

## 29<sup>η</sup> Ενότητα:

# Οι «Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας» ΑΠΕ VI. Έμμεση Χρήση της Ηλιακής Ενέργειας: Βιομάζα. Στερεά, Υγρά (Βιοαιθανόλη, Φυτικά Έλαια) και Αέρια Βιοκαύσιμα.

### Εισαγωγή

Στις τελευταίες 5 Ενότητες ασχοληθήκαμε αποκλειστικά με το πολύ σημαντικό Κεφάλαιο των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, τις οποίες ονομάζουμε χάριν συντομίας ΑΠΕ.

Τις ΑΠΕ τις έχουμε χωρίσει ανάλογα με την πηγή από την οποία προέρχονται σε τρεις κατηγορίες (βλέπε και Πίνακα 19, σελ. 236 ):

- ΑΠΕ με βάση τον Ήλιο.
- ΑΠΕ με βάση το εσωτερικό της Γης.
- ΑΠΕ με βάση την Σελήνη.

Οι ΑΠΕ τις οποίες έχουμε περιγράψει μέχρι τώρα είναι οι εξής (βλέπε Πίνακα 19, σελ. 236 ):

- Η παθητική χρήση της άμεσης ηλιακής ενέργειας για τη θέρμανση και τον φωτισμό των κτηρίων, η οποία περιγράφεται από την βιοκλιματική αρχιτεκτονική (βλέπε 25<sup>η</sup> Ενότητα, σελ. 238).
- Η ενεργητική χρήση της άμεσης ηλιακής ενέργειας για την παραγωγή θερμότητας χαμηλής θερμοκρασίας (ηλιακός θερμοσίφωνας), βλέπε 26<sup>η</sup> Ενότητα, σελ. 242
- Η ενεργητική χρήση της άμεσης ηλιακής ενέργειας για την συμβατική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (ηλιακοί συγκεντρωτές):
  - .....  
ε σχήμα παραβολικού πιάτου (βλέπε 26<sup>η</sup> Ενότητα, σελ. 247).
  - .....  
ε σχήμα παραβολικού αυλακιού (βλέπε 27<sup>η</sup> Ενότητα, σελ. 251).
  - .....  
ε σχήμα παραβολικού αυλακιού αποτελούμενου από πολλά επίπεδα κάτοπτρα, δηλαδή Fresnel-συλλέκτης, (βλέπε 27<sup>η</sup> Ενότητα, σελ. 253) .
  - .....  
ε κεντρικό δέκτη επάνω σε πύργο (βλέπε 27<sup>η</sup> Ενότητα, σελ. 253).
- Η ενεργητική χρήση της άμεσης ηλιακής ενέργειας για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας απ' ευθείας από την ηλιακή ενέργεια (φωτοβολταϊκά), βλέπε 27<sup>η</sup> Ενότητα, σελ. 256 .
- Έμμεση χρήση της ηλιακής ενέργειας. Ενέργεια του νερού (βλέπε 28<sup>η</sup> Ενότητα, σελ. 262).
- Έμμεση χρήση της ηλιακής ενέργειας. Αιολική ενέργεια (ανεμογεννήτριες), βλέπε 28<sup>η</sup> Ενότητα, σελ. 264.

Σήμερα θα ασχοληθούμε με μία επί πλέον έμμεση χρήση της ηλιακής ενέργειας, δηλαδή με τη βιομάζα.

### Βιομάζα

Η επόμενη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, που προέρχεται έμμεσα από την ηλιακή ακτινοβολία, δηλαδή από δευτερεύοντα αποτελέσματα της ηλιακής ακτινοβολίας είναι η βιομάζα (βλέπε και Πίνακα 19, σελ. 236). Η βιομάζα χωρίζεται στη **φυτική** και στη **ζωική βιομάζα**.

Καταρχάς θα ασχοληθούμε με τη φυτική βιομάζα, που προκύπτει από την ηλιακή ακτινοβολία ως εξής: Με τη λεγόμενη **φωτοσύνθεση** τα ζωντανά φυτά υπό την επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας, δηλαδή κατά τη διάρκεια της ημέρας, παίρνουν το αέριο διοξείδιο του άνθρακα που υπάρχει στην ατμόσφαιρα, και το μετατρέπουν σε ενώσεις του στοιχείου άνθρακα (δηλαδή σε οργανικές ενώσεις), που είναι πλούσιες σε ενέργεια, όπως π.χ. υδατάνθρακες (ζάχαρα, άμυλο, κυτταρίνη, λιγκνίνη κ.λπ.) αλλά και λίπη, πρωτεΐνες κ.λπ. Συγχρόνως ελευθερώνεται οξυγόνο στην ατμόσφαιρα. Το σύνολο των οργανικών αυτών ενώσεων, δηλαδή όλη η μάζα των φυτών, ονομάζεται και φυτική βιομάζα. Επειδή, όπως αναφέραμε, όλη η φυτική βιομάζα είναι πλούσια σε ενέργεια, μπορεί είτε η ίδια η φυτική βιομάζα είτε τα παράγωγά της να χρησιμοποιηθούν ελευθερώνοντας την ενέργειά τους.

Στο παράδειγμα της φυτικής βιομάζας γίνεται εύκολα κατανοητή μία πολύ σημαντική ιδιότητα της: Κατά την καύση της βιομάζας δημιουργείται το αέριο διοξείδιο του άνθρακα, αφού όπως έχουμε εξηγήσει περισσότερες φορές (βλέπε 3<sup>η</sup> Ενότητα, σελ. 23), σκοπός της καύσης είναι η δημιουργία θερμότητας, που επιτυγχάνεται από την καύση κυρίως του άνθρακα σε διοξείδιο του άνθρακα. Η μάζα όμως του διοξειδίου του άνθρακα που ελευθερώνεται κατά την καύση της βιομάζας, είναι ίση με τη μάζα του διοξειδίου του άνθρακα, που δέσμευσε η βιομάζα κατά τη δημιουργία της με τη φωτοσύνθεση από την ατμόσφαιρα. Έτσι, καύση της βιομάζας σημαίνει κατανάλωση ενέργειας για τις ανάγκες του ανθρώπου, σε τελική ανάλυση συνολικά χωρίς την εκπομπή διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα. Αυτό βέβαια είναι πολύ σημαντικό για την αντιμετώπιση του επιβλαβούς «Ανθρωπογενούς Φαινομένου του Θερμοκηπίου» (βλέπε 6<sup>η</sup> Ενότητα, σελ. 51). Βέβαια τα προηγούμενα ισχύουν για την περίπτωση που τη φυτική βιομάζα την δημιουργήσαμε για να την κάψουμε. Διότι, αν τη βιομάζα δεν την καίγαμε, θα είχαμε απομακρύνει από την ατμόσφαιρα το διοξείδιο του άνθρακα που χρειάστηκε για τη δημιουργία της.

Ένας ορισμός της βιομάζας γενικά θα μπορούσε να ήταν ο εξής: Βιομάζα είναι το σύνολο της ύλης που έχει βιολογική προέλευση και περιλαμβάνει οτιδήποτε προέρχεται άμεσα ή έμμεσα από το φυτικό ή ζωικό κόσμο. Παραδείγματα βιομάζας είναι επομένως φυτικές ύλες από φυσικά οικοσυστήματα (π.χ. δάση, αγροί με αυτοφυή χόρτα κ.λπ.), ή από φυτείες, που όπως θα εξηγήσουμε στη συνέχεια, καλλιεργούνται αποκλειστικά για την παραγωγή ενέργειας, ή τα υποπροϊόντα και κατάλοιπα της δασικής, αγροτικής (γεωργία και κτηνοτροφία) και αλιευτικής παραγωγής. Στη βιομάζα ανήκει όμως και αυτό το μέρος των αστικών, βιοτεχνικών και βιομηχανικών λυμάτων και απορριμμάτων, που έχουν βιολογική προέλευση. Τα επί μέρους είδη της βιομάζας θα τα αναφέρουμε στα επόμενα Κεφάλαια, όταν θα περιγράψουμε πώς προκύπτουν τα διάφορα βιοκαύσιμα.

Η βιομάζα έχει σαν πηγή ενέργειας ένα σημαντικό πλεονέκτημα συγκριτικά με όλες τις άλλες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, που περιγράψαμε μέχρι τώρα και βασίζονται στην άμεση ή έμμεση χρήση της ηλιακής ενέργειας (βλέπε Πίνακα 19, σελ.236 ). Όλες αυτές οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας που βασίζονται στην ηλιακή ενέργεια είναι στη διάθεση του ανθρώπου είτε μόνο σε ειδικά μέρη (π.χ. σε χώρες με μεγάλη ηλιοφάνεια) είτε μόνο σε ορισμένο χρόνο (π.χ. ηλιακή ενέργεια μόνο κατά τη διάρκεια της ημέρας, ενέργεια του ανέμου μόνο όταν η ταχύτητά του είναι μεγαλύτερη μίας ορισμένης τιμής (π.χ. 3 μέτρων ανά δευτερόλεπτο), υδραυλική ενέργεια στις περισσότερες περιπτώσεις μόνο όταν έχουμε βροχοπτώσεις). Αντίθετα η βιομάζα ως πηγή ενέργειας υπάρχει παντού και, αν ακόμη δεν υπάρχει, μπορεί να μεταφερθεί παντού και κυρίως μπορεί να αποθηκευτεί, ώστε να χρησιμοποιηθεί όποτε χρειαστεί. Όπως θα αναφέρουμε αργότερα, για όλες τις ΑΠΕ που έχουμε

περιγράφει μέχρι τώρα ισχύει, ότι ένα μεγάλο μειονέκτημά τους είναι, ότι η ενέργεια που προκύπτει από αυτές, πολύ δύσκολα (ή και καθόλου) αποθηκεύονται.

Απ' όλα αυτά τα είδη της βιομάζας, που προαναφέραμε, μπορούν να προκύψουν στερεά, υγρά και αέρια καύσιμα, τα οποία θα περιγράψουμε στη συνέχεια.

### **α) Στερεά Βιοκαύσιμα**

Το σημαντικότερο στερεό βιοκαύσιμο είναι το **ξύλο**, το οποίο έχει με απόσταση τη μεγαλύτερη συμβολή στην καύση της βιομάζας. Με την ανακάλυψη της φωτιάς άρχισε η χρήση του ξύλου σαν καύσιμο για θέρμανση, μαγείρεμα και στη μεταλλουργία. Με την καύση του ξύλου ο άνθρωπος σήμερα καλύπτει παγκοσμίως 7-10% των ενεργειακών αναγκών του. Με την έννοια ξύλο εννοούμε και τα υπολείμματα ξύλου από την υλοτόμηση και τη βιομηχανία παραγωγής ξύλου, παραπροϊόντα της γεωργίας όπως π.χ. άχυρο από δημητριακά και ρύζι, φυτά καλαμποκιού και ηλιοτροπίου κ.λπ.

Τα στερεά βιοκαύσιμα π.χ. τα ξύλα τα χρησιμοποιούμε για να παράγουμε θερμότητα σε περισσότερες περιπτώσεις όπως π.χ. σε μικρές εγκαταστάσεις, δηλαδή σε σόμπες, τζάκια και κεντρικές θερμάνσεις για ένα μεμονωμένο κτήριο. Σε χώρες όμως, όπου έχουν δοθεί κίνητρα από το κράτος για τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και ειδικά της βιομάζας, όπως π.χ. η Γερμανία, μεγάλη άνθηση έχει γνωρίσει η θέρμανση με στερεό καύσιμο τα πέλλετς (Pellets) ξύλου. Αυτά είναι συσσωματώματα ή συμπυκνώματα ξύλου, δηλαδή ομοιόμορφα μικρά κομμάτια ξύλου, που προέρχονται από τη συμπίεση ακόμη μικρότερων κομματιών ξύλου, που είναι υπόλοιπα από την κατεργασία ξύλου, όπως πριόνισμα, πλάνισμα κ.λπ. Τα πέλλετς ξύλου μπορούν να μεταφερθούν είτε όπως το πετρέλαιο σε βυτία είτε σε σακιά. Ο δε χώρος αποθήκευσης των πέλλετς είναι ελάχιστα μεγαλύτερος από το χώρο αποθήκευσης του πετρελαίου, όπου βέβαια, για να έχει έννοια μία τέτοια σύγκριση, προϋποθέτουμε, ότι το περιεχόμενο των δύο χώρων αποθήκευσης έχουν την ίδια θερμογόνο δύναμη. Τα πέλλετς καταλήγουν στο θάλαμο καύσης είτε με τη βοήθεια κοχλιωτών μεταφορέων είτε με πνευμονική αναρρόφηση.

Η παραγωγή θερμότητας από στερεά βιοκαύσιμα δεν περιορίζεται όμως μόνο σε μικρές εγκαταστάσεις. Βιομάζα σαν καύσιμο μπορεί να χρησιμοποιηθεί και στην περίπτωση της λεγόμενης **τηλεθέρμανσης**. Με την έννοια τηλεθέρμανση εννοούμε μία κεντρική εγκατάσταση παραγωγής θερμότητας, η οποία εγκατάσταση τροφοδοτεί με θερμότητα ένα δίκτυο συνήθως θέρμανσης κτηρίων, αλλά όχι μόνο, που βρίσκονται σε κοντινές ή και απομακρυσμένες από την εγκατάσταση περιοχές. Στην Αυστρία π.χ., που έχει παράδοση στην καύση βιομάζας, λειτουργούν περισσότερες εκατοντάδες τέτοιων εγκαταστάσεων τηλεθέρμανσης.

Επίσης σε χώρες, όπου έχουν δοθεί κίνητρα από το κράτος για τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και ειδικά της βιομάζας, όπως π.χ. η Γερμανία, υπάρχει μεγάλο ενδιαφέρον για την παραγωγή **ηλεκτρικής ενέργειας** με βάση τη βιομάζα. Έτσι, στη Γερμανία λειτουργούν περισσότερα από 120 εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με βάση τη βιομάζα. Η λειτουργία ενός εργοστασίου παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με βάση το ακριβό νέο ξύλο δεν συνηθίζεται, διότι είναι ακριβότερο από τα συμβατικά καύσιμα. Εργοστάσια λοιπόν παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με βάση τη βιομάζα λειτουργούν αποκλειστικά με βάση το φτηνό χρησιμοποιημένο παλαιό ξύλο (π.χ. παλαιά έπιπλα που δε χρησιμοποιούνται πια, ξύλινες κατασκευές από κατεδάφιση κτηρίων κ.λπ.). Όταν ένα τέτοιο εργοστάσιο είναι νέο, χρησιμοποιούνται και άλλες τεχνολογίες, προκειμένου να αυξηθεί ο βαθμός αποδόσεώς των. Τρία τέτοια παραδείγματα τεχνολογιών που

μπορούν να εφαρμοστούν, είτε μόνες τους, είτε σε συνδυασμό, είτε και όλες μαζί, είναι τα εξής:

1. Σε μία μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με ισχύ μικρότερη του 1 Μεγαβάτ (MW) ο βαθμός αποδόσεως με ένα ατμοστρόβιλο είναι μικρός. Γι' αυτό ενδείκνυται ο ατμός που παράγεται από την καύση της βιομάζας να μην οδηγείται σε ένα ατμοστρόβιλο, αλλά σε έναν Stirlingmotor (μία μηχανή Στέρλινγκ) που έχει μεγαλύτερο βαθμό αποδόσεως.
2. Όπως εξηγήσαμε περισσότερες φορές όπως π.χ. και στην 26<sup>η</sup> Ενότητα, σελ. 246 (βλέπε και Σχήμα 19, σελ. 247), ο τρόπος δημιουργίας ηλεκτρικής ενέργειας με ένα ατμοστρόβιλο είναι ο εξής: Από την καύση του καυσίμου (π.χ. βιομάζα) δημιουργείται θερμότητα με την οποία παράγουμε από το νερό ατμό. Ο ατμός ρέει ανάμεσα από τα περύγια του ατμοστροβίλου, περιστρέφοντάς τον. Στον άξονα του ατμοστροβίλου είναι όμως συνδεδεμένη και η ηλεκτρογεννήτρια, η οποία στρεφόμενη δημιουργεί στους πόλους της μία ηλεκτρική τάση, έτσι ώστε, αν συνδεθεί ένας καταναλωτής, κυκλοφορεί μέσα σ' αυτόν ηλεκτρικό ρεύμα. Ο ατμός που ρέει μέσα στον ατμοστρόβιλο έχει στην έξοδο του ατμοστροβίλου ένα υπόλοιπο θερμικής ενέργειας, που συνήθως χάνεται στο λεγόμενο ψυγείο (π.χ. στον πύργο ψύξεως). Μπορούμε επομένως να μεγαλώσουμε το βαθμό αποδόσεως της εγκατάστασης, αν χρησιμοποιήσουμε το εκμεταλλεύσιμο μέρος αυτής της θερμικής ενέργειας χρησιμοποιώντας το για διάφορους σκοπούς, όπως π.χ. για την ξήρανση του ίδιου του καυσίμου, ή για την ξήρανση οποιουδήποτε άλλου προϊόντος, ή αποδίδοντάς το στο δίκτυο μίας τηλεθέρμανσης. Ένας τέτοιος Σταθμός που συνδυάζει την παραγωγή Ηλεκτρικής ενέργειας αλλά και την απόδοση Θερμότητας ονομάζεται σταθμός συμπαραγωγής (ΣΗΘ).
3. Αντί, όπως αναφέραμε προηγουμένως, από την καύση της βιομάζας να δημιουργήσουμε από νερό ατμό, δημιουργούμε ατμό ενός οργανικού υγρού, όπως π.χ. τολουόλης, πεντανίου ή αμμωνίας επιτυγχάνοντας ένα μεγαλύτερο βαθμό αποδόσεως.

### **β) Υγρά Βιοκαύσιμα**

Τις πηγές ενέργειας μπορούμε να τις διαχωρίσουμε εκτός των άλλων σε πρωτογενείς και δευτερογενείς. Πρωτογενείς είναι αυτές που υπάρχουν άμεσα στη φύση χωρίς να έχουν υποστεί καμία αλλαγή. Παραδείγματα πρωτογενών πηγών ενέργειας είναι ο ήλιος, το κάρβουνο, το ορυκτό πετρέλαιο, το φυσικό αέριο, η βιομάζα κ.α. Οι δευτερογενείς πηγές ενέργειας προκύπτουν από τις πρωτογενείς μετά από επεξεργασία τους.

Έτσι παραδείγματα δευτερογενών πηγών ενέργειας είναι η βενζίνη και το πετρέλαιο κίνησης, αφού προκύπτουν από την επεξεργασία του ορυκτού πετρελαίου. Επίσης και η ηλεκτρική ενέργεια, αφού προκύπτει π.χ. από την μετατροπή του κάρβουνου ή του πετρελαίου ή της ηλιακής ενέργειας με τα φωτοβολταϊκά.

Στη Χώρα μας περίπου τα 48% της συνολικής εγχώριας κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας τα αποτελούν τα πετρελαιοειδή. Από τη συνολική πρωτογενή κατανάλωση πετρελαίου περίπου τα 80% χρησιμοποιούνται στις μεταφορές.

Όπως περιγράψαμε και στην 24<sup>η</sup> Ενότητα, σελ. 229, η χρήση του πετρελαίου έχει περισσότερες αρνητικές συνέπειες σπουδαιότερες των οποίων είναι: Ενισχύει το «Ανθρωπογενές Φαινόμενο του Θερμοκηπίου» (βλέπε 6<sup>η</sup> Ενότητα, σελ. 51), δεν είναι συμβατή με τους κανόνες της αειφόρου ανάπτυξης και δημιουργεί εξάρτηση από τις χώρες, από τις οποίες γίνεται η εισαγωγή του,. Λύση σε όλες αυτές τις αρνητικές

επιπτώσεις της καύσης του πετρελαίου στις μεταφορές προσφέρει η χρήση υγρών καυσίμων με βάση τη βιομάζα.

### **Βιοαιθανόλη**

Ένα υγρό βιοκαύσιμο είναι π.χ. η βιοαιθανόλη (δηλαδή η αιθανόλη που προέρχεται από τη βιομάζα). Η βιοαιθανόλη, που είναι μία αλκοόλη, παράγεται από το καλαμπόκι, το ζαχαροκάλαμο, τα ζαχαρότευτλα, τα σιτηρά, κ.α. και μπορεί να αντικαταστήσει τη βενζίνη. Η παγκόσμια παραγωγή αιθανόλης το 2013 ήταν 104,0 εκατομμύρια κυβικά μέτρα ( $m^3$ ), που ανταποκρίνεται σε 82,1 εκατομμύρια τόνους, αφού η πυκνότητα της αιθανόλης είναι 789 χιλιόγραμμα ανά κυβικό μέτρο. Από τα 104,0 τα 87,2 εκατομμύρια  $m^3$  χρησιμοποιήθηκαν σαν καύσιμα.

Οι ΗΠΑ είναι ο μεγαλύτερος παραγωγός βιοαιθανόλης παγκοσμίως με μία παραγωγή (2018) περίπου 60 εκατομμύρια κυβικά μέτρα ( $m^3$ ) βιοαιθανόλης (47,3 εκατομμύρια τόνους) κυρίως από καλαμπόκι.

Η Βραζιλία είναι ο δεύτερος παραγωγός βιοαιθανόλης παγκοσμίως με μία παραγωγή (2018) περίπου 30,5 εκατομμύρια κυβικά μέτρα ( $m^3$ ) βιοαιθανόλης (24,1 εκατομμύρια τόνους) κυρίως από ζαχαροκάλαμο.

Ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός, ότι τόσο ο εφευρέτης του βενζινοκινητήρα Γερμανός Μηχανικός N.A.Otto, όσο και ο Αμερικανός Βιομήχανος και πρωτοπόρος της βιομηχανίας Αυτοκινήτων H.Ford, χρησιμοποίησαν στα πρώτα τους αυτοκίνητα αιθανόλη σαν καύσιμο. Βέβαια αργότερα εξελίχθηκαν οι βενζινοκινητήρες, δηλαδή με βάση τη βενζίνη σαν καύσιμο. Έτσι, τίθεται το ερώτημα, αν η βιοαιθανόλη μπορεί σήμερα να χρησιμοποιηθεί δίχως άλλο σαν καύσιμο στους σημερινούς βενζινοκινητήρες. Οι ρυθμίσεις στις διάφορες χώρες διαφέρουν πολύ. Στη Γερμανία π.χ. επιτρέπεται η πρόσμειξη βιοαιθανόλης στη βενζίνη των αυτοκινήτων μέχρι 10%. Στις ΗΠΑ η συνήθης πρόσμειξη είναι επίσης 10%, αλλά από τον Ιανουάριο του 2011 προσφέρεται και βενζίνη αυτοκινήτων με πρόσμειξη 15%. Όλα αυτά χωρίς να είναι αναγκαίες οποιεσδήποτε αλλαγές στον κινητήρα. Με κατάλληλο κινητήρα μπορεί όμως να χρησιμοποιηθεί σαν καύσιμο 100% βιοαιθανόλη. Έτσι η 2<sup>η</sup> παγκόσμια δύναμη σε παραγωγή βιοαιθανόλης Βραζιλία άφησε εποχή με τους ειδικούς κινητήρες που χρησιμοποιούνται μέχρι σήμερα στο στόλο των αυτοκινήτων στη Βραζιλία και χρησιμοποιούν σαν καύσιμο 100% βιοαιθανόλη. Στη σημερινή Βραζιλία υπάρχουν περίπου 32 000 πρατήρια βενζίνης με 100% βιοαιθανόλης. Η συνήθης πρόσμειξη είναι 20-25%.

### **Φυτικά Έλαια**

Μία άλλη ομάδα υγρών καυσίμων που παράγονται από τη βιομάζα είναι ορισμένα φυτικά έλαια που παράγονται από την ελαιοκράμβη, τον ηλίανθο τη σόγια, το βαμβάκι, τον φοίνικα, την καρύδα, την αγριαγκινάρα, το λινάρι κ.α. Η χρήση τους σαν καύσιμα είναι ιδιαίτερα εύκολη. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε κεντρικές θερμάνσεις, ανάλογα με τον καυστήρα είτε μόνα τους είτε σαν πρόσμειξη στο πετρέλαιο.

Τίθεται όμως το ερώτημα, αν τα φυτικά αυτά έλαια εκτός από τις κεντρικές θερμάνσεις θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν σαν καύσιμα και στις μεταφορές. Βέβαια, τα φυτικά αυτά έλαια είναι εν αντιθέσει με τη βιοαιθανόλη λιγότερο συγγενικά με τη βενζίνη και περισσότερο με το καύσιμο ντίζελ. Η απάντηση είναι, ότι τα φυτικά αυτά έλαια δίχως περαιτέρω επεξεργασία δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ντιζελοκινητήρες. Δύο σημαντικά προβλήματα εμποδίζουν τη χρήση τους: Πρώτον οι δυσκολίες με την εκκίνηση του ντιζελοκινητήρα σε χαμηλές

θερμοκρασίες, στις οποίες τα φυτικά έλαια είναι ευαίσθητα και δεύτερον η δυσκολία να τηρηθούν τα αυστηρά όρια για την εκπομπή των ρύπων.

Μετά από επεξεργασία όμως το φυτικό έλαιο που προκύπτει π.χ. από την ελαιοκράμβη μπορεί να μετατραπεί σε μεθυλεστέρα, δηλαδή σε **βιοντίζελ**. Εναλλακτικά μπορούν να χρησιμοποιηθούν και χρησιμοποιημένα έλαια, όπως π.χ. τα τηγανέλαια, ως πρώτες ύλες για την παρασκευή του βιοντίζελ, όπου με αυτό τον τρόπο λιγοστεύονται και τα προβλήματα του Περιβάλλοντος από αυτά τα απόβλητα. Και πάλι όμως παρουσιάζει ενδιαφέρον το γεγονός, ότι ο Γερμανός Μηχανικός και εφευρέτης του ντιζελοκινητήρα R.Diesel χρησιμοποίησε βιοντίζελ για την εξέλιξη του ντιζελοκινητήρα που αυτός ανακάλυψε, γράφοντας στην Πατέντα του το 1912 τα προφητικά λόγια: «...Η χρήση βιοελαίου σαν καύσιμο ίσως φαίνεται σήμερα όχι σημαντική. Αλλά τέτοια προϊόντα μπορούν με την πάροδο του χρόνου να γίνουν το ίδιο σημαντικά όπως το πετρέλαιο και αυτά τα προϊόντα της ανθρακο-πίσσης...». Το βιοντίζελ μπορεί εν γένει να χρησιμοποιηθεί από το μικρότερο μέχρι και το μεγαλύτερο ντιζελ-αυτοκίνητο. Επειδή όμως το βιοντίζελ διαβρώνει ορισμένα πλαστικά υλικά που βρίσκονται στην περιοχή του συστήματος ψεκασμού του καυσίμου, για να χρησιμοποιηθεί το βιοντίζελ σαν καύσιμο θα πρέπει αυτά τα πλαστικά να έχουν αντικατασταθεί με άλλα που είναι ανθεκτικά στο βιοντίζελ. Πριν επομένως χρησιμοποιήσει κάποιος βιοντίζελ στον ντιζελοκινητήρα του αυτοκινήτου του, πρέπει να βεβαιωθεί, ότι ο τύπος του ντιζελοκινητήρα του εκπληρεί αυτήν την προϋπόθεση. Η χώρα με τη μεγαλύτερη παραγωγή βιοντίζελ είναι η Γερμανία με περίπου 3,4 εκατομμύρια τόνους ετήσια παραγωγή το 2020. Το 52,9% αυτής της παραγωγής, δηλαδή περίπου 1,8 εκατομμύρια τόνοι προήλθαν από την ελαιοκράμβη. Το βιοντίζελ αποτελεί περίπου το 6% του ντιζελ που καταναλώνεται στη Γερμανία.

Στη χώρα μας, εν αντιθέσει με τη βιοαιθανόλη που δεν παίζει σχεδόν κανένα ρόλο ως καύσιμο, το βιοντίζελ χρησιμοποιείται ως πρόσμεικτο στο συμβατικό ντιζελ σε ένα ποσοστό 7% από το 2013 και προσφέρεται αυτονόητα σε όλα τα πρατήρια υγρών καυσίμων. Μόνο αν η πρόσμειξη είναι μεγαλύτερη του 7% είναι υποχρεωμένος ο πωλητής να το ανακοινώσει.

Όταν περιγράψαμε τις ανεμογεννήτριες αναφέραμε, ότι ένα πρόβλημά τους είναι, ότι μπορούν να επηρεάσουν αρνητικά την εικόνα του τοπίου που έχουν τοποθετηθεί (βλέπε 28<sup>η</sup> Ενότητα, σελ. 271). Κάτι ακριβώς αντίθετο ισχύει για την εικόνα του τοπίου που καλλιεργούνται τα φυτά από τα οποία προέρχεται το βιοντίζελ. Αυτό θα γίνει αμέσως αντιληπτό σε όποιον ευτυχίσει να κάνει έναν περίπατο κατά μήκος των ατέλειωτων κατακίτρινων αγρών που καλλιεργείται η ελαιοκράμβη στη Γερμανία (εμείς μπορούμε να ισχυριστούμε κάτι τέτοιο, επειδή το ζήσαμε. Είμαστε όμως βέβαιοι, ότι το ίδιο ισχύει και για τη Θράκη μας και τη Μακεδονία μας, όπου μετά το 2007 καλλιεργείται εντατικά η ελαιοκράμβη αλλά και ο ηλιάνθος για την παραγωγή βιοντίζελ).

### **γ) Αέρια Βιοκαύσιμα**

Αέρια καύσιμα μπορούν να προκύψουν από τη βιομάζα (βιοκαύσιμα) με περισσότερους τρόπους.

Μία δυνατότητα είναι η βιομάζα να θερμανθεί σε υψηλές θερμοκρασίες (δίχως να καεί), να αποσυντεθεί και να εξαερωθεί. Το αέριο βιοκαύσιμο που προκύπτει ψύχεται, καθαρίζεται και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ποικιλοτρόπως.

Μία άλλη δυνατότητα δημιουργίας αέριου βιοκαυσίμου προκύπτει από την αποικοδόμηση βιομάζας με τη βοήθεια βακτηρίων μεθανίου. Το μεγαλύτερο δυναμικό για τη δημιουργία αυτού του είδους του αέριου βιοκαυσίμου το έχει η γεωργία. Σε αυτή τη μέθοδο η βιομάζα τοποθετείται σε ένα μεγάλο αντιδραστήρα

μεθανίου από μπετόν, πλαστικό ή ατσάλι. Οι συνθήκες μέσα στον αντιδραστήρα πρέπει να είναι αναερόβιες, δηλαδή δεν πρέπει να υπάρχει αέρας, οπότε δεν υπάρχει και οξυγόνο. Εκτός αυτού η θερμοκρασία πρέπει να είναι προσαρμοσμένη στο είδος των βακτηρίων μεθανίου που χρησιμοποιούνται και κυμαίνεται από 30 έως 37 °C. Η αποικοδόμηση της βιομάζας από τα βακτήρια επιτυγχάνεται σε περισσότερες βαθμίδες, όπου τα τελικά προϊόντα είναι μεθάνιο και διοξείδιο του άνθρακα. Η παραμονή της βιομάζας μέσα στον αντιδραστήρα είναι 10-35 ημέρες. Μετά από αυτό το χρονικό διάστημα το μεν υπόλοιπο της βιομάζας απομακρύνεται και χρησιμοποιείται σα λίπασμα ή κομπόστ, το δε αέριο βιοκαύσιμο που προκύπτει καθαρίζεται και πολλές φορές αποθειώνεται για να απομακρυνθεί το ποσοστό θείου (θειαφιού). Το αέριο αυτό βιοκαύσιμο μπορεί να χρησιμοποιηθεί ποικιλοτρόπως, όπως π.χ. αν έχει καθαριστεί μπορεί να προσδοθεί στο δίκτυο του φυσικού αερίου. Συνήθως όμως χρησιμοποιείται (προκειμένου να αυξηθεί ο βαθμός αποδόσεως της καύσης του) για συμπαραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας (βλέπε παρούσα Ενότητα, α) Στερεά Βιοκαύσιμα, σελ. 277). Ένα μέρος της ηλεκτρικής ενέργειας χρησιμοποιείται για τις ίδιες ανάγκες της εγκατάστασης και το υπόλοιπο τροφοδοτεί το δημόσιο δίκτυο. Η παραγόμενη θερμότητα μπορεί κατά ένα μέρος να καλύψει τις ανάγκες των κτηρίων, στάβλων, θερμοκηπίων κ.λπ., αν αυτά υπάρχουν, και το υπόλοιπο να διοχετευτεί, αν η εγκατάσταση είναι αντίστοιχα μεγάλη, σε ένα δίκτυο θέρμανσης μίας κοντινής κυρίως περιοχής. Ένα κυβικό μέτρο ( $m^3$ ) αέριο βιοκαύσιμο που προκύπτει από ένα αντιδραστήρα μεθανίου έχει την ίδια θερμική αξία με 0,6 λίτρα πετρελαίου θέρμανσης ή με 0,6 κυβικά μέτρα ( $m^3$ ) φυσικού αερίου.

Μία άλλη δυνατότητα δημιουργίας αερίου βιοκαύσιμου προκύπτει σε ένα χώρο ταφής απορριμμάτων, όταν τα απορρίμματα περιέχουν και βιομάζα (όπως την ορίσαμε προηγουμένως). Τότε από την αναερόβια αποσύνθεση της βιομάζας προκύπτει βιοαέριο που αποτελείται κυρίως από μεθάνιο και διοξείδιο του άνθρακα. Όσο μεγαλύτερο είναι το ποσοστό της βιομάζας στα απορρίμματα, τόσο μεγαλύτερο είναι το ποσοστό του μεθανίου στο βιοαέριο και επομένως τόσο μεγαλύτερη είναι η θερμογόνος δύναμη του βιοαερίου. Όταν ο χώρος ταφής απορριμμάτων πληροί σύγχρονες προδιαγραφές (βλέπε 21<sup>η</sup> Ενότητα, σελ. 198), πρέπει να υπάρχει ένα σύστημα για την περισυλλογή του βιοαερίου, οπότε σ' αυτήν την περίπτωση είναι εύκολη και η χρήση του ως βιοκαύσιμο. Βιοαέριο χρησιμοποιείται τόσο για την παραγωγή θερμότητας, την οποία χρησιμοποιούμε σε διάφορες διαδικασίες κυρίως όμως για θέρμανση χώρων, όσο και την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Στη χώρα μας το συνολικό ποσοστό των βιοκαυσίμων στην ακαθάριστη διαθέσιμη ενέργεια ανήλθε το 2018 στα 5,1%.

Εδώ τελειώσαμε με την περιγραφή των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ), που έχουν ως βάση τον Ήλιο.

Προκειμένου να ολοκληρώσουμε το πολύ σημαντικό Κεφάλαιο των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ), πρέπει να περιγράψουμε και (βλέπε Πίνακα 19, σελ. 236) τις ΑΠΕ που έχουν ως βάση τόσο το Εσωτερικό της Γης (Γεωθερμία και Αντλίες Θερμότητας) όσο και την Σελήνη (Παλιρροιακή Ενέργεια).

Αυτό όμως θα γίνει στην επομένη 30ή Ενότητα.

