμάτων ξύλου: Τα μικρότερα είναι κατάλληλα για τις μικρότερης κλίμακας εγκαταστάσεις, και τα μεγαλύτερα, που είναι φτηνότερα είναι κατάλληλα για μεγαλύτερες εφαρμογές.
- Η περιεκτικότητα τους σε νερό: αυτή καθορίζει το ενεργειακό περιεχόμενο των καυσίμων και της καταλληλότητάς του για την αποθήκευση. Η υψηλή υγρασία καθιστά δύσκολη την αποθήκευσή τους χωρίς να αλλοιωθούν.



Θρύμματα ξύλου

Μερικά από τα πλεονεκτήματά τους είναι ότι είναι καύσιμο διαθέσιμο σε προσιτή τιμή, η αυτοματοποίηση της καύσης του δύναται να είναι μερική ή ολική και ο βαθμός απόδοσης της καύσης τους μπορεί να φτάσει το 90%.

### Γ) Συσσωματώματα πριονιδιού

Τα συσσωματώματα πριονιδιού (wood pellets) είναι σφαιρίδια ή μικροί κύλινδροι και κατασκευάζονται από τη συμπίεση πριονιδιού. Συνήθως έχουν τη διάμετρο των θρυμμάτων ξύλου η οποία είναι μεταξύ 4-10 mm.





Συσσωματώματα πριονιδιού

Τα βασικά πλεονεκτήματα των συσσωματωμάτων πριονιδιού είναι:

- Το ομοιόμορφο μέγεθος τους
- Η χαμηλή περιεκτικότητά τους σε υγρασία

Το κόστος τους εξαρτάται από τη γεωγραφική περιοχή όπου πωλείται, την εποχή και το βαθμό ανάπτυξης της υποδομής ανεφοδιασμού. Το κόστος τους εξαρτάται από την τιμή των υλικών, την τεχνολογία κατασκευής, τη χωρητικότητα της εγκατάστασης κλπ. (π.χ. η τιμή μπορεί να κυμαίνεται από 60 €/τόνο στη Λετονία μέχρι 190 €/τόνο στη Γαλλία. Μια μέση τιμή είναι 150 €/τόνο, χωρίς Φ.Π.Α.). Όπου δεν υπάρχει καμία υποδομή, οι δαπάνες παράδοσης καθιστούν τα καύσιμα πιο ακριβά. Όπου υπάρχει δίκτυο ανεφοδιασμού ή τοπικός κατασκευαστής ξύλινων σβόλων, οι δαπάνες θα είναι σημαντικά χαμηλότερες.

Συνολικά, ο μακροπρόθεσμος αντίκτυπος στο κόστος από τη χρησιμοποίηση των καυσίμων συσσωματωμάτων πριονιδιού είναι πιθανό να είναι μια σημαντική μείωση των ενεργειακών δαπανών στο χρήστη.

Επειδή η ενεργειακή πυκνότητα των καυσίμων συσσωματωμάτων πριονιδιού είναι χαμηλότερη από αυτή του πετρελαίου ή του αερίου (αν και υψηλότερη από αυτή των θρυμμάτων ξύλου), ο χώρος αποθήκευσης που απαιτείται θα είναι μεγαλύτερος για ένα δεδομένο χρονικό διάστημα μεταξύ των ενδιάμεσων γεμισμάτων. Το βέλτιστο μέγεθος του θαλάμου καύσης είναι επίσης μεγαλύτερο για τα συσσωματώματα πριονιδιού απ' ό τι για το πετρέλαιο ή το αέριο (αλλά μικρότερο απ' ό τι για τα θρύμματα ξύλου ή των τεμαχίων συμπαγούς ξύλου), έτσι οι λέβητες τείνουν να είναι μεγαλύτεροι .

Υπάρχουν πολλά πλεονεκτήματα στην επιλογή των συσσωματωμάτων πριονιδιού ως καύσιμα. Μερικά από αυτά είναι:

- Μερικές χώρες έχουν απαλλάξει τους λέβητες καύσης τους από τις απαιτήσεις εξέτασης εκπομπής καπνού.
- Η διεργασία καύσης παράγει λίγο καπνό και τέφρα. Ένα τυπικό πρόγραμμα συντήρησης και αφαίρεσης τέφρας (συσσωματωμάτων πριονιδιού) είναι παρόμοιο με αυτό για έναν λέβητα πετρελαίου.
- Η χρησιμοποίηση αυτών των καυσίμων μειώνει την ανάγκη για ορυκτά καύσιμα και τις εκπομπές CO<sub>2</sub>.
- Ο εξοπλισμός υψηλής αποδοτικότητας που χρησιμοποιείται συνήθως για την καύση τους καθιστά το βαθμό απόδοσης της καύσης τους πολύ υψηλό (μέχρι πάνω από 90%) και τα επίπεδα εκπομπών πολύ χαμηλά.

### 3.1.3 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις δασικής βιομάζας

#### *3.1.3.1 Χημική σύσταση του ξύλου*

Πριν από οποιαδήποτε ανάλυση των όποιων περιβαλλοντικών επιπτώσεων από τις εκπομπές ρύπων στην ατμόσφαιρα, είναι σκόπιμη η μελέτη της σύστασης της δασικής βιομάζας για τον προσδιορισμό των χημικών στοιχείων που δημιουργούν πρόβλημα κατά την καύση τους και κατά συνέπεια κατά την έκλυσή τους στο περιβάλλον. Το ξύλο ως οργανικό υλικό αποτελείται κυρίως από άνθρακα, οξυγόνο και υδρογόνο. Η ανάλυση κατά στοιχείο ξηρής μάζας δείχνει ότι το ξύλο αποτελείται περίπου κατά 50% C, 6% H, 44% O και 0,5% N (Πηγές: Τσουμής 1983, Φιλίππου 1986). Επίσης στο ξύλο υπάρχουν και διάφορες ανόργανες ενώσεις, όπως άλατα και οξείδια των K, Na, Ca, Mg, Fe, S, P, Al, Si, Ni, Ba, Pd και άλλων. Τα μεταλλικά αυτά στοιχεία παραμένουν μετά την πλήρη καύση του ξύλου και αποτελούν την τέφρα. Η τέφρα των δέντρων της εύκρατης ζώνης αντιπροσωπεύει ένα ποσοστό 0,2-1% της ξηρής μάζας του ξύλου. Το μεγαλύτερο δηλαδή ποσοστό της μάζας του ξύλου καίγεται πλήρως. Ο Πίνακας (1) που ακολουθεί συγκρίνει την περιεκτικότητα σε μεταλλικά στοιχεία του άνθρακα και του ξύλου.

Πινάκας 1 Μέσο περιεχόμενο σε μεταλλικά στοιχεία του άνθρακα και του ξύλου σε mg/MJ (Πηγή :Swedish EPA, Nilson and Timm 1983).

<b>Μεταλλικά στοιχεία</b>	<b>Άνθρακας</b>	<b>Ξύλο</b>
Αρσενικό (Ar)	150	5
Χρώμιο (Cr)	400	50
Μαγγάνιο (Mn)	2000	5000
Βανάδιο (Vn)	900	100
Κάδμιο (Cd)	10	10
Χαλκός (Cu)	500	100
Νικέλιο (Ni)	400	50
Ψευδάργυρος (Zi)	1000	1200
Κοβάλτιο (Co)	150	10
Υδράργυρος (Hb)	4	1
Μόλυβδος (Pd)	500	200

Συγκεντρωτικά η σύνθεση των στοιχείων του ξύλου δίνεται στον Πίνακα (2)

Πινάκας 2 Τυπική σύνθεση ξύλου

<b>Στοιχείο</b>	<b>Περιεκτικότητα (%)</b>
ΆΝΘΡΑΚΑΣ	49
ΟΞΥΓΟΝΟ	43
ΥΔΡΟΓΟΝΟ	6
ΘΕΙΟ	0,05
ΑΖΩΤΟ	1
K, Na, Ca, Mg, κλπ	0.95

### *3.1.3.2 Αρνητικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις*

Οι αρνητικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις της καύσης δασικής βιομάζας για παραγωγή θερμικής ενέργειας σχετίζονται με :

- την εκπομπή καυσαερίων και σωματιδίων από την καύση
- τη δημιουργία υπολειμμάτων και τη διαχείριση αυτών
- την όχληση από τη λειτουργία των μηχανών
- την αισθητική υποβάθμιση του τοπίου από τις εγκαταστάσεις του εργοστασίου

και τη δημιουργία των απαραίτητων κορμποπλατειών και χώρων αποθήκευσης της βιομάζας. Αναλυτικότερα:

#### **Εκπομπές αέριων ρύπων**

Με την καύση της δασικής βιομάζας απελευθερώνονται στην ατμόσφαιρα διοξείδιο

του άνθρακα (CO<sub>2</sub>), διοξείδιο του θείου (SO<sub>2</sub>), οξειδία του αζώτου (NO<sub>x</sub>) και άλλες

ενώσεις.

#### **❖ Διοξείδιο του άνθρακα**

Αυξημένα ποσοστά διοξειδίου του άνθρακα ευθύνονται για το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Όμως, αν και η καύση της δασικής βιομάζας εκπέμπει διοξείδιο του άνθρακα δεν αυξάνει τα ποσοστά του στην ατμόσφαιρα. Αυτό συμβαίνει διότι οι ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα που εκλύονται με την καύση της βιομάζας ισοσκελίζονται από ισοδύναμες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα που απορροφήθηκαν από τα φυτά στη διάρκεια της ζωής τους. Επομένως το ισοζύγιο είναι πρακτικά μηδενικό.

### ❖ **Μονοξείδιο του άνθρακα**

Το μονοξείδιο του άνθρακα σχηματίζεται κατά την ατελή καύση και θα πρέπει να διατηρείται σε χαμηλά επίπεδα εφόσον:

- Το μονοξείδιο του άνθρακα είναι εύφλεκτο αέριο. Υψηλές εκπομπές CO

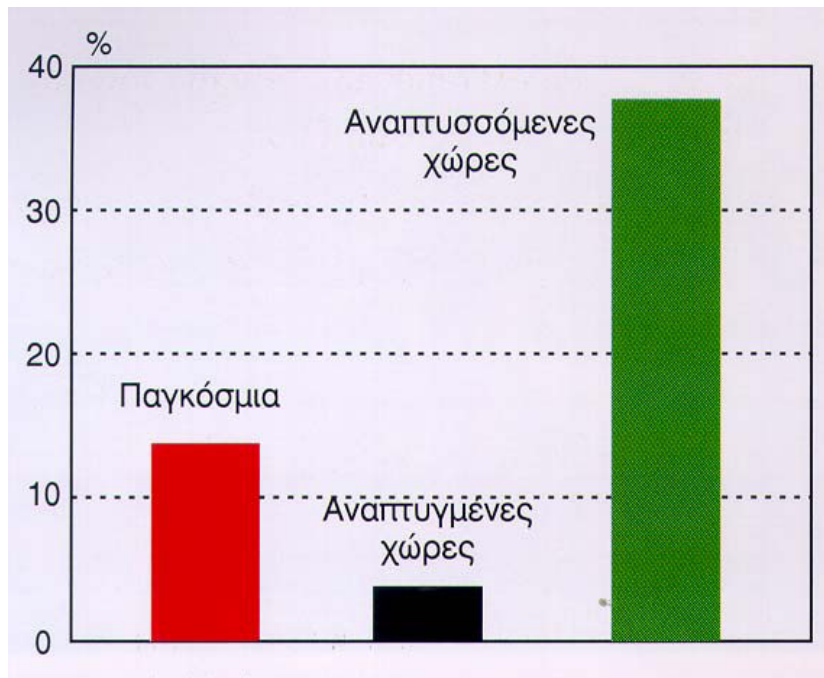
έχουν ως αποτέλεσμα χαμηλούς βαθμούς απόδοσης.

- Το μονοξείδιο του άνθρακα έχει ενοχλητική οσμή.
- Η έκθεση σε υψηλές συγκεντρώσεις CO είναι επικίνδυνη.

### ❖ **Οξείδια του θείου**

Τα οξείδια του θείου που εκλύονται κατά την καύση της βιομάζας προέρχονται από οξείδωση του θείου. Η παρουσία τους είναι ανεπιθύμητη διότι αυξημένα ποσοστά είναι υπεύθυνα για την όξινη βροχή. Εντούτοις, η δασική βιομάζα έχει χαμηλή περιεκτικότητα σε οξείδια του θείου συγκρινόμενη με τον άνθρακα και το πετρέλαιο. Πρακτικά, με την καύση δασικής βιομάζας το συνολικό ποσοστό των εκπομπών διοξειδίου του θείου είναι πολύ μικρό. Έτσι η καύση του ξύλου δεν απαιτεί εξοπλισμό για τη μείωση των εκπομπών SO<sub>2</sub>.

Η βιομάζα που παράγεται κάθε χρόνο στον πλανήτη μας υπολογίζεται ότι ανέρχεται σε 172 δισ. τόνους ξηρού υλικού, με ενεργειακό περιεχόμενο δεκαπλάσιο της ενέργειας που καταναλίσκεται παγκοσμίως στο ίδιο διάστημα. Το τεράστιο αυτό ενεργειακό δυναμικό παραμένει κατά το μεγαλύτερο μέρος του ανεκμετάλλευτο, καθώς, σύμφωνα με πρόσφατες εκτιμήσεις, μόνο το 1/7 της παγκόσμιας κατανάλωσης ενέργειας καλύπτεται από τη βιομάζα (Σχ. 1) και αφορά κυρίως τις παραδοσιακές χρήσεις της (καυσόξυλα κλπ.).



Σχήμα 1. Η συμμετοχή της βιομάζας (%) στην παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας.

Στην Ελλάδα, τα κατ' έτος διαθέσιμα γεωργικά και δασικά υπολείμματα ισοδυναμούν ενεργειακά με 3-4 εκατ. τόνους πετρελαίου, ενώ το δυναμικό των ενεργειακών καλλιεργειών μπορεί, με τα σημερινά δεδομένα, να ξεπεράσει άνετα εκείνο των γεωργικών και δασικών υπολειμμάτων. Το ποσό αυτό αντιστοιχεί ενεργειακά στο 30- 40% της ποσότητας του πετρελαίου που καταναλώνεται ετησίως στη χώρα μας. Σημειώνεται ότι 1 τόνος βιομάζας ισοδυναμεί με περίπου 0,4 τόνους πετρελαίου. Εντούτοις, με τα σημερινά δεδομένα, καλύπτεται μόλις το 3% περίπου των ενεργειακών αναγκών της με τη χρήση της διαθέσιμης βιομάζας. Η βιομάζα στη χώρα μας χρησιμοποιείται κυρίως για την παραγωγή, κατά τον παραδοσιακό τρόπο, θερμότητας στον οικιακό τομέα (μαγειρική, θέρμανση), για τη θέρμανση θερμοκηπίων, σε ελαιουργεία, καθώς και, με τη χρήση πιο εξελιγμένων τεχνολογιών, στη βιομηχανία (εκκοκκιστήρια βαμβακιού, παραγωγή προϊόντων ξυλείας, ασβεστοκάμινοι κ.ά.), σε περιορισμένη, όμως, κλίμακα. Ως πρώτη ύλη

σε αυτές τις περιπτώσεις χρησιμοποιούνται υποπροϊόντα της βιομηχανίας ξύλου, ελαιοπυρηνόξυλα, κουκούτσια ροδάκινων και άλλων φρούτων, τσόφλια αμυγδάλων, βιομάζα δασικής προέλευσης, άχυρο σιτηρών, υπολείμματα εκκοκκισμού κ.ά.

Παρ' όλα αυτά, οι προοπτικές αξιοποίησης της βιομάζας στη χώρα μας είναι εξαιρετικά ευοίωνες, καθώς υπάρχει σημαντικό δυναμικό, μεγάλο μέρος του οποίου είναι άμεσα διαθέσιμο. Παράλληλα, η ενέργεια που μπορεί να παραχθεί είναι, σε πολλές περιπτώσεις, οικονομικά ανταγωνιστική αυτής που παράγεται από τις συμβατικές πηγές ενέργειας. Από πρόσφατη απογραφή, έχει εκτιμηθεί ότι το σύνολο της άμεσα διαθέσιμης βιομάζας στην Ελλάδα συνίσταται από 7.500.000 περίπου τόνους υπολειμμάτων γεωργικών καλλιεργειών (σιτηρών, αραβόσιτου, βαμβακιού, καπνού, ηλίανθου, κλαδοδεμάτων, κληματίδων, πυρηνόξυλου κ.ά.), καθώς και από 2.700.000 τόνους δασικών υπολειμμάτων υλοτομίας (κλάδοι, φλοιοί κ.ά.). Πέραν του ότι το μεγαλύτερο ποσοστό αυτής της βιομάζας δυστυχώς παραμένει αναξιοποίητο, πολλές φορές αποτελεί αιτία πολλών δυσάρεστων καταστάσεων (πυρκαγιές, δυσκολία στην εκτέλεση εργασιών, διάδοση ασθενειών κ.ά.).

Από τις παραπάνω ποσότητες βιομάζας, το ποσοστό τους εκείνο που προκύπτει σε μορφή υπολειμμάτων κατά τη δευτερογενή παραγωγή προϊόντων (εκκοκκισμός βαμβακιού, μεταποίηση γεωργικών προϊόντων, επεξεργασία ξύλου κ.ά.) είναι άμεσα διαθέσιμο, δεν απαιτεί ιδιαίτερη φροντίδα συλλογής, δεν παρουσιάζει προβλήματα μεταφοράς και μπορεί να τροφοδοτήσει απ' ευθείας διάφορα συστήματα παραγωγής ενέργειας. Μπορεί, δηλαδή, η εκμετάλλευσή του να καταστεί οικονομικά συμφέρουσα.



Παράλληλα με την αξιοποίηση των διαφόρων γεωργικών και δασικών υπολειμμάτων, σημαντικές ποσότητες βιομάζας είναι δυνατό να ληφθούν από τις ενεργειακές καλλιέργειες. Συγκριτικά με τα γεωργικά και δασικά υπολείμματα, οι καλλιέργειες αυτές έχουν το πλεονέκτημα της υψηλότερης παραγωγής ανά μονάδα επιφάνειας, καθώς και της ευκολότερης συλλογής.

Στο σημείο αυτό, αξίζει να σημειωθεί ότι οι ενεργειακές καλλιέργειες αποκτούν τα τελευταία χρόνια ιδιαίτερη σημασία για τις ανεπτυγμένες χώρες, που προσπαθούν, μέσω των καλλιεργειών αυτών, να περιορίσουν, πέραν των περιβαλλοντικών και ενεργειακών τους προβλημάτων, και το πρόβλημα των γεωργικών πλεονασμάτων. Όπως είναι γνωστό, στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης τα γεωργικά πλεονάσματα, και τα οικονομικά προβλήματα που αυτά δημιουργούν, οδηγούν αναπόφευκτα στη μείωση της γεωργικής γης και της αγροτικής παραγωγής. Υπολογίζεται ότι, την προσεχή δεκαετία, θα μπορούσαν να αποδοθούν στις ενεργειακές καλλιέργειες 100-150 εκατ. στρέμματα γεωργικής γης, προκειμένου να αποφευχθούν τα προβλήματα των επιδοτήσεων των γεωργικών πλεονασμάτων και της απόρριψης αυτών στις χωματερές, με ταυτόχρονη αύξηση των ευρωπαϊκών ενεργειακών πόρων.

Στη χώρα μας, για τους ίδιους λόγους, 10 εκατομμύρια στρέμματα καλλιεργήσιμης γης έχουν ήδη περιθωριοποιηθεί ή προβλέπεται να εγκαταλειφθούν στο άμεσο μέλλον. Εάν η έκταση αυτή αποδοθεί για την ανάπτυξη ενεργειακών καλλιεργειών, το καθαρό όφελος σε ενέργεια που μπορεί να αναμένεται υπολογίζεται σε 5-6 ΜΤΙΠ (1ΜΤΙΠ= 106 ΤΙΠ, όπου ΤΙΠ σημαίνει: Τόνοι Ισοδύναμου Πετρελαίου) δηλαδή στο 50-60% της ετήσιας κατανάλωσης πετρελαίου στην Ελλάδα.

Στον ελληνικό χώρο έχει αποκτηθεί σημαντική εμπειρία στον τομέα των ενεργειακών καλλιεργειών. Από την πραγματοποίηση σχετικών πειραμάτων και πιλοτικών εφαρμογών, προέκυψαν τα εξής σημαντικά στοιχεία:

- Η ποσότητα βιομάζας που μπορεί να παραχθεί ανά ποτιστικό στρέμμα ανέρχεται σε 3-4 τόνους ξηρής ουσίας, ήτοι 1-1,6 ΤΙΠ.
- Η ποσότητα βιομάζας, που μπορεί να παραχθεί ανά ξηρικό στρέμμα μπορεί να φτάσει τους 2-3 τόνους ξηρής ουσίας, ήτοι 0,7-1,2 ΤΙΠ.

### 3.2. Πλεονεκτήματα χρήσης της βιομάζας

Τα κυριότερα πλεονεκτήματα από τη χρήση της βιομάζας για παραγωγή ενέργειας είναι τα παρακάτω:

- Αποφυγή του « φαινομένου του θερμοκηπίου », το οποίο οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στο διοξείδιο του άνθρακα (  $CO_2$  ), που παράγεται από την καύση των ορυκτών καυσίμων. Η βιομάζα δε συμβάλλει στην αύξηση των εκπομπών  $CO_2$  στην ατμόσφαιρα λόγω του βιολογικού της κύκλου (οι ποσότητες του διοξειδίου του άνθρακα που απελευθερώνονται κατά την καύση της βιομάζας δεσμεύονται πάλι από τα φυτά για τη δημιουργία της).
- Αποφυγή της ρύπανσης με διοξείδιο του θείου (  $SO_2$  ), που παράγεται κατά την καύση ορυκτών καυσίμων και συντελεί στο φαινόμενο της όξινης βροχής. Η περιεκτικότητα της βιομάζας σε θείο είναι πρακτικά αμελητέα.
- Μείωση της ενεργειακής εξάρτησης από την εισαγωγή ορυκτών καυσίμων, βελτίωση του εμπορικού ισοζυγίου και αύξηση της

ασφάλειας ανεφοδιασμού με μεγαλύτερη ευελιξία του ενεργειακού συστήματος εφόσον η βιομάζα αποτελεί μια εγχώρια πηγή ενέργειας.

- Εξοικονόμηση συναλλάγματος.
- Εξασφάλιση θέσεων εργασίας, δημιουργία εναλλακτικών αγορών και συγκράτηση του ορεινού και αγροτικού πληθυσμού στην περιφέρεια με άμεσο αποτέλεσμα τη συμβολή στην κοινωνικό-οικονομική ανάπτυξη της περιφέρειας

### 3.3. Μειονεκτήματα χρήσης της βιομάζας

- Η βιομάζα είναι συνήθως διασπαρμένη σε μεγάλο εύρος και απομακρυσμένες περιοχές, απαιτώντας μεγάλο κόστος μεταφοράς της πρώτης ύλης, από τον τόπο παραγωγής στον τόπο διαχείρισης ή διάθεσης του τελικού προϊόντος.
- Υπάρχουν σημαντικές δυσκολίες, σε σύγκριση με τα ορυκτά καύσιμα, στη συγκομιδή, την επεξεργασία, και την αποθήκευση της βιομάζας ιδιαίτερα της δασικής.
- Η παραγωγή της είναι εποχιακή τόσο στη διάρκεια του έτους όσο και μεταξύ των ετών, καθώς η παραγωγή και η συγκομιδή επηρεάζεται από τις κλιματολογικές συνθήκες και αυξομειώνεται.
- Η βιομάζα στην ανεπτυγμένη της μορφή έχει μεγάλο όγκο και υψηλή υγρασία, πράγμα που δυσχεραίνει την ενεργειακή αξιοποίησή της.
- Οι εγκαταστάσεις και ο εξοπλισμός ενεργειακής αξιοποίησης της βιομάζας είναι σχετικά δαπανηρές.
- Το κόστος προμήθειας της βιομάζας είναι υψηλό σε σχέση με το πετρέλαιο.

### 3.4 Τεχνολογίες αξιοποίησης βιομάζας

Τα βιοκαύσιμα για να συναγωνιστούν τα συμβατικά καύσιμα, πρέπει να αντεπεξέλθουν στη ζήτηση των κατάλληλων μορφών ενέργειας με ανταγωνιστικές τιμές. Σημαντικά κριτήρια είναι η διαθεσιμότητα και η δυνατότητα μεταφοράς της πρώτης ύλης. Τα κυριότερα καύσιμα, το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο είναι πολύτιμα, εφόσον η ενέργειά τους μπορεί να αποθηκευτεί με μικρές απώλειες και είναι διαθέσιμη όταν απαιτείται.

Σχεδόν όλες οι μορφές της πρωτογενούς βιομάζας αποσυντίθενται αρκετά γρήγορα, επομένως λίγες μορφές λειτουργούν σαν μακροχρόνιες ενεργειακές αποθήκες. Λόγω της χαμηλής ενεργειακής πυκνότητας των υπολειμμάτων, η μεταφορά τους στοιχίζει ακριβότερα. Τα τελευταία χρόνια η έρευνα έχει επικεντρωθεί στη βέλτιστη αξιοποίηση αυτών των εν δυνάμει πολύτιμων πηγών ενέργειας.

Οι διεργασίες μετατροπής της βιομάζας διακρίνονται σε Θερμοχημικές (ξηρές) και βιοχημικές (υγρές). Οι Θερμοχημικές διεργασίες ακολουθούνται για τους τύπους βιομάζας, όπου η αναλογία C/N είναι μεγαλύτερη από 30 και η περιεκτικότητα σε υγρασία μικρότερη από 50% κατά βάρος. Οι βιοχημικές διεργασίες αφορούν τους τύπους βιομάζας όπου η αναλογία C/N είναι μικρότερη από 30 και η περιεκτικότητα σε υγρασία είναι μεγαλύτερη από 50%. Οι βιοχημικές διεργασίες είναι αποτέλεσμα μικροβιακής δράσης και είναι η αερόβια ζύμωση, η αναερόβια ζύμωση και η αλκοολική ζύμωση.

### 3.4.1 Θερμοχημικές διεργασίες

Οι Θερμοχημικές διεργασίες περιλαμβάνουν αντιδράσεις που εξαρτώνται από τη θερμοκρασία για διαφορετικές συνθήκες οξειδωσης. Αυτές είναι η απευθείας καύση, η αεριοποίηση, η πυρόλυση και η υδρογονοδιάσπαση.

#### 3.4.1.1. Πυρόλυση

Η πυρόλυση είναι σύνθετη διεργασία από την οποία παράγονται στερεά - υγρά και αέρια καύσιμα. Απαιτεί δαπανηρές εγκαταστάσεις παραγωγής το κόστος των οποίων δεν προσφέρεται για την περίπτωση εγκατάστασης Τηλεθέρμανσης στην πόλη των Γρεβενών. Η πυρόλυση είναι η θερμική αποικοδόμηση της βιομάζας στους 400-800οC απουσία οξειδωτικού μέσου, μέχρι να απομακρυνθεί το σύνολο των πτητικών ουσιών αφήνοντας ένα υπόλοιπο αποτελούμενο από άνθρακα και τέφρα. Κατά την πυρόλυση παράγονται καύσιμο αέριο, πυρολυτικά υγρά και στερεό υπόλειμμα σε αναλογίες, οι οποίες εξαρτώνται από τη μέθοδο, τη θερμοκρασία και το χρόνο παραμονής. Διακρίνεται σε βραδεία, συμβατική και σε αστραπιαία πυρόλυση.

Στην πρώτη μεγιστοποιούνται τα στερεά προϊόντα, ενώ τα υγρά και τα αέρια θεωρούνται υποπροϊόντα. Στη συμβατική πυρόλυση παράγεται περίπου ίση ποσότητα στερεών, υγρών και αερίων προϊόντων. Η αστραπιαία πυρόλυση έχει σχεδιασθεί να λειτουργεί μεγιστοποιώντας την αναλογία υγρού στο 75%. Το στερεό υπόλειμμα μπορεί να πουληθεί ή να χρησιμοποιηθεί εσωτερικά για την παροχή θερμότητας για τη διεργασία. Το καύσιμο αέριο έχει μεσαία θερμική αξία και μπορεί

να χρησιμοποιηθεί εσωτερικά για παροχή θερμότητας για τη διεργασία ανακυκλοφορούμενο ή εξαγόμενο. Το πυρολυτικό υγρό είναι ένα ομογενές μίγμα από οργανικές ενώσεις και νερό. Πλεονέκτημα των υγρών προϊόντων είναι η ευκολία στην αποθήκευση και τη μεταφορά, γεγονός που ανεξαρτητοποιεί την παραγωγή απ' την κατανάλωση τους.

#### 3.4.1.2. Αεριοποίηση

Η αεριοποίηση αποτελεί ενδιαφέρουσα τεχνολογία για την ευχέρεια καύσης του παραγόμενου αερίου καυσίμου σε διατάξεις συμπαραγωγής αεροστρόβιλου και ατμοστρόβιλου κατά την οποία παράγεται ηλεκτρική και θερμική ενέργεια. Η αεριοποίηση βρίσκεται σήμερα σε επιδεικτικό κυρίως στάδιο και ως εκ τούτου δεν μπορεί να θεωρηθεί ώριμη τεχνολογία για να προταθεί στην περίπτωση της Τηλεθέρμανσης Γρεβενών, παρόλα τα αναμφισβήτητα πλεονεκτήματα που παρουσιάζει. Η θερμοχημική αεριοποίηση είναι μια διεργασία μερικής οξειδωσης κατά την οποία μία στερεά, αέρια ή υγρή πρώτη ύλη αντιδρά με οξυγόνο ή και ατμό και μετατρέπεται σε αέριο καύσιμο, αποτελούμενο κυρίως από υδρογόνο, μονοξείδιο του άνθρακα και διοξείδιο του άνθρακα. Η ανάπτυξη της τεχνολογίας της αεριοποίησης χρονολογείται στο τέλος του 18ου αιώνα. Πολλά οχήματα εφοδιασμένα με αεριοποιητές ξύλου εμφανίστηκαν κατά τον Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο. Η αναγέννηση του ενδιαφέροντος στην αεριοποίηση της βιομάζας οφείλεται σε διάφορους λόγους.

Καταρχήν, το καύσιμο που προκύπτει είναι πολύ καθαρότερο από την αρχική βιομάζα, καθώς ανεπιθύμητοι χημικοί ρύποι απομακρύνονται κατά τη διεργασία μαζί με την αδρανή μάζα, ως ιπτάμενη τέφρα κατά

την καύση του καυσίμου. Επιπλέον, το αέριο σαν καύσιμο έχει περισσότερες εφαρμογές. Η άμεση καύση είναι μία πτυχή αλλά το αέριο μπορεί να χρησιμοποιηθεί επίσης σε μηχανές εσωτερικής καύσης ή σε αεροστροβίλους. Επιπροσθέτως υπάρχει η δυνατότητα συμπαραγωγής υδρογόνου ή άλλων χημικών και της συμπαραγωγής ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας. Η αεριοποίηση του άνθρακα είναι τώρα καθιερωμένη και η αεριοποίηση βιομάζας έχει επωφεληθεί από τη δραστηριότητα σ' αυτόν τον τομέα και αναπτύσσεται ταχύτατα. Παρόλα αυτά οι δύο τεχνολογίες δεν είναι άμεσα συγκρίσιμες εξαιτίας διαφορών στη σύνθεση τέφρας, στην περιεκτικότητα υγρασίας, στην πυκνότητα. Οι αεριοποιητές ρευστοποιημένης κλίνης είναι διαθέσιμοι από πολυάριθμους κατασκευαστές σε εύρος θερμικής ισχύος που κυμαίνεται από 2,5-150 MWth για λειτουργία σε ατμοσφαιρική ή σε υψηλότερες πιέσεις. (Πηγή: Bridgwater A.V., Toft A.J., Brammer J.G., A techno-economic comparison of power production by biomass fast pyrolysis with gasification and combustion)

#### 3.4.1.3. Καύση

Η απευθείας καύση είναι ο πιο συνηθισμένος τρόπος μετατροπής βιομάζας σε ενέργεια, θερμότητα και ηλεκτρική ενέργεια, και παγκοσμίως παρέχει το 90% της ενέργειας που παράγεται από βιομάζα. Συγκρινόμενη με τις υπόλοιπες θερμοχημικές διεργασίες (αεριοποίηση, πυρόλυση), είναι πιο απλή και περισσότερο αναπτυγμένη.

Υπάρχει ποικιλία του χρησιμοποιούμενου εξοπλισμού, είναι διαδεδομένη στην Ελλάδα όπου παράγεται αντίστοιχος εξοπλισμός,

απαιτεί απλούστερη λειτουργία και συντήρηση και είναι συμβατή με τη φυσιολογία της περιοχής. Από τα παραπάνω προκύπτει συμπερασματικά ότι η πλέον κατάλληλη μέθοδος ενεργειακής μετατροπής της βιομάζας στην περίπτωση της Τηλεθέρμανσης.

Η τεχνολογία της καύσης έχει αναπτυχθεί σημαντικά με εμφάνιση νέων συστημάτων αυτόματης τροφοδοσίας βιομάζας. Η καύση πραγματοποιείται σε εστίες με σταθερές ή κινούμενες εσχάρες είτε σε λέβητες ρευστοποιημένης κλίνης. Τα τελευταία χρόνια εξετάζεται η ταυτόχρονη καύση μικρών ποσοτήτων βιομάζας και άνθρακα. Παρόλο που οι εστίες με σταθερές ή κινούμενες εσχάρες είναι το πρότυπο για παλαιού τύπου σταθμούς παραγωγής ενέργειας με βιομάζα, οι λέβητες ρευστοποιημένης κλίνης προτιμώνται για καύση βιομάζας εξαιτίας των χαμηλών εκπομπών NOx. Οι λέβητες ρευστοποιημένης κλίνης είναι εμπορικά διαθέσιμοι τα τελευταία 20 χρόνια σε αποδόσεις που κυμαίνονται από 15 to 715 MWth. Περίπου 110 λέβητες ρευστοποιημένης κλίνης λειτουργούν ή πρόκειται να τεθούν σε λειτουργία στις Η.Π.Α., όλοι με εγγυήσεις απόδοσης από τον πωλητή. (Πηγή: Bridgwater A.V., Toft A.J., Brammer J.G., A techno-economic comparison of power production by biomass fast pyrolysis with gasification and combustion)

Υπάρχουν πολλοί τρόποι παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας χρησιμοποιώντας τη θερμότητα που παράγεται κατά την καύση, συμπεριλαμβανομένων του ατμοστροβίλου, των μηχανών Stirling, έμμεσης καύσης αεριοστροβίλου και άμεσης καύσης αεριοστροβίλου. Αυτές οι τεχνολογίες εκτιμήθηκαν σε πρόσφατη ΙΕΑ αξιολόγηση καταλήγοντας στο συμπέρασμα ότι η παραγωγή ενέργειας με ατμοστρόβιλο είναι η πιο καθιερωμένη τεχνολογία. Οι υπόλοιπες



τεχνολογίες είχαν πλεονεκτήματα αποδοτικότητας αλλά δεν ήταν εμπορικά διαθέσιμες και χρησιμοποιούνταν σε χαμηλής κλίμακας εφαρμογές. Ο βασικός κύκλος Rankine περιορίζεται από θερμοδυναμικούς περιορισμούς και περιορισμούς στα υλικά σε βαθμούς απόδοσης της τάξης του 35%. (Πηγή: Bridgwater A.V., Toft A.J., Brammer J.G., A techno-economic comparison of power production by biomass fast pyrolysis with gasification and combustion) Τέτοιοι κύκλοι βελτιστοποιούνται με υψηλή πίεση, υψηλά υπέρθερμο ατμό σε συνδυασμό με ατμοποίηση, αναθέρμανση και αναγέννηση. Η επιπλέον πολυπλοκότητα και οι ανάγκες υλικών που έχουν επιβληθεί από τον ατμό υψηλής πίεσης αυξάνουν τα κόστη κεφαλαίου σημαντικά σε μικρή κλίμακα, με μικρή αύξηση στην αποδοτικότητα του συστήματος. Ως αποτέλεσμα οι περισσότεροι κύκλοι ατμού σε μικρή κλίμακα είναι σχετικά απλοί και χαμηλότερου βαθμού απόδοσης. Για τον σχεδιασμό της εστίας καύσης ή του λέβητα όπου θα γίνεται καλύτερη αξιοποίηση της ενέργειας, αναλύεται η ακολουθία των διεργασιών, που συντελούνται κατά την καύση των στερεών καυσίμων. Στο πρώτο βήμα αυτής της αλληλουχίας καταναλώνεται ενέργεια : πρόκειται για την εξάτμιση του περιεχομένου νερού στο καύσιμο, δηλαδή την ξήρανση. Χρησιμοποιώντας όμως ξύλο, το οποίο έχει ξηραθεί σε ικανοποιητικό βαθμό, στο βήμα αυτό καταναλώνεται ένα μικρό ποσοστό της συνολικής ενέργειας. Η διεργασία της καύσης πραγματοποιείται σε στάδια. Αμέσως μετά την είσοδο του καυσίμου στο θάλαμο καύσης θερμαίνεται γρήγορα λόγω ακτινοβολίας των τοιχωμάτων και λόγω συναγωγής από τα θερμά αέρια που υπάρχουν στο θάλαμο. Η υγρασία του καυσίμου απομακρύνεται, όπως απομακρύνονται και τα πτητικά συστατικά του. Τότε τα πτητικά

αναφλέγονται και παραμένει ο καθαρός C που χρόνος εξαρτάται από τη φύση του καυσίμου και το μέγεθος των σωματιδίων του. Είναι χαρακτηριστικό των βιοκαυσίμων ότι τα τρία τέταρτα ή και περισσότερο της ενέργειας τους περιέχεται στην πτητική ύλη (εν αντιθέσει, το ποσοστό στον άνθρακα είναι λιγότερο απ' το μισό). Επομένως είναι υψίστης σημασίας ο σχεδιασμός οποιουδήποτε καυστήρα ή λέβητα να εξασφαλίζει την καύση των πτητικών ουσιών ώστε να μη διαφεύγουν από την καμινάδα άκαυστα. Για την πλήρη καύση, ο αέρας πρέπει να έρχεται σε επαφή με όλη τη μάζα του καυσίμου, γεγονός που επιτυγχάνεται χρησιμοποιώντας καύσιμο τεμαχισμένο σε μικρά κομμάτια. Σε αυτήν την περίπτωση η τέφρα περιέχει λεπτόκοκκα σωματίδια, τα οποία παρασύρονται από τα καυσαέρια. Η ροή του αέρα πρέπει να είναι ελεγχόμενη. Μικρή ποσότητα οξυγόνου οδηγεί σε ατελή καύση και παραγωγή CO, ενώ μεγάλη περίσσεια αέρα είναι ενεργοβόρα, δεδομένου ότι μεταφέρει τη θερμότητα στο ρεύμα καυσαερίων. Το μέγεθος των τεμαχιδίων επηρεάζει άμεσα το χρόνο παραμονής τους στο θάλαμο καύσης. Για ορισμένα καύσιμα όπως ο άνθρακας, υπάρχει η δυνατότητα εκτίμησης του εύρους που κυμαίνονται τα σωματίδια, αλλά για τα αστικά απορρίμματα και τα μη κατεργάσιμα προϊόντα δασικής βιομάζας είναι πολύ δύσκολη η εκτίμηση. Στην περίπτωση αυτή για να επιτευχθεί πλήρης καύση του οργανικού υλικού, απαιτούνται μεγαλύτεροι χρόνοι παραμονής. Η ποσότητα του αέρα που καταναλώνεται κατά τη διεργασία ποικίλλει ανάλογα με το ρυθμό τροφοδοσίας του καυσίμου αλλά και τη σύστασή του. Ο άνθρακας απαιτεί περίσσεια αέρα που δεν ξεπερνά το 25%, ενώ για την καύση αστικών απορριμμάτων η περίσσεια μπορεί να φτάσει το 200%. (Πηγή: Αρθούρος Ζερβός,

Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας) Η υπερβολικά μεγάλη ποσότητα αέρα στο θάλαμο καύσης έχει ως αποτέλεσμα τον περιορισμό του βαθμού απόδοσης της διεργασίας, ενώ σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να παρατηρηθούν και φαινόμενα αναστολής της καύσης, λόγω χαμηλότερης θερμοκρασίας από την απαιτούμενη στο θάλαμο καύσης. Η αξιοποίηση της βιομάζας σε μονάδες παραγωγής θερμότητας για τη θέρμανση θερμοκηπίων αποτελεί μία ενδιαφέρουσα και οικονομικά συμφέρουσα προοπτική για τους ιδιοκτήτες τους. Ήδη, στο 10% περίπου της συνολικής έκτασης των θερμαινόμενων θερμοκηπίων της χώρας, αξιοποιούνται διάφορα είδη βιομάζας. **Ένα παράδειγμα αυτού του είδους χρήσης της βιομάζας αποτελεί μία θερμοκηπιακή μονάδα έκτασης 2 στρεμμάτων, στο Νομό Σερρών, στην οποία καλλιεργούνται οπωροκηπευτικά. Σε αυτή τη μονάδα έχει εγκατασταθεί σύστημα παραγωγής θερμότητας, συνολικής θερμικής ισχύος 400.000 kcal/h, το οποίο χρησιμοποιεί ως καύσιμο άχυρο σιτηρών. Η ετήσια εξοικονόμηση συμβατικών καυσίμων που επιτυγχάνεται φθάνει τους 40 τόνους πετρελαίου.**

## 4. Γεωθερμία (χαμηλής ενθαλπίας)

### 4.1. Ορισμός

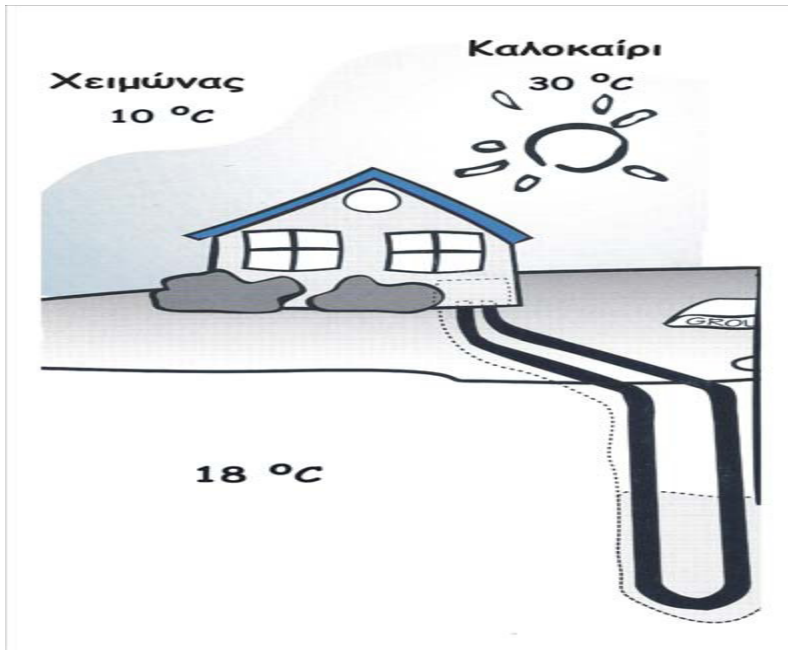
Γεωθερμία ονομάζεται η εκμετάλλευση της θερμοκρασίας των γεωλογικών σχηματισμών και των νερών επιφανειακών ή υπογείων.

Η γεωθερμική ενέργεια χαμηλής και μέσης ενθαλπίας βρίσκεται σε διεθνές επίπεδο πολλές εφαρμογές στη γεωργία, τη γεωργική βιομηχανία, την κτηνοτροφία –ιχθυοκαλλιέργεια και τη θέρμανση χώρων. Η τεχνολογία που απαιτείται για την εκμετάλλευση των γεωθερμικών ρευστών αυτής της κατηγορίας έχει αναπτυχθεί σε σημαντικό βαθμό και είναι ευρύτατα γνωστή. Συνιστάται κυρίως στη χρήση εναλλακτών θερμότητας ή σε μερικές περιπτώσεις, στην απευθείας χρήση των γεωθερμικών ρευστών.

### 4.2. Πλεονεκτήματα γεωθερμίας

- Η θερμοκρασία της γης παραμένει σταθερή ανεξαρτήτως των κλιματολογικών συνθηκών
- Το έδαφος αποτελεί μη κορεσμένο αποδέκτη
- Η θερμοκρασία του εδάφους είναι πολύ κοντά στην επιθυμητή θερμοκρασία κλιματισμού του χώρου. Επομένως, απαιτεί μικρή κατανάλωση της ηλεκτρικής ενέργειας.
- Το μέσο μεταφοράς του ενεργειακού φορτίου είναι η γεωθερμική αντλία θερμότητας
- Απαλλαγή από το πετρέλαιο θέρμανσης, φυσικό αέριο κ.α.
- Κατάργηση των κλιματιστικών & των κεντρικών μονάδων ψύξης

- Μέθοδος που οδηγεί στη μείωση ρύπων και άριστη περιβαλλοντική διαχείριση



#### 4.3. Προοπτικές γεωθερμίας

Η χώρα μας παρουσιάζει ένα αρκετά αξιόλογο δυναμικό γεωθερμικής ενέργειας χαμηλής ενθαλπίας. Με τις σημερινές γνώσεις μας από τα δεδομένα των γεωτρήσεων και από άλλες ενδείξεις στα γεωθερμικά πεδία, εκτιμάται ότι το βεβαιωμένο συνολικό δυναμικό της γεωθερμίας χαμηλής ενθαλπίας (με βάση την απόρριψη των νερών σε θερμοκρασίες περίπου 25 °C) ανέρχεται σε 700-800 MW<sub>th</sub>, περίπου.

Οι ορατές εκμεταλλεύσεις τη γεωθερμικής ενέργειας χαμηλής ενθαλπίας στην Ελλάδα σε χρήσεις μόνο θέρμανσης (όπως τηλεθέρμανση κτιρίων, θερμοκήπια, ξηραντήρια αγροτικών προϊόντων και ιχθυοκαλλιέργειες) μπορούν μέχρι το έτος 2000 να αγγίξουν τα 150 MW<sub>th</sub>, εγκατεστημένης

ισχύος, εξοικονομώντας 17.000 περίπου τόνους ισοδύναμου πετρελαίου (Τ Ι.Π.) το έτος.

Στην πράξη όμως σήμερα η εκμετάλλευση του γεωθερμικού δυναμικού χαμηλής ενθαλπίας στην χώρα μας είναι ασήμαντη έως μηδαμινή.

Σήμερα υπάρχουν εγκατεστημένα στην χώρα μας μόλις 200 στρ. γεωθερμικών θερμοκηπίων με εγκατεστημένη ισχύ περί τα 20 MWth που εξοικονομούν 2000Τ.Ι.Π. το έτος.

Αυτό συμβαίνει παρ' όλο που οι συνθήκες παραγωγής και εκμετάλλευσης των γεωθερμικών ρευστών είναι συμφέρουσες και παρ' όλο που τα γεωθερμικά πεδία συμπίπτουν γεωγραφικά με εύφορες πεδιάδες με μεγάλη γεωργική παραγωγή.

Η περιφερειακή θέρμανση οικισμών και πόλεων ευρίσκει εφαρμογή σε πολλές χώρες. Με την εφαρμογή τηλεθέρμανσης με γεωθερμική ενέργεια δύνανται να δημιουργηθούν ιδιαίτερα ευνοϊκές συνθήκες εκμετάλλευσης διότι η παραγωγή θερμικής ενέργειας εξασφαλίζεται από εγκαταστάσεις χαμηλού κόστους κατασκευής, συντηρήσεως και, κυρίως, λειτουργίας.

#### 4.4. Θέρμανση θερμοκηπίων

Οι χρήσεις και το μέγεθος των θερμοκηπιακών εγκαταστάσεων εξαρτάται από τη διαθέσιμη γεωθερμική ενέργεια, από τις κλιματολογικές συνθήκες, από τα υλικά κατασκευής των θερμοκηπίων και από το είδος της καλλιέργειας.

Μια πάρα πολύ κοινή περίπτωση, για τα δεδομένα του ελλαδικού χώρου είναι η θέρμανση γυάλινων θερμοκηπίων με ντομάτα και με

θερμαντικό μέσο γεωθερμικά ρευστά 40 – 55 °C . Στην περίπτωση αυτή απαιτούνται περί τις 150.000 kcal/h το στρέμμα για μία περίοδο θέρμανσης, κατά μέσο όρο, 1.250 ωρών (Load Factor 14%) διατηρώντας μία εσωτερική θερμοκρασία αέρα τουλάχιστον 14 °C .

Η ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας που επιτυγχάνεται στην περίπτωση αυτή είναι της τάξεως των 24 τόνων Ισοδύναμου Πετρελαίου το στρέμμα ή περί τα 2.400.000 δρχ./έτος το στρέμμα.

### **Παράδειγμα: Γεωθερμικό Θερμοκήπιο Σιδηροκάστρου Σερρών**

Το γεωθερμικό πεδίο της Θερμοπηγής Σιδηροκάστρου, του νομού Σερρών εκτείνεται 10 km βόρεια του Σιδηροκάστρου και η βεβαιωμένη έκταση του καταλαμβάνει 6 km<sup>2</sup> .Το βάθος του ταμιευτήρα κυμαίνεται από 30-400m με θερμοκρασιακό εύρος από 40-57oC, αλατότητα 800-2200 ppm TDS και με αυξημένη περιεκτικότητα σε CO<sub>2</sub>, Το πιθανό δυναμικό του πεδίου εκτιμάται σε 1000 m<sup>3</sup>/h έχοντας δυνατότητα παραγωγής 28 MWth (θερμοκρασία απόρριψης στους 250oC). Στην περιοχή υπάρχουν γεωθερμικά θερμοκήπια συνολικής εκτάσεως 17,5 στρεμμάτων με συνολική εγκατεστημένη ισχύ 6,64 MWth και η χαμηλής ενθαλπίας και οι περιοχές γεωθερμικού ενδιαφέροντος αντίστοιχα, επιτυγχανόμενη εξοικονόμηση ενέργειας είναι της τάξεως των 1180 ΤΙΠ/έτος. Από αυτά τα θερμοκήπια, αυτό που λειτουργεί, πλήρως, εκμεταλλεζόμενο όλες τις φυτεύσεις ανά έτος, είναι μια εγκατάσταση γεωθερμικού θερμοκηπίου εκτάσεως 415 στρεμμάτων Το υλικό κάλυψης του συγκεκριμένου θερμοκηπίου είναι γυαλί. Η εγκατεστημένη ισχύς του είναι 1,9 MWth και η ετήσια εξοικονόμηση 365,8 ΤΙΠ/ έτος.

Το γεωθερμικό πεδίο της Θερμοπηγής Σιδηροκάστρου έχει αρκετές δυνατότητες αξιοποίησης, κυρίως για θέρμανση θερμοκηπίων. Αν αξιοποιηθεί ορθολογικά όλο το βεβαιωμένο δυναμικό του πεδίου μπορεί να πολλαπλασιασθεί η έκταση των εγκατεστημένων θερμοκηπίων σε πενήντα στρέμματα τουλάχιστον.

### 5. Τεχνική Μελέτη

Η εκτίμηση απωλειών θερμότητας των θερμοκηπίων είναι αρκετά δύσκολη να γίνει καθώς δεν γνωρίζουμε τους τύπους των θερμοκηπίων που θα χρησιμοποιηθούν και άρα τις ενεργειακές τους απώλειες, άρα η μέθοδος που θα χρησιμοποιήσουμε θα είναι προσεγγιστική. Η μέθοδος που θα χρησιμοποιηθεί θα είναι μια μοντελοποίηση ενός θερμοκηπίου συνολικής έκτασης ενός στρέμματος. Είναι προφανές ότι η τελειότερη μέθοδος θα ήταν η λεπτομερής και με ακρίβεια καταγραφή όλων των θερμοκηπίων. Δεδομένης της δυσκολίας εφαρμογής της παραπάνω μεθόδου καθίσταται απαγορευτική η χρήση της στην παρούσα μελέτη. Αντί αυτής της μεθόδου γίνεται χρήση προσεγγιστικής μεθόδου που δίδει αποτελέσματα ικανοποιητικά. Φυσικά στους υπολογισμούς υπεισέρχεται και ο παράγοντας σφάλματος.

- Από πειραματικά μοντέλα οι ενεργειακές ανάγκες θερμοκηπίου καλύπτονται με εγκατεστημένη ισχύ 80 - 100 kWh/στρέμμα και συνολικά θα λειτουργεί για περίπου 2000 ώρες το χρόνο.
- Άρα θα χρειαστώ 180000 kWh/χρόνο



Η θέρμανση των θερμοκηπίων θα γίνει με σωλήνες ζεστού νερού οι οποίοι θα περνούν ανάμεσα από τα φυτά. Συστήματα τα οποία αποδίδουν το μεγαλύτερο μέρος της θερμότητας με συνδυασμό ακτινοβολίας και φυσικής συναγωγής. Περιλαμβάνονται τα συστήματα στα οποία η κατανομή θερμότητας στο χώρο γίνεται με σωλήνες ζεστού νερού. Η σχέση μεταξύ του ποσού της θερμότητας που αποδίδεται με ακτινοβολία και συναγωγή εξαρτάται από τη θερμοκρασία του ρευστού και τη διάμετρο του σωλήνα. **Στις συνήθεις περιπτώσεις ζεστού νερού 85°C, η αποδιδόμενη ενέργεια με συναγωγή είναι περίπου ίση με την ακτινοβολουμένη.**

Γνωρίζω ότι : Στα υγρά και τα αέρια η θερμότητα διαδίδεται με μεταφορά. Κατά την μεταφορά αυτή, ποσότητες υγρού ή αερίου θερμαίνονται και μεταφέρονται σε ψυχρότερη περιοχή, όπου και προκαλούν την θέρμανσή της. Μπορεί να υπάρξει διάδοση μεταξύ στερεού και υγρού ή αερίου σώματος. Η γενική σχέση είναι:  $Q=h \cdot A \cdot \Delta T$  όπου

- $h$  ο συντελεστής μεταφοράς ο οποίος εξαρτάται από το ρευστό και από την ταχύτητά του
- $A$  η επιφάνεια με την οποία το ρευστό βρίσκεται σε επαφή
- $\Delta T$  η διαφορά θερμοκρασιών ρευστού και επιφάνειας

Υποθέτω ότι η θερμοκρασία του νερού παραμένει σταθερή καθ' όλη τη διαδρομή της μέσα από το θερμοκήπιο, ( σε πραγματικές συνθήκες αυτό είναι εφικτό αν βάλλουμε μια αντλία πίεσης πριν το θερμοκήπιο

και έναν εναλλάκτη θερμότητας εφόσον έχουμε πτώση της θερμοκρασίας λόγω απόστασης από το λέβητα μέχρι το θερμοκήπιο).

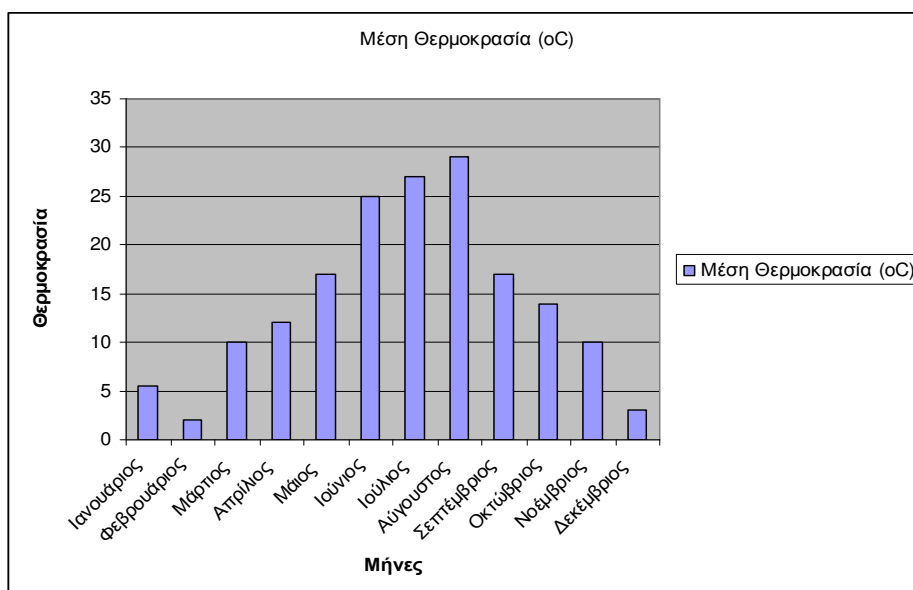
Πλακοειδής Εναλλάκτης



Για λόγους ευκολίας υποθέτω ότι το θερμοκήπιο έχει σχήμα ορθογωνίου με μήκος 100μ και πλάτος 10μ και διαθέτει 3 σειρές φυτών άρα 300 μέτρα σωλήνα.

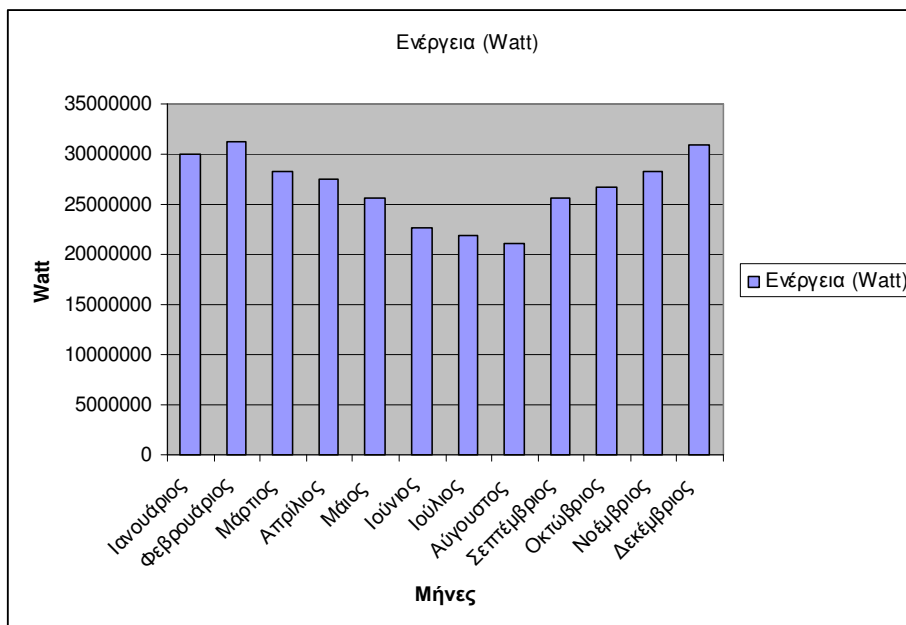
Για την ευρύτερη περιοχή της βορείου Ελλάδας στον παρακάτω πίνακα φαίνεται η μέση θερμοκρασία κάθε μήνα για όλο το χρόνο.

<b>Μήνες</b>	<b>Μέση Θερμοκρασία (οC)</b>
Ιανουάριος	5,5
Φεβρουάριος	2
Μάρτιος	10
Απρίλιος	12
Μάιος	17
Ιούνιος	25
Ιούλιος	27
Αύγουστος	29
Σεπτέμβριος	17
Οκτώβριος	14
Νοέμβριος	10
Δεκέμβριος	3

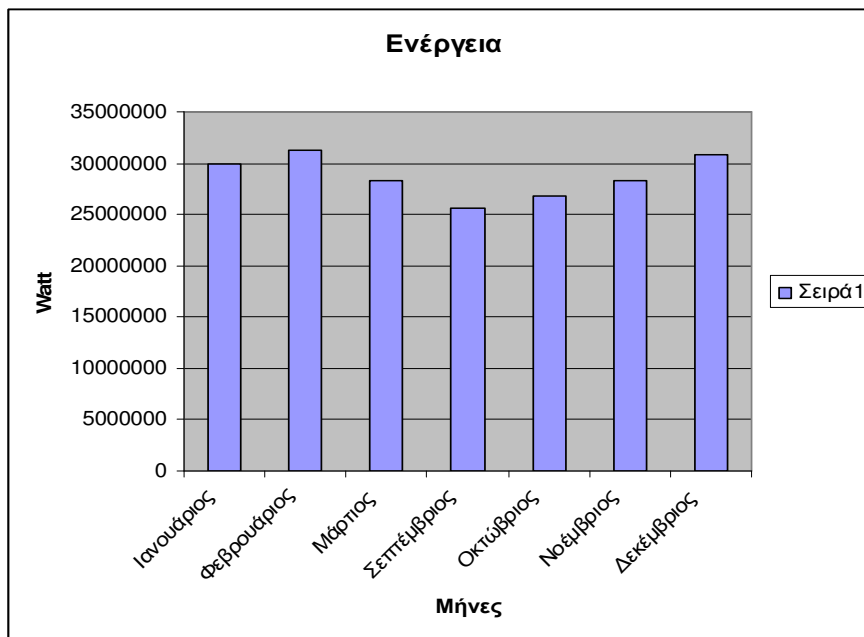


Μία μέση διάμετρο σωλήνα που χρησιμοποιείται τυπικά σε θέρμανση θερμοκηπίων είναι 20 cm με  $h = 1000 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ , και παίρνουμε τον παρακάτω πίνακα.

Μήνες	Μέση θερμοκρασία	Ενέργεια (Watt)
Ιανουάριος	5,5	29955600
Φεβρουάριος	2	31274400
Μάρτιος	10	28260000
Απρίλιος	12	27506400
Μάιος	17	25622400
Ιούνιος	25	22608000
Ιούλιος	27	21854400
Αύγουστος	29	21100800
Σεπτέμβριος	17	25622400
Οκτώβριος	14	26752800
Νοέμβριος	10	28260000
Δεκέμβριος	3	30897600
Σύνολο		319714800



Γίνεται κατανοητό όμως ότι δεν θα χρειαστούμε όλους τους μήνες την θέρμανση άρα θα έχουμε.



Με σύνολο 201022800 Watt = 201022.8 KW όπου είναι κοντά στο ζητούμενο μου από την υπόθεση.

Τα σημαντικότερα οφέλη στην τηλεθέρμανση είναι στη χρήση εναλλακτικών καυσίμων αντί του πετρελαίου για την θέρμανση του νερού. Στον παρακάτω πίνακα περιγράφεται αναλυτικά η ενεργειακές μας ανάγκες σε πετρέλαιο καθώς και το κόστος που θα έχει.

Πετρέλαιο
2.000 h x 90 kW
180.000 kWh
Απόδοση πετρελαίου 10 kWh/kg
= 18.000 kg πετρελαίου ή 21.400 l
x 1 €/l = 21.400 €

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω στα πλεονεκτήματα της τηλεθέρμανσης αρχικά θα έχουμε ένα έσοδο λόγο της συμπαραγωγής

θερμότητας αλλά και ηλεκτρικής ενέργειας η οποία θα πωλείται στην ΔΕΗ και θα καλύπτει ένα μεγάλο κομμάτι των εξόδων της εγκατάστασης. Από εκεί και πέρα η θέρμανση του νερού μπορεί να γίνει με την χρήση της βιομάζας που αναλύθηκε εκτενώς σε προηγούμενο κεφάλαιο.

Παρακάτω παρουσιάζεται ένας πίνακας με τα προϊόντα τα οποία παράγονται ως επί το πλείστον στη βόρεια Ελλάδα και τις ποσότητες της βιομάζας που αφήνουν αξιοποιήσιμες.

<b>Είδος καλλιέργειας</b>	<b>Παραγωγή υπολειμμάτων kg/στρέμμα</b>	<b>Υγρασία (%)</b>	<b>Θερμογόνος Ικανότητα ( MJ/Kg)</b>	<b>Θερμογόνος Ικανότητα με υγρασία</b>
Αμπέλια	497	0,45	17,05	7,6725
Αραβόσιτος	717	0,55	16,58	9,119
Κριθάρι	212	0,15	15,75	2,3625
Σιτάρι μαλακό	297	0,15	16,1	2,415
Σιτάρι σκληρό	282	0,15	16,1	2,415
Οπωρικά	588	0,4	16,58	6,632
Μέση Τιμή				

<b>Είδος Καλλιέργειας</b>	<b>Σύνολο(MJ)</b>
Αμπέλια	3813,2325
Αραβόσιτος	6538,323
Κριθάρι	500,85
Σιτάρι μαλακό	717,255
Σιτάρι σκληρό	681,03
Οπωρικά	3899,616
Μέση Τιμή	2691,71775

Από τον πίνακα βλέπουμε ότι από την καύση βιομάζας μπορούμε να έχουμε ένα σημαντικό όφελος. Πιο συγκεκριμένα από τη μέση τιμή αξιοποιήσιμη είναι περίπου το 50% άρα θα έχουμε 1345,8 MJ ενέργειας. Όπου αυτά ισούνται με 378,8 kwh. Δηλαδή μόνο από το χωράφι που θα θερμαίνουμε μπορούμε να εξασφαλίσουμε μια ποσότητα βιομάζας που θα μας εξοικονομεί το χρόνο 45 ευρώ. Αν πολλαπλασιάσουμε τώρα πόσα στρέμματα έχουμε διαθέσιμα από τα οποία μπορούμε να πάρουμε βιομάζα τα χρήματα που θα εξοικονομούμε από τη μη χρήση πετρελαίου θα ανέβουν γρήγορα.

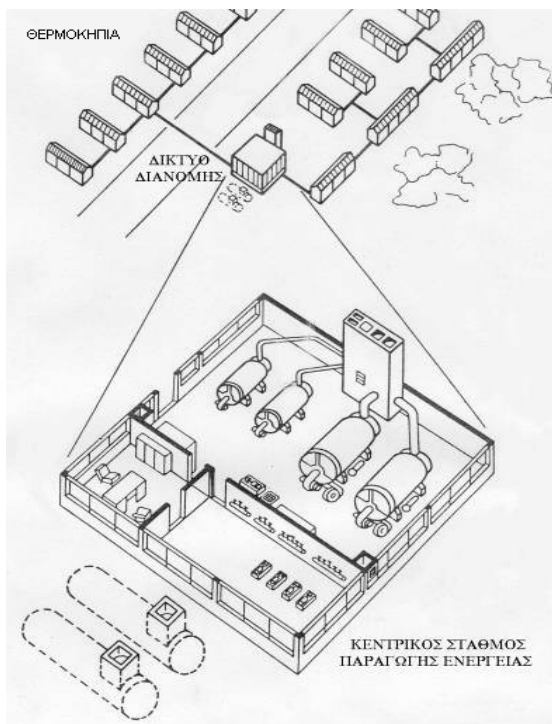
## *6. Συμπεράσματα.*

Στην συγκεκριμένη περίπτωση, η δικιά μας η εγκατάσταση θα είναι σαφώς πιο εύκολη και με μεγαλύτερη απόδοση. Αυτό διότι θα λειτουργεί ουσιαστικά σαν «καλοριφέρ» στο θερμοκήπιο, αφού δεν θα μπαίνει καινούργιο νερό στο σύστημα. Άρα δεν θα έχουμε απώλειες θερμότητας λόγω καινούργιας εισόδου νερού στο σύστημα. Από εκεί και πέρα, όπως αναφέρθηκε και στο προηγούμενο κεφάλαιο αναλυτικά, η εγκατάσταση της τηλεθέρμανσης στο θερμοκήπιο θα είναι παρόμοια και μπορούμε να τη δούμε καλύτερα στο παρακάτω σχήμα.

Από την απόσταση την οποία θα πρέπει να διανύσει το νερό μέσα στους σωλήνες γίνεται κατανοητό αν θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε εναλλάκτες θερμότητας ή και αντλίες πίεσης. Αν η απόσταση είναι πολύ μεγάλη μπορούμε να τοποθετήσουμε εναλλάκτες πριν από κάποια θερμοκήπια. Από εκεί και πέρα υπάρχουν και άλλοι τρόποι για να ελέγξουμε την θερμοκρασία στο σωλήνα μειώνοντας την διατομή του και αυξάνοντας την πίεση του ρευστού ή βάζοντας μια αντλία πίεσης.

Στην εγκατάστασή μας είναι αναγκαίο να υπάρχει και άλλος ένας λέβητας ο οποίος να καταναλώνει φυσικό αέριο ή πετρέλαιο για τον πολύ απλό λόγο, ότι η βιομάζα ενδέχεται να μην είναι διαθέσιμη όλο το χρόνο. Έτσι, τους μήνες που η βιομάζα δεν θα είναι διαθέσιμη θα καταναλώνουμε καύσιμα.

Όμως, επειδή στο εργοστάσιο θα γίνεται παραγωγή και ηλεκτρική ενέργειας από τις θερμικές απώλειες που θα έχουμε θα μπορούμε να εξασφαλίζουμε κατά τη διάρκεια του χρόνου και χρηματικά κέρδη.





Σύμφωνα με τα διάφορα σενάρια, τα αποθέματα των συμβατικών πηγών ενέργειας (πετρελαίου, άνθρακα κ.α.) πλησιάζουν στην εξάντλησή τους, ενώ και οι διαθέσιμες ποσότητες των πυρηνικών καυσίμων είναι οπωσδήποτε περιορισμένες, πέραν του ότι η χρήση τους εγκυμονεί τεράστιους κινδύνους. Στο ενδιάμεσο διάστημα, μέχρι δηλαδή να εξαντληθούν τα γνωστά αποθέματα καυσίμων υλών, προβλέπεται ο διπλασιασμός των κατοίκων του πλανήτη και ο πολλαπλασιασμός των ενεργειακών τους αναγκών. Τα κοιτάσματα ορυκτών καυσίμων, στερεών, υγρών και αέριων, που προήλθαν από το φυτικό κόσμο, ο οποίος χρειάστηκε πολλές χιλιετίες για να δημιουργηθεί με τη φωτοσύνθεση, εξορύσσονται με ξέφρενους ρυθμούς και καίγονται. Το αποτέλεσμα είναι, μέσα σε διάστημα δύο μόνο αιώνων, να κοντεύει να εξαντληθεί το προϊόν του μακροχρόνιου έργου της φύσης, καθώς επίσης να έχει ήδη επιβαρυνθεί σοβαρά το περιβάλλον. Το τελευταίο αυτό γεγονός εγκυμονεί τεράστιους οικολογικούς κινδύνους για τον πλανήτη (φαινόμενο θερμοκηπίου, όξινη βροχή κ.λ.π.). Επιδίωξη της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Ε.Ε.) είναι οι εκπομπές CO<sub>2</sub> των χωρών μελών της να σταθεροποιηθούν, με περαιτέρω στόχο τη μείωσή τους το συντομότερο δυνατό. Υπήρχαν δε σχέδια για την επιβολή φορολογίας CO<sub>2</sub> τα οποία σιγά – σιγά αρχίζουν και εφαρμόζονται, η οποία θα είναι ανάλογη των εκπομπών ρύπων που προκαλεί η κατανάλωση ενέργειας από το βιομηχανικό τομέα. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, οι οποίες δεν εμφανίζουν τον κίνδυνο εξάντλησής τους και είναι φιλικές προς το περιβάλλον, προβάλουν σήμερα ως η μόνη ελπίδα, η οποία διαγράφεται στο ζοφερό ενεργειακό

και περιβαλλοντικό ορίζοντα του πλανήτη.Αξιίζει επίσης να αναφερθεί ότι, η συμφωνία της GATT και η από αυτήν απορρέουσα νέα Κοινή Αγροτική Πολιτική (Κ.Α.Π.) της Ε.Ε. θα δημιουργήσουν σοβαρότατα προβλήματα διάθεσης των αγροτικών προϊόντων που προορίζονται για διατροφή και παραγωγή βιομηχανικών πρώτων υλών. Σύμφωνα με τις προβλέψεις, 150 εκατομμύρια στρέμματα γόνιμων και άλλα τόσα στρέμματα περιθωριακών εκτάσεων είναι πιθανό να περιέλθουν σε αγρανάπαυση, εκτός εάν οι εκτάσεις αυτές χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή ενέργειας. Για το λόγο αυτό, η Ε.Ε. δαπανά τεράστια ποσά στην έρευνα για την αξιοποίηση της βιομάζας και την ανάπτυξη των βιοκαυσίμων στις περιθωριοποιούμενες εκτάσεις.

## *7. Επίλογος*

Στις αρχές του αιώνα που διανύουμε κανείς δεν μπορούσε να αντιληφθεί το μέγεθος των περιβαλλοντικών προβλημάτων, των κλιματικών μεταβολών και των διαταραχών στις ισορροπίες των οικοσυστημάτων του πλανήτη μας, αποτέλεσμα της υπερεκμετάλλευσης και εξάντλησης των φυσικών πόρων χωρίς κανένα μέτρο, με μοναδικό κριτήριο την τεχνολογική πρόοδο και την - άμεσα συνδεδεμένη με την αύξηση της κατανάλωσης - άνοδο του βιοτικού επιπέδου των λαών.

*«Όπου καπνίζουν πολλές καμινάδες υπάρχει ευημερία», έλεγαν τότε οι πολιτικοί, οι βιομήχανοι αλλά και οι επιστήμονες. «Τι θα γίνει με τα απόβλητα και τους ρύπους;» ρωτούσαν κάποιοι που έβλεπαν λίγο μακρύτερα...*

*«Στους απείρου χωρητικότητας αποδέκτες» ήταν η απάντηση, εννοώντας το έδαφος για τα απορρίμματα, τους ποταμούς, λίμνες και θάλασσες για τα λύματα και τα υγρά απόβλητα και τον ατμοσφαιρικό αέρα για τους αέριους ρύπους των καμινάδων.*

Με το πέρασμα των χρόνων και την συνεχόμενη αύξηση της παραγωγής και των απαιτήσεων διαβίωσης του πληθυσμού των ανεπτυγμένων κρατών ο ρυθμός επιβάρυνσης από την ανθρώπινη δραστηριότητα ξεπέρασε κατά πολύ τις φυσικές δυνατότητες του πλανήτη μας για την εξουδετέρωση της οποιασδήποτε περιβαλλοντικής όχλησης. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία τάσεων που δεν επιτρέπουν την επάνοδο των οικοσυστημάτων του πλανήτη στην φυσική τους ισορροπία.

Η ενέργεια, σε όλες της τις μορφές (άνθρακας, πετρέλαιο, φυσικό αέριο, πυρηνική) και σε όλες της τις φάσεις (παραγωγή, μεταφορά, τελική χρήση, απόρριψη) αποτελεί σημαντική πηγή περιβαλλοντικής υποβάθμισης. Το 90% των ανθρωπογενών εκπομπών SO<sub>2</sub> και NO<sub>x</sub>, καθώς και το 75-90% των ανθρωπογενών εκπομπών CO<sub>2</sub>, προέρχεται από την παραγωγή και χρήση της ενέργειας.

Το μήνυμα, λοιπόν, είναι σαφές: Εάν θέλουμε να περιοριστούν τα σοβαρά αυτά περιβαλλοντικά προβλήματα θα πρέπει να αντιμετωπίσουμε αποτελεσματικά τα ενεργειακά προβλήματα που σχετίζονται με αυτά.

Τα περιβαλλοντικά προβλήματα είναι στις μέρες μας ουσιαστικοί παράγοντες που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά τη χάραξη της ενεργειακής πολιτικής των κρατών. Ενώ παλαιότερα η βασική παράμετρος λήψης των αποφάσεων ήταν η ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού, σήμερα θα πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη και η περιβαλλοντική υποβάθμιση, η οποία, μάλιστα, είναι 'υπερσυνοριακού' χαρακτήρα. Τα προβλήματα αυτά, που εντείνονται περισσότερο με το πέρασμα των χρόνων, δεν άφησαν αδιάφορη τη διεθνή κοινότητα, ή τουλάχιστον ένα μέρος της (περιβαλλοντικές οργανώσεις, ελάχιστες ευαισθητοποιημένες κυβερνήσεις).

Για την αύξηση των εκπομπών CO<sub>2</sub> η διεθνής κοινότητα συμφώνησε (διάσκεψη του Ρίο - 1992, διάσκεψη του Κιότο - 1997, διάσκεψη της Χάγης - 2000) ότι αποτελεί επιτακτική ανάγκη η παγκόσμια αντίδραση στη διαφαινόμενη, εξαιτίας της αύξησης αυτής, κλιματική μεταβολή. Υπήρξαν βέβαια ισχυρές αντιδράσεις ορισμένων ανεπτυγμένων βιομηχανικά κρατών (π.χ. Η.Π.Α., Ιαπωνία), με αποτέλεσμα να μην αναληφθούν οι αναμενόμενες δεσμεύσεις, εκτός από εξαιρέσεις, όπως αυτή της Ε.Ε., η οποία έχει θέσει στόχους.

Οι τηλεθερμάνσεις αποτελούν πλέον αξιόπιστα και βιώσιμα συστήματα κοινωφελούς χαρακτήρα.

Η επιτακτική ανάγκη για την ορθολογικότερη διαχείριση των ενεργειακών πόρων, προκειμένου να μειωθούν οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την παραγωγή και χρήση της ενέργειας, ικανοποιείται με τον καλύτερο τρόπο, συνδυάζοντας δίκτυα τηλεθέρμανσης με μονάδες συμπαραγωγής ή με απλές εγκαταστάσεις αξιοποίησης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Το υψηλό αρχικό επενδυτικό κόστος αντισταθμίζεται από τα οφέλη που προκύπτουν, συνολικά.

Σε κάθε περίπτωση δεν θα πρέπει ένα έργο συμπαραγωγής και τηλεθέρμανσης να θεωρείται η τέλεια λύση του ενεργειακού προβλήματος. Θα πρέπει κάθε φορά να εξετάζονται προσεκτικά όλα τα στοιχεία που επιδρούν στο οικονομικό και κοινωνικό αποτέλεσμα, ώστε να προκύπτουν ασφαλή συμπεράσματα για τη σκοπιμότητα και βιωσιμότητα του έργου.

Τα όργανα προγραμματισμού των φορέων όλων των βαθμών της Τοπικής Αυτοδιοίκησης θα πρέπει, στα πλαίσια της Ευρωπαϊκής Πολιτικής για τη διαχείριση της ενέργειας και της προστασίας του περιβάλλοντος, να διερευνήσουν τη δυνατότητα ανάπτυξης και να προωθήσουν την υλοποίηση έργων διαχείρισης τοπικών ενεργειακών πόρων – συμπαραγωγής και τηλεθέρμανσης στις περιοχές ευθύνης τους.

Με τον τρόπο αυτό θα συμβάλλουν, με τη βοήθεια των τεχνολογιών αυτών, στην επίτευξη των στόχων για τη βελτίωση του περιβάλλοντος και την ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. ASHRAE (1996), Handbook, American Society of Heating Refrigerating and Air- Conditioning Engineers, Inc., Atlanta, USA, Chapter 11-District heating
2. Βασιλάκος Ν. (2008), «Το νέο κοινοτικό θεσμικό πλαίσιο για τις ΑΠΕ και οι πιέσεις του στον ελληνικό ενεργειακό τομέα», ENERGY point
3. Βασιλόπουλος Γ., Ζαβάκος Γ., Ζέρβα Γ., Κωστάρα Ε., Λυριντζής Γ., Μπόσκος Λ., Πατέρας Δ., Σάμιος Γ., Σκαρβέλης Μ., Τσοπούρογλου Σ.,(2000), «Αξιοποίηση Βιομάζας στην Ελλάδα », ΕΘΙΑΓΕ
4. Bridgwater, Toft, Bramme, (2002), «A techno-economic comparison of power production by biomass fast pyrolysis with gasification and combustion», Bioenergy Research Group, Aston University, Birmingham, UK
6. Committee on District Heating and Cooling, (1985), «District Heating and Cooling in the United States: Prospects and Issues», The National Academies Press
7. Community Energy Systems, (2001) «District energy in Montpelier-Vermont, Concepts&Revue», CANMET, Natural Resources Canada
8. Ε.Σ.Υ.Ε, Πίνακες Ποσοτήτων Γεωργικών Καλλιεργειών

10. Ζερβός Α. (2004), «Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας», ΕΜΠ
11. Κοκκινίδης Γ., (1989), «Η βιομάζα των δασών της Ελλάδος», ΚΑΠΕ
13. Kauto N., Jager-Waldan A., Renewable Energy Snapshots 2007, (2007), European Commission, Joint Research Center
13. Μπεργελές Γ., (2003), «Πηγές διασπορά και έλεγχος ατμοσφαιρικής ρύπανσης», ΕΜΠ
14. Makela T.,(2006), «Energy Audit of District Heating System in Kaunas,Lithuania», Enprima Ltd
16. Παπαματθαίου Α., ΕΜΕCO-Σύμβουλοι Μηχανικοί, Τηλεθέρμανση Μεγαλόπολης, «Οι εφαρμογές τηλεθέρμανσης και συμπαραγωγής στην Ελλάδα και η βέλτιστη αξιοποίηση των εγχώριων ενεργειακών πόρων», Ημερίδα ΚΤΕΣΚ-ΚΑΠΕ-ΟΠΕΤ

## ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ

1. [www.aboutbioenergy.info](http://www.aboutbioenergy.info)
2. [www.ieabcc.nl/overview/largescale.html](http://www.ieabcc.nl/overview/largescale.html)
3. [www.eubia.org](http://www.eubia.org)
4. [www.4m.gr/support/webhelpapol/methodgen.htm](http://www.4m.gr/support/webhelpapol/methodgen.htm)
5. [www.energytraining4europe.org/](http://www.energytraining4europe.org/)
6. [www.ncp.fi/koulutusohjelmat/metsa/WoodEnergyEcology/GreenhouseEffect.htm](http://www.ncp.fi/koulutusohjelmat/metsa/WoodEnergyEcology/GreenhouseEffect.htm)
7. <http://www.ncp.fi/koulutusohjelmat/metsa/WoodEnergyEcology/emissions.htm>
8. <http://www.energy.rochester.edu/dh/>
9. <http://www.sei.ie/uploadedfiles/RenewableEnergy/emissionsdata.pdf>
10. <http://www.helsinginenergia.fi/en/heat/heating.html>
11. [http://www.cres.gr/energy-saving/images/pdf/biomass\\_guide.pdf](http://www.cres.gr/energy-saving/images/pdf/biomass_guide.pdf)
12. <http://www.dbdh.dk/>
13. [www.mawera.com](http://www.mawera.com)
14. [www.woodenergyltd.co.uk](http://www.woodenergyltd.co.uk)
15. [www.danstoker.dk](http://www.danstoker.dk)
16. [www.kohlbach.at](http://www.kohlbach.at)