



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΜΕΤΑΦΡΑΣΗ ΣΥΓΓΡΑΜΜΑΤΟΣ “ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΠΗΓΕΣ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ”



ΦΟΙΤΗΤΕΣ: ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΜΟΝΑΣΤΗΡΑΣ (7608)

ΧΡΙΣΤΟΔΟΥΛΟΣ ΜΠΑΚΟΣ (7618)

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ: ΔΟΥΣΜΠΗ ΒΑΣΙΛΙΚΗ, Μ.ΕΔ.,

ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ

Πάτρα, Δεκέμβριος 2022

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα εργασία εκπονήθηκε στο Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών του Πανεπιστημίου Πελοποννήσου από τους προπτυχιακούς φοιτητές ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟ ΜΟΝΑΣΤΗΡΑ ΚΑΙ ΧΡΙΣΤΟΔΟΥΛΟ ΜΠΑΚΟ με επιβλέπουσα καθηγήτρια την κ. Δούσπη Βασιλική. Το περιβάλλον απασχολεί έντονα τον άνθρωπο τις τελευταίες δεκαετίες, δεδομένου ότι παρουσιάζει διαρκώς ανησυχητικές μεταβολές. Η εργασία αυτή, που αποτελεί μετάφραση του βιβλίου «ανανεώσιμη ενέργεια πηγές και μέθοδοι» και αφορά τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, επιδιώκει να εισάγει τη συνεισφορά των νέων τεχνολογιών στην περιβαλλοντική επιστήμη και να ενθαρρύνει τον εντοπισμό τεχνολογικών προκλήσεων, ακόμη και σε κοινωνικό πλαίσιο για τη διατήρηση της γης, καθώς επίσης και των δυνατοτήτων των ανθρώπων για τον καθαρισμό του περιβάλλοντος. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αποτελούν ζήτημα βιωσιμότητας. Η αξία του περιβάλλοντος είναι υψίστης σημασίας, ώστε ακόμη και οι πολιτικοί το λαμβάνουν υπόψιν στον προγραμματισμό ενεργειακών δράσεων, ιδίως όσον αφορά τα ορυκτά καύσιμα. Συνοπτικά η εργασία περιλαμβάνει την ανασκόπηση συμβολής βασικών μορφών ενέργειας στην οικονομία και τις νέες ιδέες που γεννιούνται τη σύγχρονη εποχή.

Σε όλη αυτή την προσπάθεια κύριος αρωγός ήταν η επιβλέπουσα καθηγήτριά μας, κ. Δούσπη Βασιλική, επίκουρη καθηγήτρια, που μας ενθάρρυνε και βρισκόταν δίπλα μας όποτε χρειαζόταν. Χωρίς τη βοήθειά της δε θα είχαμε το προσδοκώμενο αποτέλεσμα. Επίσης θα θέλαμε να εκφράσουμε τις ευχαριστίες μας και για την συγγραφέα του βιβλίου την κ. Anny Maczulak Ph.D η οποία ήταν πολύ θετική ως προς την παρουσίαση του βιβλίου της.

Υπεύθυνη Δήλωση Φοιτητών: Οι κάτωθι υπογεγραμμένοι Φοιτητές έχουμε επίγνωση των συνεπειών του Νόμου περί λογοκλοπής και δηλώνουμε υπεύθυνα ότι είμαστε συγγραφείς αυτής της Πτυχιακής Εργασίας, αναλαμβάνοντας την ευθύνη επί ολοκλήρου του κειμένου εξ ίσου, έχουμε δε αναφέρει στην Βιβλιογραφία μας όλες τις πηγές τις οποίες χρησιμοποιήσαμε και λάβαμε ιδέες ή δεδομένα. Δηλώνουμε επίσης ότι, οποιοδήποτε στοιχείο ή κείμενο το οποίο έχουμε ενσωματώσει στην εργασία μας προερχόμενο από Βιβλία ή άλλες εργασίες ή το διαδίκτυο, γραμμένο ακριβώς ή παραφρασμένο, το έχουμε πλήρως αναγνωρίσει ως πνευματικό έργο άλλου συγγραφέα και έχουμε αναφέρει ανελλιπώς το όνομά του και την πηγή προέλευσης.

Οι Φοιτητές

(Όνοματεπώνυμο)

ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΜΟΝΑΣΤΗΡΑΣ



(Υπογραφή)

(Όνοματεπώνυμο)

ΧΡΙΣΤΟΔΟΥΛΟΣ ΜΠΑΚΟΣ



(Υπογραφή)

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η συγκεκριμένη διπλωματική εργασία επικεντρώνεται στην Ανανεώσιμη ενέργεια και στις πηγές ενέργειας ευρύτερα. Στόχος της να πληροφορήσει τον αναγνώστη για τις καινοτόμες εναλλακτικές ενέργειες που διατίθενται και να τον αφυπνίσει γενικότερα όσον αφορά την προστασία του περιβάλλοντος. Αφορμή για την έντονη ενασχόληση του ανθρώπου με την επιστήμη του περιβάλλοντος αποτέλεσαν οι απρόσμενες μεταβολές που εμφάνισε εξαιτίας της αλόγιστης ανθρώπινης δραστηριότητας. Η εργασία χωρίζεται σε 8 μέρη:

- Μέρος 1: Οι πηγές ενέργειας της γης
- Μέρος 2: Ανακύκλωση
- Μέρος 3: Εναλλακτικά βενζινοκίνητα οχήματα
- Μέρος 4: Βιοδιυλιστήρια
- Μέρος 5: Καινοτομίες στην καθαρή ενέργεια
- Μέρος 6: Σχεδιασμός πράσινου κτιρίου
- Μέρος 7: Ενέργεια από στερεή βιομάζα
- Μέρος 8: Μελλοντικές ανάγκες

Το πρώτο κεφάλαιο αφορμάται της σημαντικότητας που κατέχει η ενέργεια στη βιωσιμότητα και επεξηγεί τις πηγές ενέργειας που υφίστανται στη φύση. Γίνεται σαφής διάκριση μεταξύ των ανανεώσιμων και των μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας της γης, με τις πρώτες να απαιτούν αρκετό χρόνο για την αναπλήρωσή τους. Παράλληλα, το κεφάλαιο ασχολείται με τον τρόπο χρήσης της ενέργειας και εξηγεί τα προτερήματα των ανανεώσιμων πηγών στην καθημερινότητα έναντι του πετρελαίου. Μάλιστα, σχολιάζεται ο άνθρακας ως άφθονο στοιχείο της φύσης και η διαχείρισή του.

Το επόμενο κεφάλαιο ξεκινώντας από την ιστορία της ανακύκλωσης, εστιάζει σε αυτή και την επίδραση που έχει στην εξοικονόμηση ενέργειας, όσο στους τρόπους με τους οποίους δύναται να εξελιχθεί μέσω νέων τεχνολογιών. Μέσα από την ανακύκλωση εκμεταλλεύονται τα απόβλητα και αποτρέπεται η μαζική τους συσσώρευση.

Το τρίτο κεφάλαιο ασχολείται με την εναλλακτική κίνηση οχημάτων, γεγονός που απασχολεί ολοένα και περισσότερους ανθρώπους δεδομένου ότι ο σχεδιασμός νέων οχημάτων με εναλλακτικά καύσιμα δεν είναι απλός. Είναι πολλοί οι παράγοντες που πρέπει να συμβαδίσουν για την υλοποίηση ενός τέτοιου έργου ενώ βασικά εναλλακτικά καύσιμα είναι η αιθανόλη, το φυσικό αέριο, το βιοντίζελ κ.ά.

Το τέταρτο κεφάλαιο αναπτύσσει τα βιοδιυλιστήρια που προέκυψαν από τη συνεχώς αυξανόμενη ζήτηση για πετρέλαιο. Σχολιάζονται οι αγωγοί μεταφοράς αργού πετρελαίου και φυσικού αερίου και πώς έγινε η μετάβαση για τα πρώτα βήματα βιοδιύλησης. Τα καύσιμα που παράγονται βρίσκουν εφαρμογή στη μετακίνηση αλλά και στη θέρμανση.

Το επόμενο κεφάλαιο πραγματεύεται τις πρωτοποριακές ιδέες στις καθαρές πηγές ενέργειας που αποσκοπούν στην ελάττωση της ατμοσφαιρικής ρύπανση. Ασχολείται επίσης με τα προτερήματα και τα μειονεκτήματα μορφών

ενέργειας όπως η ηλιακή, η αιολική, η γεωθερμική, η υδροηλεκτρική και η πυρηνική. Υπογραμμίζεται η διαχείριση του άνθρακα, ο κύκλος του οποίου συνδέεται άρρηκτα με την ανθρώπινη δραστηριότητα. Οι μορφές ενέργειας δύνανται να συνδράμουν στο μέλλον της πράσινης τεχνολογίας.

Εν συνεχεία, το έκτο κεφάλαιο πραγματεύεται τον πράσινο σχεδιασμό αναλύοντας τις σκέψεις που πρέπει να προβεί τόσο ο κατασκευαστής, όσο και ο ιδιοκτήτης ενός πράσινου κτιρίου. Οι παράγοντες που καθιστούν ένα κτίριο πράσινο είναι κυρίως η ενέργεια, η θέρμανση, ψύξη, η μόνωση και ο φωτισμός.

Το έβδομο κεφάλαιο αφού ορίσει τη βιομάζα και τους τύπους της, την αντιπαραθέτει σε σχέση με άλλες πηγές ενέργειας. Επιπρόσθετα, αναφέρεται στους τρόπους με τους οποίους μπορεί να αξιοποιηθεί για ενέργεια. Ως πηγή ενέργειας επιδέχεται διορθώσεις δεδομένου ότι η καύση της μπορεί να παράγει ρύπους.

Τέλος, στο τελευταίο κεφάλαιο σχολιάζεται η μακροπρόθεσμη αξιοποίηση των ενεργειακών πηγών και η αξία τους τόσο σε κοινωνικό επίπεδο, όσο και σε επίπεδο περιβάλλοντος. Αρωγός στην προσπάθεια για το μέλλον της Γης είναι η τεχνολογία.

Καταλήγοντας, η αξιοποίηση των νέων τεχνολογιών στην επιστήμη του περιβάλλοντος προτάσσει τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στον αγώνα που καταβάλλεται για να σωθεί ο πλανήτης. Παρότι ο άνθρακας, το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο επικρατούν στην παραγωγή ενέργειας, δίνεται έμφαση στην εύρεση εναλλακτικών πηγών ενέργειας, μέσω νέων τεχνολογιών. Η αξιοποίησή τους πρόκειται να συμβάλει σε ποικίλες πτυχές της καθημερινότητας του ανθρώπου προσφέροντας παράλληλα τόσο διευκόλυνση στον ίδιο, όσο και απαλλαγή στο περιβάλλον από περιττούς ρύπους.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.ΟΙ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΤΗΣ ΓΗΣ	1
1.1 ΟΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΝΑΓΚΕΣ ΤΟΥ ΚΟΣΜΟΥ	3
1.4 Η ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΤΟΥ ΗΛΙΟΥ ΠΟΥ ΑΠΟΘΗΚΕΥΕΤΑΙ ΣΤΗΝ ΓΗ	9
1.5 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ	11
1.6 ΟΙ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΟΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΙ ΜΑΣ ΠΟΡΟΙ.....	14
1.7 ΕΞΥΠΝΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΔΙΚΤΥΑ.....	16
1.8 ΚΟΙΝΩΝΙΚΕΣ ΠΤΥΧΕΣ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	17
1.9 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΣΤΗΝ ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ.....	18
1.10 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	19
2. ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ	21
2.1 Η ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΗΣ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗΣ.....	22
2.2 ΠΩΣ Η ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΕΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑ.....	24
2.3 ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ ΑΠΟ ΑΠΟΒΛΗΤΑ.....	27
2.4 ΧΗΜΕΙΑ ΑΝΑΚΥΚΛΩΜΕΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ	28
2.5 ΠΟΛΥΑΙΘΥΛΕΝΙΟ ΥΨΗΛΗΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ (HDPE).....	29
2.6 ΟΡΥΚΤΑ ΚΑΙ ΜΕΤΑΛΛΑ.....	31
2.7 ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΚΑΟΥΤΣΟΥΚ.....	33
2.8 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	33
3. ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΑ ΒΕΝΖΙΝΟΚΙΝΗΤΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ.....	35
3.1 Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ	36
3.2 ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΑ	40
3.3 ΣΥΝΘΕΤΙΚΑ ΚΑΥΣΙΜΑ.....	43
3.4 ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΚΑΥΣΗ.....	44
3.5 ΙΣΧΥΣ ΜΠΑΤΑΡΙΩΝ.....	45
3.6 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΚΥΨΕΛΩΝ ΚΑΥΣΙΜΟΥ	46
3.7 ΠΥΡΙΝΙΚΗ ΣΧΑΣΗ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΞΗ	48
3.8 ΚΑΥΣΙΜΟ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ	49
3.9 ΥΒΡΙΔΙΚΑ ΕΠΟΜΕΝΗΣ ΓΕΝΙΑΣ.....	51
3.10 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	52

4. ΒΙΟΔΙΥΛΙΣΤΗΡΙΑ	54
4.1 Η ΣΗΜΕΡΙΝΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΔΙΥΛΙΣΗΣ	55
4.2 ΑΓΩΓΟΙ	58
4.3 ΒΙΟΛΟΓΙΚΑ ΒΗΜΑΤΑ	60
4.4 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΗΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ ΒΙΟΑΝΑΠΤΥΞΗΣ	62
5. ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΕΣ ΣΤΗΝ ΚΑΘΑΡΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	65
5.1 ΑΝΑΔΥΟΜΕΝΗ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	66
5.2 ΑΝΕΜΟΣ, ΚΥΜΑΤΙΚΗ ΚΑΙ ΠΑΛΙΡΡΟΙΚΗ ΙΣΧΥΣ	67
5.3 ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	71
5.4 ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΚΑΙ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	76
5.5 ΠΥΡΙΝΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	79
5.6 ΑΜΕΣΗ ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΑΝΘΡΑΚΑ	83
5.7 ΚΥΨΕΛΕΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ	85
5.8 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	89
6. ΠΡΑΣΙΝΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ	91
6.1 Η ΠΡΑΣΙΝΗ ΚΤΙΣΗ ΩΡΙΜΑΖΕΙ	93
6.2 ΤΙ ΕΙΝΑΙ Η ΗΓΕΣΙΑ ΣΤΟΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ (LEED)	94
6.3 ΕΛΕΓΧΟΝΤΑΣ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΤΗΝ ΡΟΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	98
6.4 ΨΥΞΗ ΚΑΙ ΕΞΑΕΡΙΣΜΟΣ	102
6.5 ΜΟΝΩΣΗ	104
6.7 ΦΩΣ ΗΜΕΡΑΣ	107
6.8 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΠΑΡΑΘΥΡΩΝ	109
6.9 ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΙΣΗ ΝΕΡΟΥ	111
6.10 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΡΕΥΜΑΤΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ	114
6.11 ΕΚΤΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ	115
6.12 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	117
7. ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΠΟ ΣΤΕΡΕΑ ΒΙΟΜΑΖΑ	119
7.1 Η ΒΙΟΜΑΖΑ ΤΗΣ ΓΗΣ	121
7.2 ΤΥΠΟΙ ΒΙΟΜΑΖΑΣ	122
7.3 ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΣΕ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΚΑΥΣΙΜΑ	124
7.4 Η ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΞΙΑ ΤΩΝ ΣΚΟΥΠΙΔΙΩΝ	126
7.5 ΜΙΑ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ ΒΙΟΜΑΖΑΣ	128
7.6 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	129
8. ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΑΝΑΓΚΕΣ	131
8.1 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	132

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το περιβάλλον ανά τα χρόνια έχει απασχολήσει και εξακολουθεί να απασχολεί μεγάλη μερίδα ανθρώπων, ιδίως επιστημόνων. Η ταχύτατη εξέλιξη της τεχνολογίας και η αλόγιστη συμπεριφορά του ανθρώπου έχουν οδηγήσει σε ανεπανάρθωτες συνέπειες για τη φύση. Οι κλιματικές αλλαγές γίνονται ολοένα και πιο αντιληπτές πλέον και προκαλούν μεγάλη ανησυχία. Η ρύπανση στην ατμόσφαιρα είναι έντονη, η διαθεσιμότητα των φυσικών πόρων ελαττώνεται και η θερμοκρασία της Γης αυξάνεται. Είναι αναγκαίο λοιπόν, να βρεθούν καινοτόμες λύσεις που θα ανατρέψουν την καταστροφή του περιβάλλοντος. Με το πέρασμα των ετών δημιουργήθηκαν διάφορα κινήματα και ο στόχος ήταν κοινός: η προστασία του περιβάλλοντος. Η μετάφραση του δοθέντος βιβλίου, ανανεώσιμη ενέργεια πηγές και μέθοδοι, επιδιώκει να προσφέρει ενημέρωση υπό το πρίσμα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, τονίζοντας τη σημασία της Πράσινης Τεχνολογίας.

Στα κεφάλαια αναπτύσσονται οι ενεργειακές πηγές που υπάρχουν στη γη, εξηγείται η διαδικασία της ανακύκλωσης, γίνεται αναφορά σε εναλλακτικούς τρόπους κίνησης οχημάτων και στη σύγχρονη βιομηχανική διύλιση. Εκτός από τα παραπάνω, παρουσιάζονται πρωτοποριακές μορφές καθαρής ενέργειας, εξηγείται ο σχεδιασμός πράσινου κτιρίου και πως διατίθεται ενέργεια από τη βιομάζα και τέλος, σχολιάζεται το μέλλον και οι ενέργειες που πρέπει να συμβούν.

Η ζωή είναι απόλυτα συνυφασμένη με τη χρήση και κατανάλωση ενέργειας. Όσον αφορά τη γη, η ενέργεια προσφέρεται από τους πόρους της. Υπάρχουν οι ανανεώσιμοι και οι μη ανανεώσιμοι πόροι. Οι ανανεώσιμοι πόροι δύνανται να αντικατασταθούν μέσω φυσικών διεργασιών σε βάθος χρόνου, ενώ οι μη ανανεώσιμοι προκειμένου να αναπληρωθούν απαιτούν μέχρι και εκατομμύρια έτη. Γίνεται λοιπόν κατανοητή η ανάγκη σωστής αξιοποίησης της ενέργειας και η αποφυγή κατάχρησης

Η αιολική ενέργεια χρησιμοποιούταν με μηχανικούς σκοπούς και πλέον, βρίσκει εφαρμογές στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μέσα από ανεμογεννήτριες. Η υδραυλική ενέργεια που είναι πολύ διαδεδομένη τροφοδοτεί πλήθος υδροηλεκτρικών έργων· γίνεται συλλογή νερού σε

φράγματα και η δυναμική ενέργεια της κίνησης του νερού μετατρέπεται σε ηλεκτρική. Ως γνωστόν, η ενέργεια δε χάνεται αλλά μεταφέρεται. Ένας ακόμη τύπος ενέργειας που χρησιμοποιείται είναι η ηλιακή, η οποία έχει διευκολύνει την καθημερινότητα του ατόμου, με την πιο γνωστή εφαρμογή στους ηλιακούς θερμοσίφωνες. Η βιομάζα, που παράγει βιοαιθανόλη και βιοαέριο, αποτελεί πολλά υποσχόμενη μορφή ενέργειας για το μέλλον και πρόκειται για προϊόντα προερχόμενα από φυτική ύλη ή από φυτικά απόβλητα γεωργίας, ξυλείας και βιομηχανίας τροφίμων.

Νέες τεχνολογίες είναι εφικτό να αξιοποιηθούν από την περιβαλλοντική επιστήμη. Οι σύγχρονοι άνθρωποι διαθέτουν γνώσεις, μορφώνονται και είναι πιο δεκτικοί στις αλλαγές με σκοπό την εξέλιξη. Σε αυτά τα πλαίσια γίνονται σχεδιασμοί πράσινων κτιρίων που μειώνουν τους ρύπους, επιβραβεύονται με χαμηλότερους φόρους και δίνουν ελπίδα στους νέους για το μέλλον τους. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αν και εγείρουν ακόμη ερωτήματα είναι αρκετά ελπιδοφόρες για το μέλλον του πλανήτη. Στην προσπάθεια αυτή εμπλέκονται άτομα από διαφορετικούς τομείς: απλοί άνθρωποι, περιβαλλοντολόγοι, βιολόγοι, χημικοί, γεωλόγοι, φυσικοί.

1.ΟΙ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΤΗΣ ΓΗΣ

Η Ενέργεια είναι η πρωταρχική δύναμη στο σύμπαν. Η ενέργεια καθορίζει τους βιότοπους της Γης και συντηρεί τη ζωή. Όλη η ζωή, από τα μονοκύτταρα μικρόβια μέχρι τις γαλάζιες φάλαινες, υπάρχει σε μια συνεχή διαδικασία κατανάλωσης, χρήσης και αποθήκευσης ενέργειας. Οι ανθρώπινες κοινότητες λειτουργούν με τον ίδιο τρόπο όπως και άλλες κοινότητες όσον αφορά τη διαχείριση της ενέργειας. Κάθε κοινότητα καταναλώνει καύσιμα για την παραγωγή ενέργειας, αλλά η κοινότητα πρέπει επίσης να εξασφαλίσει μέρος των καυσίμων για την επόμενη γενιά. Κανένα σύστημα στη βιολογία δεν διαρκεί για πάντα, και αυτό ισχύει επίσης για τη βιωσιμότητα. Η βιωσιμότητα παρατείνει το χρόνο ζωής των ζωντανών οργανισμών, αλλά δεν μπορεί να διασφαλίσει ότι η ζωή θα συνεχιστεί για πάντα.

Οι πόροι της Γης μπορούν να ονομαστούν ως το φυσικό της κεφάλαιο. Κεφάλαιο είναι κάθε περιουσιακό στοιχείο που έχει αξία. Το φυσικό κεφάλαιο, δηλαδή πράγματα στη φύση όπως τα δέντρα, τα ποτάμια, ο άνθρακας και η άγρια ζωή, πρέπει να διαχειρίζεται με τον ίδιο τρόπο που οι υπεύθυνοι άνθρωποι διαχειρίζονται τα χρήματά τους. Ένα άτομο που κατέχει 10.000 δολάρια αλλά ξοδεύει κάθε δεκάρα σε ένα μόνο μήνα, δεν διατηρεί το χρηματικό του κεφάλαιο και δεν θα είναι σε θέση να διατηρήσει έναν άνετο τρόπο ζωής. Διατηρώντας έναν προϋπολογισμό και κάνοντας συνετές αγορές, το ίδιο χρηματικό ποσό θα διαρκέσει πολύ περισσότερο. αυτό είναι η διατήρηση.

Ένας αποταμιευτικός λογαριασμός που περιέχει \$ 10,000 χωρίς άλλη μορφή εισοδήματος αντιπροσωπεύει έναν μη ανανεώσιμο πόρο. Μόλις δαπανηθούν τα χρήματα, δεν θα εμφανιστούν άλλα χρήματα μαγικά. Όσον αφορά το φυσικό κεφάλαιο, οι κύριοι μη ανανεώσιμοι πόροι της Γης είναι το πετρέλαιο, το φυσικό αέριο, ο άνθρακας, τα μέταλλα, τα ορυκτά και η γη. Οι μη ανανεώσιμοι πόροι μπορούν να θεωρηθούν ότι εξαντλούνται όταν η ενέργεια που απαιτείται για την εξόρυξή τους από τη Γη κοστίζει περισσότερο από την ενεργειακή αξία του ίδιου του πόρου.

Ένα άτομο μπορεί να εξοικονομήσει 10,000 \$ παίρνοντας δουλειά και κερδίζοντας χρήματα για να ανανεώσει τυχόν χρήματα που δαπανώνται κάθε μήνα. Με τον ίδιο τρόπο, η Γη διατηρεί ανανεώσιμους πόρους που αναπληρώνονται με την πάροδο του χρόνου: δάση, φυτά, άγρια ζωή, νερό, καθαρό αέρα, φρέσκο έδαφος και ηλιακό φως. Οι ανανεώσιμοι πόροι μπορεί να χρειαστούν πολύ χρόνο για να αναπληρωθούν, τα δάση μπορεί να χρειαστούν 100 χρόνια για να ωριμάσουν ή ένα σύντομο χρονικό διάστημα, όπως το φως του ήλιου που επιστρέφει κάθε πρωί.

Βιώσιμο σημαίνει διατήρηση των μη ανανεώσιμων πόρων μέσω της έξυπνης χρήσης των ανανεώσιμων πόρων. Ακόμη και οι ανανεώσιμοι πόροι πρέπει να τύχουν προσεκτικής διαχείρισης, ειδάλως μπορούν και αυτοί να εξαφανιστούν ταχύτερα από ό,τι αντικαθίστανται. Ο κόσμος βιώνει τώρα αυτό ακριβώς το πρόβλημα επειδή σε πολλά μέρη τα δάση, τα φυτά, τα άγρια ζώα, το καθαρό νερό, ο καθαρός αέρας και το πλούσιο έδαφος έχουν εξαντληθεί πριν η φύση μπορέσει να τα αντικαταστήσει.

Η αειφόρος χρήση των πόρων εξαρτάται από τις αρχές της διατήρησης και της διαχείρισης των πόρων. Από τη δεκαετία του '19-60, ορισμένοι γνωρίζουν ότι η διατήρηση των μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι υψίστης σημασίας. Ταυτόχρονα, οι άνθρωποι πρέπει να καταβάλουν αυξημένες προσπάθειες για τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας από τον Ήλιο, τον άνεμο και το νερό. Το κεφάλαιό αυτό εξετάζει τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας που είναι διαθέσιμες σήμερα, τις πτυχές της διαχείρισης αυτών των πηγών και τις νέες τεχνολογίες που θα είναι κρίσιμες για τις μελλοντικές γενιές.

Το κεφάλαιό αυτό εξετάζει την τρέχουσα κατάσταση της χρήσης ενέργειας στον κόσμο και καλύπτει συγκεκριμένα χαρακτηριστικά ανανεώσιμων και μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Καλύπτει τους τρόπους με τους οποίους η κοινωνία έχει καταλήξει να βασίζεται στο πετρέλαιο. Αντιπαραβάλλει αυτή την εξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα με τα οφέλη της μετάβασης σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Το κεφάλαιο περιλαμβάνει επίσης ειδικά θέματα που σχετίζονται με τη χρήση ενέργειας, όπως η διαχείριση του άνθρακα και ο μηχανισμός με τον οποίο οι εταιρείες κοινής ωφέλειας διανέμουν ενέργεια στους καταναλωτές.

1.1 ΟΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΝΑΓΚΕΣ ΤΟΥ ΚΟΣΜΟΥ

Η παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας αυξήθηκε ραγδαία από τότε που η βιομηχανική ανακύκλωση εισήγαγε τις μεθόδους μηχανικής παραγωγής. Ωστόσο, από την πρώτη Ημέρα της Γης στις 22 Απριλίου 1970, το κοινό συνειδητοποιεί όλο και περισσότερο το περιβάλλον και την ανάγκη να είναι συνετό στη χρήση των φυσικών πόρων. Ο ρυθμός κατανάλωσης ενέργειας έχει επιβραδυνθεί στις Ηνωμένες Πολιτείες από τη δεκαετία του 1980, αλλά οι Αμερικανοί συνεχίζουν να χρησιμοποιούν την ενέργεια αφειδώς σε σύγκριση με κάθε άλλο μέρος του κόσμου.

Οι Αμερικανοί καταναλώνουν περίπου 100 τετράκις εκατομμύρια βρετανικές θερμικές μονάδες (Btu) ετησίως. (Ένας κινητήρας που καίει 8 δισεκατομμύρια γαλόνια [30 δισεκατομμύρια λίτρα] βενζίνης παράγει περίπου 1 τετράκις εκατομμύριο [10^{15}] Btu ενέργειας. 1 Btu ισούται με την ενέργεια που απελευθερώνεται κατά την καύση ενός ξύλινου σπύριου). Οι Ηνωμένες Πολιτείες καταναλώνουν περισσότερη ενέργεια από ό,τι παράγουν, οπότε πρέπει να εισάγουν τη διαφορά.

Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας χρησιμοποιεί το μεγαλύτερο μέρος, περίπου το 40 τοις εκατό, του συνόλου της ενέργειας που χρησιμοποιείται στις Ηνωμένες Πολιτείες. Οι μεταφορές καταναλώνουν το 28,5 τοις εκατό της χρήσης ενέργειας της χώρας, η βιομηχανία χρησιμοποιεί το 21,1 τοις εκατό και τα οικιακά και εμπορικά κτίρια χρησιμοποιούν το 10,4 τοις εκατό.

Ο τρόπος ζωής και το είδος της οικονομίας μιας χώρας επηρεάζουν τον ρυθμό με τον οποίο οι κάτοικοι καταναλώνουν ενέργεια. Πολλοί από τους υψηλότερους καταναλωτές ενέργειας παράγουν πολύ λίγη από την ενέργεια που χρησιμοποιούν εντός των συνόρων τους. Το Λουξεμβούργο, για παράδειγμα, καταναλώνει αρκετά μεγάλη ποσότητα ενέργειας κατά κεφαλήν, αλλά δεν παράγει σχεδόν καθόλου. Οι χώρες που την τελευταία δεκαετία χρησιμοποιούν σταθερά τη μεγαλύτερη ενέργεια ανά κάτοικο ετησίως είναι οι εξής:

Κατανάλωση ενέργειας στις Η.Π.Α.		
Πηγή καταναλισκόμενης ενέργειας	Κατανάλωση ολικής ενέργειας επί τις εκατό	Κύριοι τομείς χρήσης των πηγών ενέργειας
Πετρέλαιο	39.3	Μεταφορά, βιομηχανία, οικιστικά και εμπορικά, παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας
Φυσικό αέριο	23.3	Μεταφορά, βιομηχανία, οικιστικά και εμπορικά, παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας
Άνθρακας	22.5	Βιομηχανία, κατοικίες, ηλεκτρική ισχύς, παραγωγή
Πυρηνική ενέργεια	8.2	Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας
Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας	6.7	Μεταφορά, βιομηχανία, οικιστικά και εμπορικά, παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας
Πηγή: υπηρεσία ενεργειακών πληροφοριών (ΕΠΕ)		

Κατάρ, Ηνωμένα Αραβικά Εμιράτα, Μπαχρέιν, Λουξεμβούργο, Καναδάς και Ηνωμένες Πολιτείες. Η Κίνα είναι ο επόμενος μεγαλύτερος καταναλωτής με 15 τοις εκατό. Τα παραρτήματα Α και Β απαριθμούν τις χώρες με τις μεγαλύτερες καταναλώσεις (αργό πετρέλαιο) και τις τάσεις κατανάλωσης ενέργειας, αντίστοιχα.

Οι εθνικές ενεργειακές ανάγκες συσχετίζονται με την εκβιομηχάνιση μιας χώρας. Η Διεθνής Ένωση Ενέργειας (IEA) έχει εκτιμήσει ότι οι ανεπτυγμένες χώρες χρησιμοποιούν περίπου 3,4 εκατομμύρια τόνους (3,1 εκατομμύρια μετρικούς τόνους) ενεργειακών πηγών (σε ενεργειακή ισοδύναμη βάση με το πετρέλαιο), αλλά οι αναπτυσσόμενες χώρες χρησιμοποιούν μόνο 1,7 εκατομμύρια τόνους (1,5 εκατομμύρια μετρικούς τόνους).

Η παγκόσμια κατανάλωση ανανεώσιμων και μη ανανεώσιμων φυσικών πόρων μπορεί να εκφραστεί με έναν υπολογισμό που ονομάζεται οικολογικό αποτύπωμα. Μια ποσότητα ενέργεια τόσο μεγάλη όσο 100 τετράκις εκατομμύρια Btu είναι δύσκολο να τη φανταστεί κανείς, αλλά ένα οικολογικό αποτύπωμα βάζει την κατανάλωση πόρων σε κατανοητούς όρους. Από τα μέσα της δεκαετίας του 1980, ο παγκόσμιος πληθυσμός έχει ξεπεράσει το οικολογικό του αποτύπωμα. Με άλλα λόγια, οι άνθρωποι καταναλώνουν

πόρους πιο γρήγοροι από ό,τι η Γη μπορεί να τους αντικαταστήσει. Οι άνθρωποι είναι σε θέση να παρατηρήσουν τις επιπτώσεις ενός αυξανόμενου οικολογικού αποτυπώματος όταν βλέπουν μολυσμένο νερό και αέρα, συρρίκνωση των δασών και των λιβαδιών ή αύξηση του κόστους φυσικού αερίου και ηλεκτρικής ενέργειας.

Ο τύπος της ενέργειας που χρησιμοποιείται από την κοινωνία επηρεάζει το οικολογικό αποτύπωμα με δύο διαφορετικούς τρόπους. Πρώτον, ορισμένοι πόροι απαιτούν να διαταραχθεί η γη για την εξόρυξη των πόρων, οι οποίοι παράγουν μεγάλες ποσότητες επικίνδυνων αποβλήτων. Για παράδειγμα, οι εταιρείες εξόρυξης άνθρακα μερικές φορές μετακινούν ολόκληρες βουνοκορφές για να φτάσουν στον άνθρακα από κάτω, και στη συνέχεια η καύση άνθρακα διοχετεύει εκπομπές αερίων που προκαλούν υπερθέρμανση του πλανήτη. Δεύτερον, μειώνοντας τη χρήση πόρων που βλάπτουν και μολύνουν το περιβάλλον και αντικαθιστώντας τους με ανανεώσιμους και μη ρυπογόνους πόρους, οι άνθρωποι μπορούν να μειώσουν το οικολογικό τους αποτύπωμα. Σε αυτό το σημείο της ιστορίας, ο στόχος κάθε ατόμου πρέπει να είναι η μείωση του οικολογικού του αποτυπώματος όσο το δυνατόν περισσότερο, διατηρώντας παράλληλα έναν αποδεκτό τρόπο ζωής.

Οι χώρες μειώνουν το οικολογικό τους αποτύπωμα με τον ίδιο τρόπο όπως και οι άνθρωποι. Οι χώρες μπορούν να ελαχιστοποιήσουν την εξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα, να ενθαρρύνουν την ανάπτυξη πόρων ως εναλλακτικές λύσεις στα ορυκτά καύσιμα, να βελτιωθούν οι μέθοδοι καθαρισμού της ρύπανσης και τεχνολογίας σχεδιασμού που επαναχρησιμοποιεί τα περισσότερα από τα απορρίμματα που παράγει η κοινωνία. Οι χώρες πρέπει επίσης να ξεπεράσουν τα εμπόδια από την πολιτική, τις διεθνείς σχέσεις και την κατάσταση των οικονομιών τους

1.2 ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ Ή ΜΗ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ

Η έννοια των ανανεώσιμων έναντι των μη ανανεώσιμων πόρων αποτελεί τον ακρογωνιαίο λίθο της βιωσιμότητας. Οι ανανεώσιμοι πόροι αντικαθίστανται από φυσικές διεργασίες με την πάροδο του χρόνου, αλλά ακόμη και αυτοί πρέπει να διατηρηθούν έτσι ώστε να μην εξαντλούνται ταχύτερα από ό,τι η φύση μπορεί να τους αντικαταστήσει. Αντίθετα, μη ανανεώσιμοι πόροι όπως το πετρέλαιο ή τα ορυκτά σχηματίζονται στη Γη κατά τη διάρκεια εκατομμυρίων ετών. Η Γη μπορεί να αναπληρώσει μη ανανεώσιμους πόρους, αλλά αυτό συμβαίνει σε διάστημα εκατομμυρίων ετών που απαιτούνται για τη μετατροπή της οργανικής ύλης σε ορυκτά καύσιμα. Έχουν οι άνθρωποι πραγματικές πιθανότητες να επηρεάσουν ολόκληρο τον πλανήτη και να διατηρήσουν τον φυσικό του πλούτο; Οι περιβαλλοντολόγοι πιστεύουν ότι ο καθένας μπορεί πράγματι να κάνει μια διαφορά στη βιωσιμότητα των κτιρίων με τις ακόλουθες δράσεις: μείωση, επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση.

Οι εταιρείες ενέργειας θα ήταν σοφό να μην εξαντλήσουν τους πόρους γρηγορότερα από ό,τι τους αντικαθιστά η Γη, μια διαδικασία γνωστή ως επαναφόρτιση. Ωστόσο, η αποκατάσταση των ανανεώσιμων πόρων έχει γίνει όλο και πιο δύσκολη λόγω του αυξανόμενου παγκόσμιου πληθυσμού. Αν και πολλοί παράγοντες συμβάλλουν στην αύξηση του πληθυσμού με μη βιώσιμους ρυθμούς, δύο σημαντικές ιστορικές εξελίξεις μπορεί να είχαν τον

μεγαλύτερο αντίκτυπο στον πληθυσμό επειδή αυξάνουν τη διάρκεια ζωής. Πρώτον, η ανάπτυξη του μικροσκοπίου πριν από 275 χρόνια οδήγησε σε μεγαλύτερη γνώση των μικροβίων και σε αυξανόμενη κατανόηση των ασθενειών. Δεύτερον, οι ανέσεις που εισήγαγε η βιομηχανική επανάσταση ανακούφισαν την ανάγκη για χειρωνακτική εργασία σε πολλές βιομηχανίες. Εν ολίγοις, η ζωή είχε γίνει λιγότερο απαιτητική σωματικά και η ιατρική είχε μειώσει το ποσοστό βρεφικής θνησιμότητας και είχε επιμηκύνει τη διάρκεια ζωής. Οι πληθυσμοί στις ανεπτυγμένες και αναπτυσσόμενες περιοχές άρχισαν να υφίστανται εκθετική αύξηση, πράγμα που σημαίνει ότι ο αριθμός των ανθρώπων αυξάνεται με όλο και ταχύτερο ρυθμό σε σύντομο χρονικό διάστημα.

Η εκθετική αύξηση του πληθυσμού είναι ο πιο σημαντικός παράγοντας στο αυξανόμενο οικολογικό αποτύπωμα των ανθρώπων. Σε αυτή τη δεκαετία, οι άνθρωποι εξαντλούν τους πόρους 21 τοις εκατό γρηγορότερα από ό, τι η Γη μπορεί να τους επαναφορτίσει. Οι περιβαλλοντολόγοι επιστήμονες περιγράφουν αυτό το πρόβλημα ως τον αριθμό των καθαρών γαιών που χρειάζονται οι άνθρωποι για να υποστηρίξουν τις δραστηριότητές τους. Επί του παρόντος, οι άνθρωποι χρειάζονται 1,21 Γαίες για να υποστηρίξουν την τρέχουσα κατανάλωση πόρων.

1.3 ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ

Το αργό πετρέλαιο, που ονομάζεται επίσης πετρέλαιο, είναι ένα παχύ υγρό που βρίσκεται σε υπόγειους βραχώδεις σχηματισμούς. Η βιομηχανία πετρελαίου εξάγει αργό πετρέλαιο από το έδαφος και στη συνέχεια το χαλιναγωγεί σε προϊόντα όπως η βενζίνη. Το αργό πετρέλαιο περιέχει ένα πολύπλοκο μείγμα ενώσεων που κατασκευάζονται σε αλυσίδες άνθρακα με μόρια υδρογόνου προσαρτημένα σε κάθε κρίκο της αλυσίδας. Το εκχυλισμένο αργό πετρέλαιο περιέχει επίσης μικρές ποσότητες θείου, οξυγόνου και ενώσεων αζώτου που αναμιγνύονται με τους υδρογονάνθρακες. Η αρχή της χαλιναγωγής του πετρελαίου είναι η απομάκρυνση των προσμείξεων του αργού πετρελαίου, δηλαδή οτιδήποτε δεν είναι υδρογονάνθρακας.

Οι επαναποθετήσεις πετρελαίου καθαρίζουν το αργό πετρέλαιο θερμαίνοντάς το για να οδηγήσουν τις δυσκολίες. Το βήμα θέρμανσης για τον καθαρισμό ενός υγρού ονομάζεται απόσταξη. Τα ελαφρά, ευεξάτμιστα (εύκολα εξαμιζόμενα) υλικά όπως τα αέρια αφήνουν κρούστα και τα λιγότερο πτητικά συστατικά, όπως η άσφαλτος, παραμένουν στο μείγμα περισσότερο. Τα διυλιστήρια ανακτούν τα ακόλουθα συστατικά από το αργό πετρέλαιο: αέρια, βενζίνη, αεροπορικά καύσιμα, πετρέλαιο θέρμανσης, πετρέλαιο ντίζελ, διαλύτες νάφθας, γράσα, λιπαντικά, κεριά και άσφαλτος.

Τα διυλιστήρια αποστάζουν περαιτέρω μερικά από τα συστατικά για τη συλλογή συγκεκριμένων χημικών ουσιών που ονομάζονται πετροχημικά. Οι διαφορετικές βιομηχανίες έχουν ανάγκη από ειδικά πετροχημικά που ποικίλλουν κυρίως ανάλογα με τους τύπους υδρογονανθράκων που περιέχουν. Τα πετροχημικά εισέρχονται επί του παρόντος στην παραγωγή των ακόλουθων υλικών: οργανικοί διαλύτες, φυτοφάρμακα, πλαστικά, συνθετικά υφάσματα, χρώματα και ορισμένα φάρμακα.

Τα σημερινά παγκόσμια αποθέματα αργού πετρελαίου εξακολουθούν να περιέχουν αρκετά για να διαρκέσουν αρκετές δεκαετίες. Σε κάποιο σημείο, ωστόσο, η δημιουργία νέων αποθεμάτων, η γεώτρηση και η εξόρυξη του

πετρελαίου δεν θα συμβούν αρκετά γρήγορα για να καλύψουν την παγκόσμια ζήτηση πετρελαίου. Οι Ηνωμένες Πολιτείες έφτασαν σε αυτό το κρίσιμο σημείο περίπου το 1970, όταν η παραγωγή αργού πετρελαίου για πρώτη φορά σταμάτησε να αυξάνεται σε αυτή τη χώρα και άρχισε να μειώνεται. Οι Η.Π.Α. στράφηκαν σε εισαγωγές από Σαουδική Αραβία, Μεξικό, Καναδάς, Βενεζουέλα, Νιγηρία και Ιράκ, συν μικρά ποσά από άλλες χώρες, για να καλύψουν τη διαφορά. Συνολικά, οι προμήθειες πετρελαίου των ΗΠΑ προέρχονται από τα μέρη που αναφέρονται στον παρακάτω πίνακα. οι υπόλοιπες ανάγκες των ΗΠΑ σε πετρέλαιο προέρχονται από εγχώριες πηγές κυρίως στον Κόλπο του Μεξικού. Από το σύνολο της παραγωγής πετρελαίου των ΗΠΑ, ο Κόλπος του Μεξικού προμηθεύει περισσότερο από το διπλάσιο της ποσότητας πετρελαίου από οποιαδήποτε άλλη περιοχή.

Πηγές για αμερικάνικο αργό πετρέλαιο		
περιοχή	Ποσοστό συνολικής κατανάλωσης των Η.Π.Α	Μεμονωμένες περιφέρειες συνεισφέροντας τουλάχιστον το 10%
Κύριες πηγές		
Βόρεια Αμερική	33.56	Καναδάς(52), Μεξικό(38), ΗΠΑ(7)
Αφρική	19.95	Νιγηρία(42), Αλγερία(24), Αγκόλα(20)
Μέση ανατολή	17.05	Σαουδική Αραβία(64), Ιράκ(24), Κουβέιτ(10)
Νότια Αμερική	15.98	Βενεζουέλα(66), ισημερινός(13)
Ευρώπη	11.54	Ρωσία(24), ηνωμένο βασίλειο(18), κάτω χώρες(13), Νορβηγία(13)
Δευτερεύουσες πηγές		
Ασία	1.86	Βιετνάμ(2), Αζερμπαϊτζάν(1), κίνα(1)
Ωκεανία (Αυστραλία, νέα Ζηλανδία, νησιά ππαίστες)	006	Αυστραλία (100)
Πηγή: John udel		

Η ακριβής ποσότητα αργού πετρελαίου στα παγκόσμια αποθέματα πετρελαίου δεν έχει προσδιοριστεί, παρόλο που οι ειδικοί έχουν δοκιμάσει διάφορες μεθόδους για να υπολογίσουν τον υπόλοιπο όγκο. Η συγγραφέας Σόνια Σαχ επεσήμανε στο βιβλίο της *Crude* του 2004 *Crude: history of Oil*, "το μέγεθος των αποθεμάτων πετρελαίου υπολογίζεται γενικά από μηχανικούς ταμειυτήρων που απασχολούνται σε πετρελαϊκές εταιρείες». Μόλις οι πετρελαϊκές εταιρείες καθορίσουν τι πιστεύουν ότι είναι ένας ακριβής υπολογισμός του μεγέθους ενός αποθέματος πετρελαίου, οι εταιρείες αυτές μπορεί να είναι απρόθυμες να δημοσιοποιήσουν τις πληροφορίες για τους ακόλουθους τρεις λόγους: (1) για να προστατεύσουν το καθεστώς των δραστηριοτήτων εισαγωγής ή εξαγωγής πετρελαίου της χώρας τους, (2) για τον καλύτερο έλεγχο των τιμών των καυσίμων και (3) για την προστασία της εθνικής ασφάλειας.

Η εκτίμηση ενός αποθέματος πετρελαίου ξεκινά με τη γεώτρηση μιας εκτίμησης για να εκτιμηθεί η έκταση του υπόγειου αποθέματος και να ληφθούν δείγματα υπόγειων πετρωμάτων για μελέτη από γεωλόγους. «Ωστόσο, ακόμη και με τις πιο ευαίσθητες στατιστικές δοκιμές και την πιο προηγμένη προσπάθεια πετροχημείας», έγραψε ο Shah, «αυτό που αποκαλύπτουν τα ελαιώδη δείγματα στο εργαστηριακό τραπέζι για τους σχηματισμούς κάτω από το έδαφος είναι περιορισμένο». Η πετροχημεία είναι μια ειδικότητα στην χημεία που σχετίζεται με τα χαρακτηριστικά των ενώσεων που βρίσκονται στο αργό πετρέλαιο. Ο Shah ανέφερε επίσης τον γεωλόγο πετρελαίου Robert Stoneley της Βασιλικής Σχολής Ορυχείων στο Λονδίνο της Αγγλίας: "Μέχρι να παράγουμε πραγματικά όλο το πετρέλαιο που θα έχουμε ποτέ, είμαστε ενήμεροι για μεγαλύτερο ή μικρότερο βαθμό αβεβαιότητας." Για να περιπλέξουν τα πράγματα, οι πετρελαϊκές εταιρείες αλλάζουν τις ενδείξεις τους με την πάροδο του χρόνου, καθώς χρησιμοποιούν πιο εξελιγμένες μεθόδους για να συσσωματώσουν τα αποθέματα πετρελαίου και οι χώρες μπορεί να αντισταθμίσουν την αλήθεια σχετικά με τα αποθέματα πετρελαίου τους για πολιτικούς λόγους. Παρόλο τα άγνωστα σημεία σχετικά με τα αποθέματα πετρελαίου, οι επιστήμονες και οι μη επιστήμονες μπορούν να συμφωνήσουν στα ακόλουθα χαρακτηριστικά του παγκόσμιου αργού πετρελαίου:

- τα ακόλουθα έθνη κατέχουν τα μεγαλύτερα αποθέματα πετρελαίου, κατά σειρά: Σαουδική Αραβία, Καναδάς, Ιράν, Ιράκ, Ηνωμένα Αραβικά Εμιράτα, Κουβέιτ, Βενεζουέλα, Ρωσία, Λιβύη και Νιγηρία.
- Οι Ηνωμένες Πολιτείες καταναλώνουν το περισσότερο πετρέλαιο (σχεδόν 21 εκατομμύρια βαρέλια την ημέρα), περίπου τρεις φορές από τον επόμενο μεγαλύτερο καταναλωτή.
- Η Κίνα και η Ιαπωνία καταναλώνουν τους επόμενους μεγαλύτερους όγκους, περισσότερα από 7 και 5 εκατομμύρια ημερήσια βαρέλια, αντίστοιχα.
- Η Σαουδική Αραβία κατέχει τα μεγαλύτερα αποθέματα πετρελαίου, περίπου 262 δισεκατομμύρια βαρέλια, ακολουθούμενη από τον Καναδά με περίπου 180 δισεκατομμύρια βαρέλια.
- το χάσμα κατανάλωσης πετρελαίου στις ΗΠΑ αυξάνεται, γεγονός που καθιστά τη χώρα πιο εξαρτημένη από τις εισαγωγές πετρελαίου και τα καύσιμα που αντικαθιστούν το πετρέλαιο.

Από όλες τις χώρες του κόσμου, οι Ηνωμένες Πολιτείες έχουν το μεγαλύτερο και ταχύτερα αναπτυσσόμενο χάσμα κατανάλωσης, που υπολογίζεται ως εξής:

κατανάλωση πετρελαίου – παραγωγή πετρελαίου = κενό κατανάλωσης

Η Κίνα ακολουθεί στενά πίσω από τις Ηνωμένες Πολιτείες στην κατανάλωση πετρελαίου και από το 1993 η Κίνα έχει γίνει επίσης εισαγωγέας πετρελαίου επειδή τα αποθέματά της δεν μπορούν να καλύψουν τη ζήτησή της. Ακόμη και οι τεράστιες πετρελαιοκηλίδες στην ανατολική Κίνα μειώνονται από το 1980. Συνεπώς, η απόφαση να δοθεί έμφαση στις εναλλακτικές και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας μπορεί να αποδοθεί σε δύο παράγοντες: (1) στην ρύπανση που προκαλείται από την καύση καυσίμων πετρελαίου και (2) στην αναπόφευκτη μείωση των αποθεμάτων πετρελαίου.

1.4 Η ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΤΟΥ ΗΛΙΟΥ ΠΟΥ ΑΠΟΘΗΚΕΥΕΤΑΙ ΣΤΗΝ ΓΗ

Η ενέργεια που ήταν αποθηκευμένη στο αργό πετρέλαιο της Γης προερχόταν αρχικά από τον Ήλιο. Κατά τη διάρκεια χιλιάδων ετών, η παραγωγή όλων των τύπων ζωής στη Γη ευδοκίμησε, πέθανε και στη συνέχεια αποσυντέθηκε. Οι άνθρωποι δεν μπορούν να αναπαράγουν τη διαδικασία με την οποία η Γη σχημάτισε αργό πετρέλαιο, αλλά μπορούν να αναπτύξουν άλλους τρόπους για να επωφεληθούν από την απόλυτη πηγή όλης της ενέργειας, σε όλες τις μορφές της, στη Γη σήμερα, τον Ήλιο.

Η ζωή στη Γη χρησιμοποιεί την ενέργεια του Ήλιου είτε με έμμεσο είτε με άμεσο τρόπο. Τα παγκόσμια αποθέματα πετρελαίου έχουν αποθηκεύσει την ενέργεια του Ήλιου για εκατομμύρια χρόνια ως ένα πολύπλοκο μείγμα ενώσεων άνθρακα. Όταν οι άνθρωποι χρησιμοποιούν διυλισμένα προϊόντα πετρελαίου για να λειτουργήσουν κινητήρες, χρησιμοποιούν έμμεσα την ενέργεια του Ήλιου. Αντίθετα, ένα σπίτι που θερμαίνεται από το φως του ήλιου που εισέρχεται μέσω των παραθύρων χρησιμοποιεί την ενέργεια του Ήλιου με άμεσο τρόπο.

Η ενέργεια είναι το μέσο για να εκτελέσεις μία εργασία. Το περπάτημα, η πληκτρολόγηση σε ένα πληκτρολόγιο και η θέρμανση ενός δωματίου είναι παραδείγματα ενεργειών που απαιτούν ενέργεια. Ο πολιτισμός έχει επινοήσει τρόπους για να χρησιμοποιήσει την ενέργεια του Ήλιου που αποθηκεύει η Γη στις ακόλουθες έξι μορφές:

- ηλεκτρική ενέργεια από το χαμηλό των ηλεκτρονίων
- μηχανική ενέργεια σε πράγματα όπως οι κινητήρες
- φως ή ακτινοβολούμενη ενέργεια από τον ήλιο
- θερμότητα
- χημική ενέργεια στους δεσμούς που συγκρατούν την ύλη μαζί
- πυρηνική ενέργεια στους πυρήνες των ατόμων

Το ηλιακό φως ταξιδεύει στη Γη με τη μορφή ενέργειας που ονομάζεται ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία. Η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία κινείται στο

διάστημα με την ταχύτητα του φωτός, 186.000 μίλια το δευτερόλεπτο (300.000 km/s), και συμπεριφέρεται σαν ένα κύμα σε μια λίμνη με γούρνες και κορυφές. Ένα μήκος κύματος είναι η απόσταση από κορυφή σε κορυφή ή γούρνα σε γούρνα σε οποιοδήποτε τύπο κύματος. Το ηλιακό φως περιέχει ένα εύρος κυμάτων στα οποία το καθένα αντιστοιχεί σε ένα συγκεκριμένο επίπεδο ενέργειας. Για παράδειγμα, τα ραδιοκύματα μεγάλου μήκους κύματος ή φέρουν χαμηλή ποσότητα ενέργειας σε σύγκριση με ακτίνες Χ μικρού μήκους κύματος και υψηλής ενέργειας.

Το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα		
Ηλεκτρομαγνητικός τύπος	Κατά προσέγγιση	Γενικό περιεχόμενο ενέργειας
Κοσμική	$< 10^{-14}$	Πολύ υψηλό
Γάμμα	$10^{-14} - 10^{-12}$	Υψηλό
Ακτίνες Χ	$10^{-12} - 10^{-8}$	Υψηλό
Υψηλή υπεριώδης	$10^{-8} - 10^{-7}$	υψηλό
Χαμηλή υπεριώδης	$10^{-7} - 10^{-6}$	Μέτρια υψηλό
Ορατό φως	$10^{-6} - 10^{-5}$	Μέτριο
Χαμηλό υπέρυθρο	10^{-5}	Μέτρια χαμηλό
Υψηλό υπέρυθρο	$10^{-5} - 10^{-3}$	Χαμηλό
Μικροκύματα	$10^{-3} - 10^{-2}$	Χαμηλό
Τηλεόραση	$10^{-2} - 10^{-1}$	Πολύ χαμηλό
ράδιο	1	Πολύ χαμηλό

Η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία του Ήλιου προέρχεται από αντιδράσεις πυρηνικής σύντηξης στις οποίες τεράστιες ποσότητες αερίου υδρογόνου διασπώνται για να σχηματίσουν ήλιο και ενέργεια. Έως και το 99 τοις εκατό του υδρογόνου συνδυάζεται για να σχηματίσει μόρια ηλίου και μόνο το 1 τοις εκατό των αντιδράσεων σύντηξης παράγουν ενέργεια διαθέσιμη στο ηλιακό σύστημα. Ωστόσο, ο Ήλιος παράγει 386^{33} ergs ενέργειας ανά δευτερόλεπτο που ισοδυναμεί με 386×10^{18} μεγαβάτ. Για να θέσουμε αυτές τις μονάδες ενέργειας σε προοπτική, η έκρηξη 2,2 λιβρών (1 kg) TNT απελευθερώνει 1 μεγαβάτ ενέργειας.

Ο Ήλιος εκπέμπει ενέργεια ως ακτίνες γάμμα, οι οποίες ταξιδεύουν προς τα έξω στο διάστημα. Καθώς οι ακτίνες γάμμα ταξιδεύουν προς τη Γη, χάνουν ενέργεια με τη μορφή θερμότητας. Μέχρι τη στιγμή που η ακτινοβολία του Ήλιου φτάσει στη Γη, τα γάμμα έχουν μετατραπεί σε ακτινοβολία κυρίως στο ορατό εύρος του φωτός, που σημαίνει φως που μπορούν να δουν οι άνθρωποι. Οι φωτοσυνθετικοί οργανισμοί, η ζωή των φυτών και μερικά μικρόβια, συλλαμβάνουν την ακτινοβολία ενέργεια του Ήλιου, που ονομάζεται ηλιακή ενέργεια, όταν το φως του ήλιου χτυπά τον επιφάνεια της Γης. Τα φυτά

χρησιμοποιούν μέρος αυτής της ενέργειας. Τα ζώα που τρώνε τα φυτά ή τα φωτοσυνθετικά μικρόβια λαμβάνουν στη συνέχεια την ενέργειά τους. Όταν τα μεγαλύτερα ζώα λυμάνονται μικρότερα ζώα, ο θηρευτής παίρνει ένα μέρος της ηλιακής ενέργειας και ούτω καθεξής έως ότου η ηλιακή ενέργεια μεταφερθεί σε ολόκληρη την τροφική αλυσίδα. Τα ζώα χρησιμοποιούν την ενέργεια για να κινούνται, να αναπνέουν, να σκέφτονται και για λειτουργίες που τα κρατούν ζωντανά. Σε κάθε σημείο στο οποίο η ενέργεια του Ήλιου μεταφέρεται από ένα είδος ζωντανού οργανισμού σε ένα άλλο, μια μικρή ποσότητα ενέργειας διαχέεται ως θερμότητα.

Ένα άτομο, ένα φυτό ή ένα μικρόβιο δεν μπορεί να μεταφέρει την ηλιακή ενέργεια ως μια μπάλα φωτός, έτσι τα ζωντανά πράγματα χρησιμοποιούν ένα άλλο είδος νομίσματος για να μεταφέρουν ενέργεια από οργανισμό σε οργανισμό. Η φωτοσύνθεση χτίζει ενώσεις που περιέχουν άνθρακα, που ονομάζονται οργανικές ενώσεις, για την αποθήκευση ενέργειας. Όταν τα ζώα τρώνε φυτά ή άλλα ζώα, παίρνουν το μεγαλύτερο μέρος της ενέργειας που χρειάζονται από οργανικές ενώσεις.

1.5 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ

Ο άνθρακας είναι το έκτο πιο άφθονο στοιχείο στη Γη, αλλά αντιπροσωπεύει μόνο το 0.09 τοις εκατό της μάζας του φλοιού της Γης. Ο άνθρακας εμφανίζεται φυσικά σε όλα τα ζωντανά κύτταρα και είναι ένα κύριο συστατικό σε πρωτεΐνες, λίπη, υδατάνθρακες, νουκλεϊκά οξέα (δεσοξυριβονουκλεϊνικό οξύ [DNA] και ριβονουκλεϊκό οξύ [RNA]) και βιταμίνες. Στην πραγματικότητα, από όλες τις ενώσεις που διατηρούν τη ζωή στη Γη, μόνο τα μεταλλικά άλατα, το νερό και το αέριο οξυγόνου στερούνται άνθρακα. Τα ορυκτά καύσιμα της Γης, άνθρακας, πετρέλαιο και φυσικό αέριο, περιέχουν επίσης άνθρακα ως κύριο στοιχείο τους, επειδή προήλθαν αρχικά από έμβια όντα, πριν από εκατομμύρια χρόνια. Στην επιφάνεια της Γης, τα δάση, ο ωκεανός και τα ορυκτά καύσιμα λειτουργούν ως τις κύριες αποθήκες άνθρακα.

Οι άνθρωποι είναι όπως κάθε άλλος ζωντανός οργανισμός. Δεν μπορούν να υπάρξουν χωρίς άνθρακα. Ως εκ τούτου, ο άνθρακας έχει καταστεί πολύτιμο αγαθό στην κοινωνία. Ωστόσο, προκαλεί επίσης δύο βλάβες στο περιβάλλον. Πρώτον, ο άνθρακας με τη μορφή αερίων διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) ή μεθανίου (CH₄) αποτελεί μέρος των αερίων θερμοκηπίου της ατμόσφαιρας. Τα αέρια του θερμοκηπίου έχουν βοηθήσει τη ζωή σε όλη την ιστορία της Γης κρατώντας τη θερμική ενέργεια του Ήλιου και καθιστώντας τον πλανήτη ένα εύκρατο μέρος για να εξελιχθεί η ζωή. Από το 1900 περίπου, ωστόσο, τα αέρια του θερμοκηπίου έχουν συσσωρευτεί στην ατμόσφαιρα και προκάλεσαν την αύξηση της μέσης παγκόσμιας θερμοκρασίας. Δεύτερον, οι ενώσεις άνθρακα που δίνονται στην καύση ορυκτών καυσίμων συνδυάζονται με άλλα στοιχεία στην ατμόσφαιρα για να σχηματίσουν οξέα που οδηγούν σε όξινη βροχή. Η όξινη βροχή είχε πολύ καταστροφικές επιπτώσεις στην υγεία των φυτών και των δέντρων και στις κανονικές χημικές συνθήκες στον ωκεανό. Ο άνθρακας της Γης θέτει επομένως τους ανθρώπους με ένα δίλημμα: Οι άνθρωποι χρειάζονται άνθρακα ως θρεπτικό συστατικό, αλλά πρέπει να φροντίσουν να διαχειριστούν τη χρήση ενώσεων άνθρακα για να αποφύγουν να βλάψουν τον πλανήτη.

Τα οικονομικά του άνθρακα αντιπροσωπεύουν έναν τρόπο παρακολούθησης των ευεργετικών μορφών άνθρακα, ως υλικού αποθήκευσης ενέργειας, και επιβλαβών μορφών άνθρακα, αερίων του θερμοκηπίου. Τα οικονομικά του άνθρακα συνίστανται στην αγορά ή την πώληση μονάδων άνθρακα, που ονομάζονται carbon ofsets, σε μια παγκόσμια εμπορική αγορά, παρόμοια με τον τρόπο αγοράς και πώλησης μετοχών στο Χρηματιστήριο της Νέας Υόρκης. Στη Βόρεια Αμερική, οι επιχειρήσεις πραγματοποιούν συναλλαγές άνθρακα στο Chicago Climate Exchange, το οποίο άνοιξε το 2003. Ο οικονομολόγος του Πανεπιστημίου του Σικάγου Ronald Coase ανέπτυξε την έννοια της εμπορίας μονάδων άνθρακα στη δεκαετία του 1960. Το άρθρο του του Coase "The Problem of Social Cost" εξέτασε τις σχέσεις μεταξύ των επιχειρηματικών ενεργειών και της ευημερίας των κοινοτήτων στο πλαίσιο του περιβάλλοντος: "το τυπικό παράδειγμα είναι αυτό ενός εργοστασίου από το οποίο ο καπνός έχει επιβλαβείς επιπτώσεις σε όσους καταλαμβάνουν γειτονικές ιδιοκτησίες." Η μετακίνηση του εργοστασίου ή το κλείσιμό του απαιτεί θέσεις εργασίας από την κοινότητα. Μια κοινότητα μπορεί επομένως να αποφασίσει ότι είναι πρόθυμη να υπομείνει τα μειονεκτήματα προς όφελος της διατήρησης των μέσων διαβίωσής της.

Ο Coase έγραψε: «Έχουμε να κάνουμε με ένα πρόβλημα αμοιβαίας φύσης». Με άλλα λόγια, οι άνθρωποι μερικές φορές αναλαμβάνουν αμοιβαίες ενέργειες. σημαίνει ότι μπορεί μερικές φορές να επιλέξουν μια επιβλαβή πορεία δράσης εάν τα κέρδη αυτής της δράσης υπερτερούν των απωλειών.

Η οικονομία του άνθρακα προσπαθεί να επιτύχει μεγαλύτερα οφέλη, μειώνοντας παράλληλα τις αρνητικές επιπτώσεις του άνθρακα στον κόσμο. Ο ακόλουθος πίνακας παρουσιάζει τις κύριες πτυχές της οικονομίας του άνθρακα.

Συναλλαγή άνθρακα	Περιγραφή
ισοδύναμο διοξειδίου του άνθρακα (CO ₂)	ένα μέτρο που χρησιμοποιείται για την ένδειξη της υπερθέρμανσης του πλανήτη δυναμικό εκπομπής αερίων σε σχέση με το CO ₂
Πιστώσεις	ποσότητα CO ₂ που μπορεί να πουλήσει μια επιχείρηση εάν η επιχείρηση διεξάγει δραστηριότητες που είναι γνωστό ότι περιορίζουν τις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου
Αγορές	μέρη ή ιδρύματα που φέρνουν αγοραστές και πωλητές πιστωτικών μορίων άνθρακα από κοινού
εμπορία εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (επίσης εμπορία εκπομπών)	το σύστημα με το οποίο οι εταιρείες πωλούν CO _{2e} σε ρυπαντές (που ονομάζονται επίσης ρυθμιστές άνθρακα)

Εγχώρια εμπορεύσιμη ποσόστωση	ολόκληρη τη διαδικασία αγοράς και πώλησης CO _{2e} με σκοπό τη διανομή της χρήσης απολιθωμάτων καύσιμα και, ως εκ τούτου, μείωση των αερίων εκπομπών του θερμοκηπίου
φόρος	φόρο που επιβάλλεται σε οποιονδήποτε ρυπαίνονται και υπερβαίνει τον νόμιμο όριο εκπομπών, με βάση την ποσότητα εκπομπών που υπερβαίνουν το όριο
Άμεση ενίσχυση	πληρωμή από κυβερνητική υπηρεσία σε οποιαδήποτε επιχείρηση που παράγει λιγότερες εκπομπές από το επιτρεπόμενο όριό του, με βάση το ποσό των εκπομπών κάτω από το όριο
Ανώτατα όρια και εμπορία	σύστημα στο οποίο ορίζεται όριο στο ποσό των εκπομπές που επιτρέπονται από μια επιχείρηση — το ανώτατο όριο— το οποίο, σε περίπτωση υπέρβασης, η επιχείρηση πρέπει να αγοράσει ο στην αγορά εμπορίας εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα.
Καταλογισμένη μονάδα ποσού	εμπορεύσιμη μονάδα CO ₂ υπό μορφή 1 τόνου (0,91 μετρικός τόνος) CO _{2e}

Η εμπορία άνθρακα διαδραματίζει κεντρικό ρόλο στην οικονομία του άνθρακα, αλλά πολλοί άνθρωποι αμφισβητούν εάν η εμπορία άνθρακα συμβάλλει πραγματικά στη ρύπανση και την υπερθέρμανση του πλανήτη. Ένα άτομο ή μια εταιρεία που παραμένει κάτω από το επιτρεπόμενο όριο εκπομπών μπορεί να πουλήσει επιπλέον άνθρακα σε εταιρείες που έχουν υπερβεί τον στόχο εκπομπών τους. Οι επικριτές της εμπορίας άνθρακα λένε ότι το σχέδιο επιτρέπει απλώς στους ρυπαίνοντες να συνεχίσουν να ρυπαίνουν όσο είναι πρόθυμοι να πληρώσουν ένα τέλος. Η εμπορία άνθρακα ανταμείβει τις επιχειρήσεις που παράγουν χαμηλές εκπομπές καθιστώντας δυνατή την απόκτηση επιπλέον χρημάτων με την πώληση πιστωτικών μορίων άνθρακα. Η εμπορία άνθρακα δίνει επίσης στους ρυπαίνοντες επιπλέον χρόνο για να

επιτύχουν όρια εκπομπών που θα γίνουν αυστηρότερα με την πάροδο του χρόνου.

Η διεθνής συνθήκη που ονομάζεται Πρωτόκολλο του Κιότο έχει υποστηρίξει την εμπορία άνθρακα ως όφελος για το περιβάλλον και σύμφωνα με το Chicago Climate Exchange, «Η εφαρμογή φιλικών, βασισμένων στην αγορά μηχανισμών για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου έχει επιτύχει ευρεία πνευματική και πολιτική υποστήριξη. Η ευρεία αποδοχή του για την εμπορία εκπομπών εξελέγη στο Πρωτόκολλο του Κιότο, το οποίο καθιέρωσε αρκετούς μηχανισμούς εμπορίας εκπομπών." Αν και το Chicago Climate Exchange δήλωσε ότι η εμπορία άνθρακα "έχει καλή επιχειρηματική λογική και περιβαλλοντική λογική", άλλοι διαφωνούν. Η αναλύτρια της αγοράς άνθρακα Veronique Bugnion δήλωσε στο San Francisco Chronicle το 2007, «Έχουν επιτύχει [αγορές άνθρακα] πραγματικές μειώσεις στα αέρια του θερμοκηπίου; εδώ δεν υπάρχουν πολλές ενδείξεις μείωσης». Μπορεί να είναι πολύ νωρίς για να πούμε εάν η εμπορία άνθρακα μπορεί να επιβραδύνει την υπερθέρμανση του πλανήτη, αλλά η Παγκόσμια Τράπεζα έχει προβλέψει ότι η εμπορία άνθρακα θα γίνει σύντομα η μεγαλύτερη αγορά εμπορευμάτων στον κόσμο. Από το 2005 έως το 2006, η παγκόσμια αγορά άνθρακα υπερδιπλασίασε την ποσότητα των ισοδύναμων άνθρακα που μετακινήθηκαν μεταξύ αγοραστών και πωλητών. Μόνο το 2008, 5,4 δισεκατομμύρια τόνοι (4,9 δισεκατομμύρια μετρικοί τόνοι) ισοδύναμων άνθρακα άλλαξαν χέρια.

1.6 ΟΙ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΟΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΙ ΜΑΣ ΠΟΡΟΙ

Η μετάβαση από την καύση ορυκτών καυσίμων για την παραγωγή ενέργειας σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας μειώνει τη συνολική ποσότητα άνθρακα που απελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα ως αέριο CO₂. Έξι κύριοι τύποι ανανεώσιμων πηγών ενέργειας έχουν χρησιμοποιηθεί σε βιομηχανικές περιοχές για το σκοπό αυτό και παρατίθενται στον ακόλουθο πίνακα. Όπως δείχνει ο πίνακας, οι ανανεώσιμες τεχνολογίες μπορεί να είναι είτε σύγχρονες εξελίξεις στην παραγωγή ενέργειας είτε αρχαίες τεχνολογίες που ορισμένα μέρη του κόσμου συνεχίζουν να χρησιμοποιούν. Η ηλιακή, η υδάτινη και η αιολική ενέργεια συν την καύση οργανικών αποβλήτων μαζί αντιπροσωπεύουν το 7τοις εκατό της κατανάλωσης ενέργειας στις Ηνωμένες Πολιτείες και περίπου το 20 τοις εκατό παγκοσμίως. Τα ορυκτά καύσιμα και η πυρηνική ενέργεια τροφοδοτούν τα υπόλοιπα.

Από τους κύριους τύπους ανανεώσιμης ενέργειας, μόνο η βιομάζα τοποθετεί CO₂ στην ατμόσφαιρα. Η καύση βιομάζας έχει καλή περιβαλλοντική διάσταση μόνο εάν ο ρυθμός καύσης βιομάζας δεν υπερβαίνει το ρυθμό ανάπτυξης νέων φυτών στη Γη. Με άλλα λόγια, τα φυτά πρέπει να είναι σε θέση να απομακρύνουν περισσότερο CO₂ από την ατμόσφαιρα από ό,τι η καύση στην ατμόσφαιρα.

Πολλές ανανεώσιμες πηγές ενέργειας δεν παράγουν άμεσα χρησιμοποιήσιμη ενέργεια και ο εξοπλισμός πρέπει να μετατρέπει ένα είδος ενέργειας σε άλλη μορφή. Για παράδειγμα, η ενέργεια που περιέχεται στον άνεμο μετατρέπεται μια τουρμπίνα, η οποία τροφοδοτεί μια γεννήτρια που παράγει ηλεκτρική ενέργεια. Η ενέργεια που περιέχεται στην κίνηση, όπως ο άνεμος ή το νερό που χαμηλώνει, είναι κινητική ενέργεια. Μερικές φορές η κινητική ενέργεια βοηθά στη μετατροπή μιας μορφής σε μια άλλη, όπως η

ανεμογεννήτρια που αναφέρεται εδώ, ή μπορεί να χρησιμοποιηθεί η ίδια η κινητική ενέργεια. Ένα βόδι που τραβάει ένα άροτρο σε ένα πεδίο είναι ένα παράδειγμα κινητικής ενέργειας στην εργασία.

Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας			
Πηγή ενέργειας	Ποσοστό ανανεώσιμων πηγών	περιγραφή	Προϊόν
Βιομάζα	53	Καύση φυτικών υλικών και ζωικών αποβλήτων	Θερμότητα και αέριο
Υδροηλεκτρική ενέργεια	36	Νερό που έρχεται από υψηλότερα προς χαμηλότερα υψόμετρα μέσω φραγμάτων	Ηλεκτρισμός
Άνεμος	5	Σύλληψη του ανέμου από τουρμπίνες	Ηλεκτρισμός
γεωθερμική	5	Ατμός και ζεστό νερό από τον μανδύα της γης	Θερμότητα και ηλεκτρισμός
Ηλιακή	1	Απορρόφηση και αποθήκευση θερμότητας από τον ήλιο	Θερμότητα και ηλεκτρισμός
Αναδυόμενες τεχνολογίες			
Καύσιμο υδρογόνου		Καύση αέριου υδρογόνου	Ισχύς για κίνηση
νανοτεχνολογία		χρησιμοποιώντας τις μοναδικές ιδιότητες των υλικών στην κλίμακα μεγέθους των μορίων ή ατόμων	ηλεκτρισμός
Αρχαίες τεχνολογίες			
Νερό		Τροχοί νερού, φράγματα, βάρος	Δύναμη, κίνηση
Άνεμος		Ανεμόμυλοι, πανιά	Δύναμη, κίνηση

Κίνηση (κινητική ενέργεια)	Ζωά, ανθρώπινη άσκηση	Δύναμη, κίνηση
----------------------------	-----------------------	----------------

1.7 ΕΞΥΠΝΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

Ένα ενεργειακό δίκτυο ή ένα δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας αποτελείται από ένα μεγάλο δίκτυο διανομής που μεταφέρει ηλεκτρική ενέργεια ή φυσικό αέριο από τους παραγωγούς στους πελάτες.

Συμβατικά ενεργειακά δίκτυα που χρησιμοποιούνται εδώ και πολλά χρόνια διανέμουν ενέργεια με μονόδρομο τρόπο. Ένας μεγάλος σταθμός παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας παράγει ηλεκτρική ενέργεια, η οποία εισέρχεται σε γραμμές υψηλής τάσης που μεταφέρουν την ηλεκτρική ενέργεια σε μικρότερες, τοπικές ηλεκτρικές επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας. Τα υδροηλεκτρικά φράγματα και οι σταθμοί παραγωγής ενέργειας με κόκκινο άνθρακα τροφοδοτούν το μεγαλύτερο μέρος της ηλεκτρικής ενέργειας σε αυτό το είδος ενεργειακού δικτύου. Παρόλο που οι πελάτες πληρώνουν για την ηλεκτρική ενέργεια που παίρνουν, ένα σημαντικό ποσό ενέργεια σπαταλάτε όταν οι άνθρωποι δεν αποσυνδέουν ηλεκτρονικές συσκευές όταν δεν χρησιμοποιούνται. Στο άλλο άκρο του δικτύου, οι μονάδες άνθρακα παράγουν ανησυχητική ποσότητα εκπομπών, ακόμη και αν είναι εξοπλισμένες με συσκευές μείωσης των εκπομπών, όπως πλυντρίδες. Τα υδροηλεκτρικά φράγματα ευθύνονται επίσης για τη βλάβη των παρόχθιων οικοσυστημάτων με την απελευθέρωση ζεστού νερού διεργασίας στο περιβάλλον.

Τα έξυπνα ενεργειακά δίκτυα βελτιώνουν τη συμβατική διανομή ενέργειας με δύο τρόπους. Πρώτον, τα ευφυή ενεργειακά δίκτυα μεγιστοποιούν τη χρήση εναλλακτικών πηγών ενέργειας που παρέχουν ηλεκτρική ενέργεια χωρίς να προκαλούν την περιβαλλοντική βλάβη που σχετίζεται με τα φράγματα και την καύση άνθρακα. Οι μεγάλοι σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής και τα χιλιόμετρα ηλεκτρικών γραμμών μπορούν να εξαλειφθούν με τη χρήση έξυπνων ενεργειακών δικτύων. Δεύτερον, τα έξυπνα ενεργειακά δίκτυα μπορούν να σχεδιαστούν για να εξαλείψουν ή να ελαχιστοποιήσουν τα απόβλητα επιτρέποντας ένα είδος αμφίδρομης χαμηλής ηλεκτρικής ενέργειας.

Ένα έξυπνο ενεργειακό δίκτυο αποτελείται από δύο κύρια στοιχεία: έναν σταθμό παραγωγής ενέργειας και ένα μηχανογραφημένο σύστημα που παρακολουθεί συνεχώς τη χρήση ηλεκτρικής ενέργειας. Τα μελλοντικά έξυπνα δίκτυα πιθανότατα θα χρησιμοποιούν ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Το μηχανογραφημένο σύστημα παρακολούθησης παρακολουθεί τους χρόνους και τις τοποθεσίες της υψηλότερης χρήσης ηλεκτρικής ενέργειας και μπορεί να ανακατευθύνει την ισχύ ανά πάσα στιγμή από τοποθεσίες χαμηλής χρήσης σε τοποθεσίες υψηλής χρήσης. Τα προηγμένα έξυπνα δίκτυα ενδέχεται σύντομα να συνδεθούν με έξυπνες συσκευές στο σπίτι, οι οποίες αισθάνονται επίσης τους χρόνους αιχμής χρήσης. Οι συσκευές στέλνουν πληροφορίες στο δίκτυο για να υποδείξουν μικρότερη ή μεγαλύτερη ανάγκη για ηλεκτρική ενέργεια. Σε περιόδους υψηλής και σταθερής χρήσης ενέργειας, όπως τα βράδια όπου οι υπολογιστές, οι συσκευές κουζίνας και τα συστήματα θέρμανσης ή ψύξης λειτουργούν ταυτόχρονα, τα έξυπνα δίκτυα αναλύουν την ενέργεια με κλιμακωτό τρόπο για να μειώσουν την καταπόνηση και τη σπατάλη σε ολόκληρο το σύστημα.

Ο Λου Σβαρτς και ο Ράιαν Χόντουμ, υπεύθυνοι για το RenewableEnergyWorld.com το 2008, εξήγησαν: «Στις Ηνωμένες Πολιτείες... αν και η μετάδοση το δίκτυο είναι 99,97 τοις εκατό αξιόπιστο, οι σύντομες διακοπές ρεύματος έχουν κοστίζει στη χώρα σχεδόν 100 δισεκατομμύρια δολάρια κάθε χρόνο. εκτός από ενισχυμένη αξιοπιστία, τα δίκτυα υπόσχονται να αυξήσουν την αποδοτικότητα της διανομής και της χρήσης ενέργειας, με αντίστοιχη εξοικονόμηση ενέργειας και κατανάλωσης ενέργειας». Ή Κίνα αυτή τη στιγμή σχεδιάζει να αναθεωρήσει την παροχή ηλεκτρικής ενέργειας υιοθετώντας έξυπνα ενεργειακά δίκτυα, και η Ευρώπη και η Αυστραλία έχουν επίσης πραγματοποιήσει επενδύσεις σε έξυπνα συστήματα.

1.8 ΚΟΙΝΩΝΙΚΕΣ ΠΤΥΧΕΣ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Οι ιδιοκτήτες κατοικιών και οι επιχειρήσεις αναφέρουν το κόστος των νέων εναλλακτικών πηγών ενέργειας ως λόγο για να παραμείνουν με τη συμβατική ενέργεια που παρέχεται από σταθμούς παραγωγής ενέργειας. Η ηλιακή ενέργεια έχει πράγματι μεγάλο τίμημα και σε ορισμένες περιπτώσεις τα χρήματα που εξοικονομούνται σε μικρότερους λογαριασμούς ηλεκτρικού ρεύματος δεν πληρώνουν για την τιμή αγοράς και εγκατάστασης του συστήματος μέχρι δεκαετίες αργότερα. Για αυτόν τον λόγο, πολλοί άνθρωποι θεωρούν εναλλακτικές ενέργειες όπως η ηλιακή ένα είδος πολυτελείας.

Σε φτωχά μέρη του κόσμου, εκατομμύρια άνθρωποι λιμοκτονούν και δεν ανησυχούν για τον αποδοτικό ενεργειακό εφοδιασμό. Ωστόσο, η βιώσιμη χρήση της ενέργειας στις αναπτυσσόμενες περιοχές του κόσμου ενθαρρύνει τη χρήση τοπικών πόρων, μειώνει την απειλητική για την υγεία ρύπανση και δημιουργεί θέσεις εργασίας. Κανείς δεν έχει αποδείξει ότι η βιώσιμη ενέργεια μπορεί να συμβάλει στην ανακούφιση της φτώχειας. Ωστόσο, οι βιώσιμες πρακτικές κάνουν τους ανθρώπους να γνωρίζουν καλύτερα το περιβάλλον τους και την πιθανή καταστροφή του. Επιπλέον, οι αναπτυσσόμενες περιοχές δεν χρειάζεται να ανατρέψουν συνήθειες που συνδέονται με τον βιομηχανοποιημένο κόσμο, όπως η χρήση πολυάριθμων ηλεκτρονικών συσκευών, μεγάλων ενεργειακών κατοικιών και πολυτέλειες υψηλής συντήρησης (πισίνες, σπορ αυτοκίνητα, κονσόλες βιντεοπαιχνιδιών κ.λπ.). Εξαιτίας αυτού, τα βιομηχανικά έθνη και οι διεθνείς οργανισμοί μπορούν να βοηθήσουν τα αναπτυσσόμενα μέρη του κόσμου να οικοδομήσουν τη βιωσιμότητα από την αρχή.

Οι χώρες που έχουν βυθιστεί στη φτώχεια για γενιές και οι οποίες τώρα κάνουν τολμηρά βήματα προς την εκβιομηχάνιση έχουν μετατραπεί από μέρη με ενεργειακή απόδοση σε μέρη υψηλής κατανάλωσης ενέργειας. Και οι δύο χώρες βασίζονται στο πετρέλαιο και τον άνθρακα για την παραγωγή ενέργειας και οι σταθμοί παραγωγής ενέργειας παράγουν τεράστια ρύπανση. Ο ανταποκριτής του BBC James Reynolds περιέγραψε μια κατάσταση στην επαρχία Shanxi της Κίνας: «Σε θερμοκρασία -10°C (14°F), στην γκρίζα-μπλε αυγή, δύο μαθητές έχουν μια άχαρη δουλειά να ολοκληρώσουν. Προορίζονται να σκουπίσουν την αιθάλη, τη βρωμιά και τη βρωμιά από την πύλη του σχολείου. Αλλά αυτό το χωριό περιβάλλεται από ανθρακωρυχεία και σταθμούς παραγωγής ενέργειας, οπότε είναι αδύνατο να καθαριστεί κάτι τέτοιο.» Το περιβάλλον σίγουρα θα φαινόταν καλύτερο αν αυτές οι χώρες είχαν

χτίσει τις βιομηχανικές τους επαναστάσεις με βάση βιώσιμα καύσιμα και όχι μη ανανεώσιμα και ρυπογόνα ορυκτά καύσιμα.

Ορισμένες χώρες που έχουν δημιουργήσει ισχυρές βιομηχανικές οικονομίες όπως Κίνα, Ινδία, τμήματα της Μέσης Ανατολής, Νότια Κορέα, έχουν αναπτύξει υπάρχουσες συμβατικές πηγές ενέργειας και όχι νέες τεχνολογίες. Όταν μια μεγάλη χώρα ή μια μικρή κοινότητα αποφασίζει για τους τύπους πηγών ενέργειας που θα χρησιμοποιήσει, η απόφαση περιλαμβάνει περισσότερα από σχέδια για σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής και γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας. Οι ενεργειακές αποφάσεις θα πρέπει να βασίζονται στην οικονομία κάθε περιοχής, στους τοπικούς πόρους της και στην προθυμία και την ικανότητα των επικεφαλής να συνεργαστούν με τους πολίτες για να κάνουν τις σωστές ενεργειακές επιλογές. Η ομοσπονδιακή κυβέρνηση των ΗΠΑ έχει αναπτύξει διάφορες υπηρεσίες που παρακολουθούν τη νομοθεσία για την ενέργεια, αξιολογεί νέες τεχνολογίες, και καθοδηγεί τις ανθρώπους για το πώς να κάνουν υγιείς επιλογές εξοικονόμησης ενέργειας.

1.9 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΣΤΗΝ ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ

Το Παγκόσμιο Ινστιτούτο Ενεργειακών Δικτύων εργάζεται από το 1986 για να βοηθήσει στο σχεδιασμό ενός παγκόσμιου συστήματος διανομής ενέργειας. Ως μέρος του σχεδίου του ινστιτούτου του Σαν Ντιέγκο, το νέο δίκτυο θα διανέμει ενέργεια που προέρχεται κυρίως από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Ο επιστήμονας R. Buckminster Fuller παρουσίασε το όραμά του για το παγκόσμιο ενεργειακό δίκτυο: «Η ενσωμάτωση ηλεκτρικής ενέργειας των νυχτερινών και ημερήσιων περιοχών της Γης θα φέρει όλη τη χωρητικότητα σε χρήση ανά πάσα στιγμή, διπλασιάζοντας έτσι εν μία νυκτί την παραγωγική ικανότητα της ανθρωπότητας επειδή θα ενσωματώσει όλες τις πιο ακραίες κορυφές και κοιλάδες νύχτας-ημέρας». Το παγκόσμιο δίκτυο με αυτόν τον τρόπο έχει τη δυνατότητα να κινεί την ενέργεια ανά τον κόσμο, σε μέρη όπου είναι περισσότερο απαραίτητη.

Το μακρόπνοο σχέδιο του Fuller απαιτεί μεγάλες επενδύσεις σε χρήμα και χρόνο συν δέσμευση μεταξύ των εθνών. Σίγουρα ένα παγκόσμιο ενεργειακό δίκτυο θα παρουσίαζε μεγάλα εμπόδια στην πορεία προς την επιτυχία.

Ένα παγκόσμιο ενεργειακό δίκτυο απαιτεί από του ηγέτες να συγκεντρώνουν εμπειρογνώμονες στην ενέργεια για να εργαστούν σε συγκεκριμένες φάσεις τη δημιουργία ενός τέτοιου δικτύου. Κάθε χρόνο, ο ΔΟΕ παρουσιάζει μια ενημέρωση σχετικά με τη χρήση και την παραγωγή ενέργειας στον κόσμο, τις περιοχές με υπερκατανάλωση και τις ιδέες για τη μελλοντική διαχείριση της ενέργειας. Η ακόλουθη λίστα περιέχει τις πιο πρόσφατες παρατηρήσεις για την παγκόσμια ενέργεια:

- Όλες οι τρέχουσες ενεργειακές τάσεις δεν είναι βιώσιμες.
- Το πετρέλαιο πιθανότατα θα παραμείνει η κύρια πηγή ενέργειας.
- Τα πετρελαιοειδή έχουν μειωθεί, οπότε θα χρειαστούν ανεξερύνητα αποθέματα πετρελαίου για να διατηρηθεί η τρέχουσα κατανάλωση.
- Οι χώρες πρέπει να συνεργαστούν για να συγκρατήσουν τη μέση αύξηση της παγκόσμιας θερμοκρασίας στους 3,6 °F (2 °C).
- Η ανάσχεση της τρέχουσας αύξησης της θερμοκρασίας του

πλανήτη απαιτεί χαμηλότερες εκπομπές τόσο στις βιομηχανοποιημένες όσο και στις μη βιομηχανοποιημένες περιοχές.

Ο κόσμος περιέχει διαφορετικές οικονομίες και έθιμα, οπότε η οικοδόμηση ενός παγκόσμιου ενεργειακού προγράμματος θα είναι πολύ δύσκολη. Για παράδειγμα, ένα τυποποιημένο ενεργειακό δίκτυο δεν μπορεί να καλύψει τις ανάγκες της Νέας Υόρκης με τον ίδιο τρόπο που θα εξυπηρετούσε τη Μογγολία. Ο διευθυντής του IEA Nobuo Tanaka δήλωσε σε δελτίο τύπου του 2008: «Δεν μπορούμε να αφήσουμε την οικονομική κρίση [του 2008] να καθυστερήσει τη δράση πολιτικής που απαιτείται επειγόντως για να εξασφαλιστεί ο ασφαλής ενεργειακός εφοδιασμός και να περιοριστούν οι αυξανόμενες εκπομπές αερίων θερμοκηπίου. Πρέπει να εγκαινιάσουμε μια παγκόσμια ενεργειακή επανάσταση βελτιώνοντας την ενεργειακή απόδοση και αυξάνοντας την ανάπτυξη ενέργειας χαμηλών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα.» Με τον όρο «ενέργεια χαμηλών εκπομπών άνθρακα», Tanaka σημαίνει ηλιακή, αιολική, υδάτινη και πυρηνική πηγή αντί για καύση ορυκτών καυσίμων ή ο IEA και άλλοι διεθνείς οργανισμοί καταβάλλουν σημαντικές προσπάθειες για την εξισορρόπηση των τρόπων ελαχιστοποίησης της κατανάλωσης ενέργειας, διακοπής της περιβαλλοντικής αποσύνθεσης και αντιμετώπισης κοινωνικών ζητημάτων όπως η φτώχεια. Στο Παράρτημα Γ παρατίθενται οι κυριότεροι διεθνείς όμιλοι με ενεργά προγράμματα ενεργειακής πολιτικής και σχέδια για την επίτευξη της αειφορίας.

1.10 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι πηγές ενέργειας της Γης είναι επαρκείς για τη διατήρηση της ανθρώπινης ζωής από την έναρξή της. Η ανθρωπότητα στη σημερινή εποχή εξαρτάται κυρίως από τα ορυκτά καύσιμα, πετρέλαιο, φυσικό αέριο και άνθρακα, για να κρατήσει τις βιομηχανικές και μη βιομηχανοποιημένες χώρες σε λειτουργία. Το σχέδιό του λειτούργησε για γενιές, αλλά από τις δεκαετίες του 1970 και του 1980 οι επιστήμονες έχουν στείλει συναγερμούς σχετικά με την ακόρεστη όρεξη του ανθρώπινου πληθυσμού για ενέργεια. Μερικοί μελετητές έχουν υπολογίσει ότι οι άνθρωποι πλησιάζουν σε ένα σημείο στο οποίο έχει εξαντληθεί περισσότερο από το ήμισυ του πετρελαίου. Το φυσικό αέριο και ο άνθρακας φαίνεται να παραμένουν άφθονα, κανένας λογικός άνθρωπος δεν μπορεί να αρνηθεί ότι και αυτοί θα φτάσουν στο τέλος τους.

Η υπερκατανάλωση ενέργειας προέρχεται σίγουρα από την κακοδιαχείριση της ενέργειας, έτσι ώστε να υπάρχει σπατάλη ενέργειας. Η υπερκατανάλωση προέρχεται επίσης από την επιθυμία να κατέχουμε περισσότερα πράγματα από όσα χρειάζονται. Η υπερβολική χρήση ενεργειακών πόρων σχετίζεται επίσης με τον ρυθμό αύξησης του ανθρώπινου πληθυσμού. Ακόμη και αν κάθε άτομο υιοθετούσε έναν τρόπο ζωής που διατηρούσε ενέργεια, ο πληθυσμός απλώς θα υπερέβαινε την ικανότητα της Γης να τη διατηρήσει σε πολλά μέρη.

Οι κυβερνητικοί ηγέτες έχουν προτείνει ότι η λύση σε ένα ενεργειακό χρέος είναι η εισαγωγή περισσότερων κρυμμένων ορυκτών καυσίμων στη Γη. Οι περιβαλλοντολόγοι υποστηρίζουν ότι μια τέτοια εξερεύνηση δεν λύνει το ενεργειακό πρόβλημα και, σε γενικές γραμμές, οδηγεί σε περισσότερη ρύπανση από την καύση περισσότερων ορυκτών καυσίμων. Οι ανανεώσιμες

πηγές ενέργειας από τον Ήλιο, το νερό και τον άνεμο είναι ένα πιο βιώσιμο μέλλον από την εξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας έχουν εμπόδια να ξεπεραστούν για να είμαστε σίγουροι, αλλά κανένα από τα εμπόδια δεν φαίνεται να είναι έξω από τις ικανότητες της ανθρωπότητας. Ίσως η επόμενη γενιά να γνωρίζει ότι οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας έχουν φτάσει όταν η χρήση μη ανανεώσιμων καυσίμων φαίνεται παρωχημένη.

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας δεν έχουν ενιαίο δρόμο προς την επιτυχία. Όπως και η βιομηχανία τηλεπικοινωνιών και η βιομηχανία υπολογιστών πριν από αυτήν, η πρόοδος της ενεργειακής τεχνολογίας θα προέλθει πιθανώς από διαφορετικές προσεγγίσεις για την κάλυψη μιας ανάγκης. Οι κοινότητες που εξαρτώνται από τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας πιθανότατα θα χρησιμοποιήσουν έναν συνδυασμό ηλιακής, αιολικής, υδροηλεκτρικής ενέργειας, ακόμη και πυρηνικής ενέργειας. Όλοι πρέπει επίσης να θυμούνται ότι η βιωσιμότητα, όσο επιτυχημένη και αν είναι, δεν διαρκεί για πάντα. Οι σημερινές καινοτομίες στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας παρατείνουν τη βιωσιμότητα. Καινοτομίες που μόλις έχουν φανταστεί θα χρειαστούν για να επηρεάσουν τη βιωσιμότητα σε 100 χρόνια από τώρα και πέρα.

2. ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ

Η δράση της ανακύκλωσης των αποβλήτων φαίνεται να συμβολίζει την ιδέα της βιωσιμότητας. Η ανακύκλωση μπορεί να γίνει από ένα άτομο που ζει σε ένα μικρό διαμέρισμα ή από ένα τεράστιο εργοστάσιο. Η ανακύκλωση συμπληρώνει δύο συστατικά της βιωσιμότητας. Πρώτον, οι άνθρωποι διατηρούν τους φυσικούς πόρους ανακυκλώνοντας αντικείμενα που οι βιομηχανίες χρησιμοποιούν ως πρώτες ύλες, μειώνει τη ζήτηση που ασκεί η βιομηχανία στο περιβάλλον με την εξόρυξη νέων φυσικών πόρων από τη Γη. Δεύτερον, η ανακύκλωση μειώνει την ποσότητα των αποβλήτων που συσσωρεύονται στη Γη. Η απλή ενέργεια της απόθεσης απορριμμάτων σε διαφορετικούς κάδους ανακύκλωσης βοηθά επίσης να υπενθυμίσει στους ανθρώπους τις ποσότητες απορριμμάτων που παράγουν και μπορεί να τους βοηθήσει να σκεφτούν τρόπους για να τα μειώσουν.

Οι περισσότερες κοινότητες στις Ηνωμένες Πολιτείες έχουν προγράμματα στα οποία συμμετέχουν οικογένειες, επιχειρήσεις και σχολεία. Ορισμένοι επικριτές της ανακύκλωσης, ωστόσο, έχουν επισημάνει ότι τα φιλόδοξα προγράμματα ανακύκλωσης, όσο καλοπροαίρετα και αν είναι, δεν βοηθούν το περιβάλλον. Οι επικριτές πιστεύουν ότι η ανακύκλωση χρησιμοποιεί περισσότερη ενέργεια από όση χρειάζεται για την παραγωγή προϊόντων απευθείας από φυσικούς πόρους. Το 1996, ο συγγραφέας των *New York Times* John Tierney ξεκίνησε τη συζήτηση ανακύκλωσης στο άρθρο του "Η ανακύκλωση είναι σκουπίδια". Ο Tierney δήλωσε ότι ο χώρος για ΧΥΤΑ ήταν άφθονος, παρά τις αποδείξεις για το αντίθετο, και ότι οι ΧΥΤΑ παρείχαν μια σοφότερη προσέγγιση στη διάθεση αποβλήτων από την ανακύκλωση. «Η ανακύκλωση μπορεί να είναι η πιο σπάταλη δραστηριότητα στη σύγχρονη Αμερική», έγραψε, «χάσιμο χρόνου και χρήματος, σπατάλη ανθρώπινων και φυσικών πόρων». Αν το σημείο του Tierney φαινόταν λογικό το 1996, η σημερινή τεχνολογία ανακύκλωσης είναι ανώτερη και η ανακύκλωση παίζει πλέον ζωτικό ρόλο στη βιωσιμότητα.

Ο Εθνικός Συνασπισμός Ανακύκλωσης (NRC) αντέκρουσε την άποψη του Tierney με δεδομένα που δείχνουν πώς η ανακύκλωση εξοικονομεί ενέργεια σε σύγκριση με την παραγωγή προϊόντων από νέες πρώτες ύλες. Τα παρακάτω ανακυκλωμένα υλικά εξοικονομούν ενέργεια σε σύγκριση με την κατασκευή τους:

- Αλουμίνιο, 95 τοις εκατό
- Πλαστικά, 70 τοις εκατό
- Χάλυβας, 60 τοις εκατό
- Χαρτί, 40 τοις εκατό
- Γυαλί, 40 τοις εκατό

Το NRC συμβουλεύει περαιτέρω όλες τις κοινότητες να επικεντρωθούν στα ακόλουθα 10 αντικείμενα για ανακύκλωση, κατά σειρά σπουδαιότητας για τη βιομηχανία, για την εξοικονόμηση της μέγιστης ενέργειας και πόρων συνολικά στο περιβάλλον: αλουμίνιο, πλαστικά μπουκάλια ύλες. Τα πολυαιθυλενίου (PET), εφημερίδα, κυματοειδές χαρτόνι, χαλύβδινα δοχεία,

πλαστικά μπουκάλια πολυαιθυλενίου υψηλής πυκνότητας (HDPE), γυάλινα δοχεία, περιοδικά, μικτό χαρτί και υπολογιστές. Ο παρακάτω πίνακας δείχνει ότι παρά την ανάπτυξη των προγραμμάτων ανακύκλωσης, οι Ηνωμένες Πολιτείες έχουν περιθώρια βελτίωσης στην ανακύκλωση

Η ανακύκλωση δεν θα λύσει όλα τα περιβαλλοντικά δεινά. Για να επιτευχθεί η ικανότητα διατήρησης, οι άνθρωποι πρέπει να κάνουν περισσότερα από την ανακύκλωση για τη διατήρηση των φυσικών πόρων. Αλλά η ανακύκλωση σίγουρα συμβάλλει στη μείωση της ρύπανσης, των αποβλήτων και της εξάντλησης των φυσικών πόρων, ακόμη και αν αυτή από μόνη της δεν μπορεί να αντιμετωπίσει αυτά τα προβλήματα. Η τεχνολογία ανακύκλωσης συνεχίζει να αναπτύσσεται και οι επιχειρηματίες έχουν εφεύρει νέες χρήσεις για τα απόβλητα, ενώ η βιομηχανία ανακύκλωσης έχει βρει τρόπους να κάνει την ανακύκλωση λιγότερο εμπειρική και πιο εξορθολογισμένη.

Ανακύκλωση στις Η.Π.Α		
υλικό	Παραγόμενο βάρος σε εκατομμύρια τόνους	Κατά προσέγγιση % ανάκτησης υλικού μέσω ανακύκλωσης
Χαρτί	86(78)	50
Πλαστικό	29(26)	11
Γυαλί	15(13.6)	100
Ατσάλι	14(12.7)	48
αλουμίνιο	4(3.6)	30
Πηγή: Greenstar North America		

Το κεφάλαιό ανασκοπεί την ιστορία των προγραμμάτων ανακύκλωσης των ΗΠΑ και εξετάζει μεθόδους στις οποίες η τεχνολογία έχει βελτιώσει την εξοικονόμηση ενέργειας. Το κεφάλαιο ασχολείται με ειδικότητες στη βιομηχανία ανακύκλωσης, όπως η ανακύκλωση μετάλλων και καουτσούκ. Εξετάζει επίσης τη χημεία που σχετίζεται με τη μετατροπή ενός απόβλητου υλικού σε ανακυκλωμένο υλικό. Τα καλά διαχειριζόμενα προγράμματα ανακύκλωσης έχουν συμβάλει και πιθανότατα θα συνεχίσουν να βοηθούν στη βιωσιμότητα.

2.1 Η ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΗΣ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗΣ

Η ανακύκλωση είναι μέρος του πολιτισμού εδώ και χιλιάδες χρόνια. Το 1030 , η Ιαπωνία χρησιμοποίησε ένα οργανωμένο σύστημα συλλογής χαρτιού απορριμμάτων για την επίτευξη της μετατροπής του σε νέο ανακυκλωμένο χαρτί. Μικρή ανακύκλωση ή διαχείριση αποβλήτων φαίνεται να έλαβε χώρα κατά τη διάρκεια του Μεσαίωνα. Η ανακύκλωση επέστρεψε, ωστόσο, ως ένας

τρόπος για να γίνουν οι επιχειρήσεις πιο ευνοϊκές. Το 1690, ο Μύλος Ρίτενχαουζ κοντά στη Φιλαδέλφεια μετέφερε κουρέλια από χρησιμοποιημένο βαμβάκι ή λινό σε νέο χαρτί. Η Αγγλία και οι νέες αποικίες ίδρυσαν μια ποικιλία επιχειρήσεων ανακύκλωσης από εκείνο το σημείο και μετά, επαναχρησιμοποιώντας μέταλλα, χαρτί και ύφασμα. Μέχρι τα μέσα του 1800 στις Ηνωμένες Πολιτείες, οι πωλητές που ταξίδευαν από πόρτα σε πόρτα πλήρωναν μερικές πένες σε οικογένειες σε αντάλλαγμα για τυχόν πεταμένα αντικείμενα. Μέχρι το τέλος του αιώνα, ορισμένες πόλεις είχαν δημιουργήσει προγράμματα ανακύκλωσης παρόμοια με τα προγράμματα παραλαβής δίπλα στο πεζοδρόμιο που χρησιμοποιούνται σήμερα.

Οι ανακυκλωτές χάραξαν επιχειρήσεις σε μεγάλες πόλεις στις αρχές του 20ου αιώνα, τοποθετώντας κουτιά αλουμινίου, σπάγκο, καουτσούκ και τσάντες από λινάτσα σε νέες χρήσεις. Πόλεις όπως η Νέα Υόρκη δημιούργησαν οργανωμένα προγράμματα ανακύκλωσης. Το Σικάγο έβαλε τους φυλακισμένους του να εργαστούν για τη διαλογή των αποβλήτων. Ο Α' και ο Β' Παγκόσμιος Πόλεμος αύξησαν την ανάγκη διάσωσης όσο το δυνατόν περισσότερων ανακυκλώσιμων υλικών. Για αυτό το σκοπό, η ομοσπονδιακή κυβέρνηση δημιούργησε την Υπηρεσία Αποκατάστασης Αποβλήτων κατά τη διάρκεια του Α' Παγκοσμίου Πολέμου για να τρέξει μια προσπάθεια ανακύκλωσης. Στον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο, το Τμήμα Διάσωσης του Συμβουλίου Πολεμικής Παραγωγής έτρεξε ένα από τα πιο φιλόδοξα προγράμματα που δημιουργήθηκαν ποτέ.

Η ευημερία επέστρεψε στα χρόνια μετά τον Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο και ήρθε μια ποικιλία προϊόντων ευκολίας που ενθάρρυναν τη διάθεση παρά την επαναχρησιμοποίηση. Μέχρι τη δεκαετία του 1960, τα επικίνδυνα απόβλητα δημιουργούσαν σοβαρές απειλές για την υγεία στην ξηρά και στο νερό. Το κοινό και το Κογκρέσο των ΗΠΑ άρχισαν να βλέπουν τα απόβλητα ως σοβαρό εθνικό πρόβλημα και μέχρι το 1965 το Κογκρέσο ψήφισε τον νόμο περί διάθεσης στερεών αποβλήτων για να βοηθήσει τις τοπικές κυβερνήσεις στη δημιουργία προϊόντων αποβλήτων. Λίγο λίγο, οι πόλεις έχτισαν κεντρικά κέντρα ανακύκλωσης για να βοηθήσουν στην παραλαβή αλουμινίου και χαρτιού.

Η πρώτη Ημέρα της Γης στις 22 Απριλίου 1970, σηματοδότησε μια σχέση μεταξύ του κοινού και του περιβάλλοντος. Οι κοινότητες, οι οικογένειες και οι μαθητές δεσμεύτηκαν για περιβαλλοντικά έργα. Τα απόβλητα, η ρύπανση, η απώλεια οικοτόπων και η βιοποικιλότητα εξελίχθηκαν σε θέματα συζήτησης μεταξύ των καθηγητών πανεπιστημίων καθώς και του κοινού. Άρχισε ένας νέος τύπος περιβαλλοντισμού που ονομάζεται λαϊκός περιβαλλοντισμός. Οι ηγέτες της κοινότητας και του σχολείου υπενθύμισαν σε όποιον θα άκουγε ότι τα άτομα θα μπορούσαν να ενωθούν για έναν μόνο σκοπό και να κάνουν μια διαφορά στην παροχή βοήθειας στο περιβάλλον.

Το 1989, ο αρχαιολόγος William Rathje του Πανεπιστημίου της Αριζόνα οδήγησε τους μαθητές του σε μια εργασία που ονόμασαν "Garbage Project." Η ομάδα του ξεκίνησε να ερευνά τα ΧΥΤΑ για να μάθει για το πώς οι Αμερικανοί παρήγαγαν και απέρριπταν απόβλητα. Ο Rathje σημείωσε αυτό που αποκάλυψαν οι συλλογές τους: «Απεχθανόμενοι όλη την ανησυχία που απευθύνεται στις συσκευασίες γρήγορου φαγητού και τις πάνες μιας χρήσης, τα αρχαιολογικά δεδομένα έδειξαν ότι και τα δύο αντικείμενα μαζί αντιπροσώπευαν λιγότερο από το 2 τοις εκατό των αντικειμένων των σκουπιδοτόπων. . . Κατ' όγκο σχεδόν τα μισά από όλα τα απορρίμματα που

ανασκάφηκαν από το Garbage Project ήταν εφημερίδες, περιοδικά, χαρτί συσκευασίας και χαρτί μη συσκευασίας, όπως εκτυπώσεις υπολογιστών και τηλεφωνικοί κατάλογοι». Ο Rathje βρήκε επίσης μεγάλους όγκους αποβλήτων κατασκευών και κατεδαφίσεων, προσθέτοντας σε ένα τεράστιο ποσό διαθέσιμων πόρων για ανακύκλωση αλλά πήγαν χαμένοι.

Το αμερικανικό κοινό αγκάλιασε ορισμένες πτυχές της ανακύκλωσης με περισσότερο ενθουσιασμό από άλλες. Για παράδειγμα, μέχρι το 1995 οι Αμερικανοί είχαν ανακυκλώσει περισσότερα από 47,5 δισεκατομμύρια δοχεία αλουμινίου, αλλά έκαναν κακή δουλειά στην ανακύκλωση χαρτιού (όπως έδειξε το Garbage Project). Ορισμένες κοινότητες πήραν την ανακύκλωση πιο σοβαρά από άλλες. Πολλές πόλεις της Καλιφόρνια αγκάλιασαν τα έργα ανακύκλωσης βάσης με τέτοιο ενθουσιασμό που η πολιτειακή κυβέρνηση έλαβε υπόψη και υιοθέτησε πολλές από τις τοπικές διαδικασίες. Σε εθνικό επίπεδο, μια περιβαλλοντική οργάνωση που ονομάζεται Δίκτυο Ανακύκλωσης Βάσης έγινε πόρος για τις κοινότητες που ήθελαν να ξεκινήσουν τα δικά τους προγράμματα ανακύκλωσης. Μέχρι σήμερα, οι υποστηρικτές της ανακύκλωσης εργάζονται για την επίτευξη μηδενικών αποβλήτων στα οποία σχεδόν το 100 τοις εκατό όλων των αποβλήτων μπορούν να χρησιμοποιηθούν. Με αυτή την κατανόηση, τα απόβλητα μπορούν να αποφευχθούν μέσω σχεδίων που βασίζονται στη σκέψη του πλήρους κύκλου ζωής. Πράγματι, θα πρέπει να εργαστούμε για να «σχεδιάσουμε» τα απόβλητά μας, εάν υπάρχουν, έτσι ώστε να έχουν μελλοντικές εφαρμογές». Μέχρις ότου η κοινωνία επιτύχει επιτυχία σε μηδενικά απόβλητα, η ανακύκλωση υπηρετεί σημαντικό ρόλο στη διατήρηση των φυσικών πόρων.

2.2 ΠΩΣ Η ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΕΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Υπάρχουν δύο τύποι ανακύκλωσης με σκοπό τη διατήρηση των φυσικών πόρων και, όποτε είναι δυνατόν, την εξοικονόμηση ενέργειας. Η πρωτογενής ανακύκλωση, που ονομάζεται επίσης ανακύκλωση κλειστού βρόχου, μετατρέπει τα ανακυκλωμένα υλικά σε νέα προϊόντα του ίδιου τύπου. Για παράδειγμα, τα χρησιμοποιημένα κουτιά ποτών αλουμινίου ανακυκλώνονται σε νέα δοχεία ποτών. Η δευτερογενής ανακύκλωση, που ονομάζεται επίσης *downcycling*, ανακυκλώνει υλικά σε νέα και διαφορετικά προϊόντα, όπως οι χρησιμοποιημένες κανάτες γάλακτος που χρησιμοποιούνται για νέα καταστρώματα και έπιπλα εξωτερικού χώρου. Κανένας από τους δύο τύπους ανακύκλωσης δεν θα πετύχαινε εάν το κόστος ανακύκλωσης υπερέβαινε το κόστος παραγωγής του προϊόντος από νέες πρώτες ύλες. Ακόμη και αν η διαφορά στο κόστος είναι μικρή μεταξύ ενός ανακυκλωμένου προϊόντος και ενός νέου προϊόντος, η ανακύκλωση βοηθά τις συνολικές εισροές μιας κοινότητας μειώνοντας την ποσότητα των αποβλήτων που πρέπει να αποτεφρωθούν, να τοποθετηθούν σε ένα ΧΥΤΑ ή να υποβληθούν σε άλλη επεξεργασία.

Οι βιομηχανίες προσπαθούν να χρησιμοποιήσουν διαδικασίες ανακύκλωσης που απαιτούν λιγότερη ενέργεια από την κατασκευή ενός νέου προϊόντος από πρώτες ύλες. Οι εγκαταστάσεις που ονομάζονται κέντρα ανάκτησης υλικών βοηθούν επίσης στη συγκράτηση του κόστους κάνοντας μέρος της εργασίας για τους καταναλωτές και τους κατασκευαστές. Μόλις ένα δοχείο ανακυκλώσιμων υλικών παραδοθεί στο κέντρο, είτε από κάτοικο είτε

από εμπορικό μεταφορέα αποβλήτων, το κέντρο ανάκτησης πραγματοποιεί τα ακόλουθα βήματα:

- Διαλογή, μη ανακυκλώσιμα από ανακυκλώσιμα υλικά και από μη επικίνδυνα υλικά
- Διαχωρισμός, τύποι χαρτιού, πλαστικών, γυαλιού, και μετάλλων όπως καφέ γυαλί από πράσινα γυάλινα μπουκάλια
- Επεξεργασία, αποστολή μη ανακυκλώσιμων υλικών σε εσωτερική εγκατάσταση, όπως αποτεφρωτήρα ή έδαφος
- Ανάκτηση, αποστολή υλικών σε μια επιχείρηση που τα χρησιμοποιεί ως πρώτη ύλη, όπως ο χάλυβας που αποστέλλεται σε αυτοκινητοβιομηχανίες

Τα βήματα που παρουσιάζονται εδώ καταναλώνουν συνήθως λιγότερη ενέργεια από τα βήματα που απαιτούνται για την παραγωγή ενός προϊόντος από νέες πρώτες ύλες. Για πολλά ανακυκλωμένα υλικά, η διαλογή, η επεξεργασία και η μεταφορά καταναλώνουν λιγότερη ενέργεια από τα ακόλουθα στάδια που απαιτούνται για την παραγωγή νέων πρώτων υλών: (1) εξόρυξη, (2) εξόρυξη, (3) μεταφορά, (4) επεξεργασία και (5) επεξεργασία αποβλήτων. Η ανακύκλωση αλουμινίου μπορεί να είναι το καλύτερο παράδειγμα για το πώς λειτουργεί αυτό.

Το ανακυκλωμένο αλουμίνιο μπορεί να απαιτήσει μόνο το 5 τοις εκατό της ενέργειας που θα χρειαζόταν για να φτιάξει το ίδιο κουτί από παρθένο (νέο) αλουμίνιο. ο Οργανισμός Stop Global Warming με έδρα την Καλιφόρνια σημείωσε: «Η χρήση 1 τόνου [0,9 μετρικού τόνου] ανακυκλωμένου αλουμινίου σε αντίθεση με 1 τόνο παρθένου αλουμινίου θα τροφοδοτούσε ένα αμερικανικό νοικοκυριό για πάνω από 15 μήνες». Οι ανακυκλωτές θα ήθελαν να έχουν την ίδια αποτελεσματικότητα σε άλλα υλικά όπως το γυαλί, το χαρτί και το πλαστικό.

Ο ισολογισμός ανακύκλωσης για ορισμένα υλικά δεν λειτουργεί πάντα τόσο καλά όσο για το αλουμίνιο για δύο λόγους. Πρώτον, ορισμένα βήματα ανακύκλωσης κοστίζουν περισσότερο από τα νέα υλικά. Δεύτερον, μερικές φορές η ανακύκλωση απλά δεν μπορεί να συμβαδίσει με την ποσότητα ανακυκλώσιμων αποβλήτων που έρχεται στα κέντρα ανακύκλωσης. Όταν η ανακύκλωση δεν μπορεί να συμβαδίσει με την παραγωγή αποβλήτων, συσσωρεύονται ανακυκλώσιμα αντικείμενα. Ο Jim Hogan, διευθυντής ενός κέντρου ανακύκλωσης στο Yonkers της Νέας Υόρκης, δήλωσε στο Lower Hudson Valley Journal News το 2006, «Ό,τι μπορούμε να βγάλουμε από τη ροή αποβλήτων είναι ένα πλεονέκτημα. Το θρυμματισμένο γυαλί [μας κοστίζει] πάνω από 100,000 \$ ετησίως. Το μεγαλύτερο μέρος του χρησιμοποιείται ως κάλυψη γης. Ως εκ τούτου, η δυνατότητα εξοικονόμησης ενέργειας στην ανακύκλωση των παγκόσμιων αποβλήτων συνδέεται με το κόστος ανακύκλωσης και την εξοικονόμηση.

Η ανακύκλωση εξοικονομεί ενέργεια και χρήματα μόνο εάν πληροί δύο απαιτήσεις. Πρώτον, μια ανεπαρκής ποσότητα υλικού πρέπει να εισέλθει στη διαδικασία ανακύκλωσης για να καταστεί η ανακύκλωση τόσο ενεργειακά όσο και οικονομικά αποδοτική. Οι μεγάλες λειτουργίες κοστίζουν συνήθως λιγότερο ανά μονάδα, σε ενέργεια και σε χρήμα, από τις μικρές διαδικασίες. Για παράδειγμα, ένα ρολόι χειρός που κατασκευάζεται από μια εταιρεία που παράγει χιλιάδες ρολόγια ετησίως κοστίζει λιγότερο από ένα ρολόι που

κατασκευάζεται από έναν μόνο ωρολογοποιό που εργάζεται σε ένα μικρό κατάστημα. Δεύτερον, πρέπει να υπάρχουν πελάτες για ένα ανακυκλωμένο προϊόν. Η υψηλή ζήτηση για ένα ανακυκλωμένο υλικό επιτρέπει στον ανακυκλωτή ή τον κατασκευαστή να επωφεληθεί από τις οικονομίες κλίμακας. Έτσι, οι καταναλωτές διατηρούν ολόκληρο τον κύκλο ανακύκλωσης με αποτελεσματικό τρόπο.

Χρειάζεται πολύ υψηλή αποτελεσματικότητα για να γίνει η ανακύκλωση αξιόλογη ενώ έχει κάνει μερικούς ανθρώπους να επικρίνουν τα προγράμματα ανακύκλωσης. Το 1996, ο αρθρογράφος των New York Times John Tierney έγραψε: «Πιστεύοντας ότι δεν υπήρχε πλέον χώρος στους ΧΥΤΑ, οι Αμερικανοί κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η ανακύκλωση ήταν η μόνη τους επιλογή. . . Η ανακύκλωση έχει μερικές φορές νόημα , για ορισμένα υλικά σε ορισμένα μέρη σε ορισμένες στιγμές. Αλλά η πιο απλή και φθηνή επιλογή είναι συνήθως να θάβετε τα σκουπίδια σε μια περιβαλλοντικά ασφαλή γη. Το συμπέρασμα του Tierney λειτουργεί μόνο αν, όπως πίστευε, ο χώρος της γης είναι άφθονος. Ο χερσαίος χώρος στις περισσότερες πολιτείες έχει στην πραγματικότητα μειωθεί. Οι διαχειριστές αποβλήτων έχουν υπολογίσει ότι ο τελευταίος χώρος θα εξαντληθεί μέσα σε 20 χρόνια.

Άλλοι, εκτός από τον Tierney, έχουν εκφράσει ποικίλες απόψεις σχετικά με την ανακύκλωση. Ο συντάκτης του περιοδικού Milwaukee Drew Olson εξήγησε το 2008: «Οι ενάντιοι της ανακύκλωσης ισχυρίζονται ότι τα κέρδη που προέρχονται από την παραλαβή από το πεζοδρόμιο αντισταθμίζονται στην ανάγκη για περισσότερα φορτηγά, τα οποία καταναλώνουν περισσότερο αέριο και δημιουργούν περισσότερη ατμοσφαιρική ρύπανση. Πιστεύουν ότι οι υποστηρικτές της ανακύκλωσης, με τη βοήθεια των μέσων ενημέρωσης, δημιούργησαν μια σειρά από μύθους σχετικά με την ανακύκλωση». Στην πραγματικότητα, δεν οδηγεί όλη η ανακύκλωση στα πλεονεκτήματα που απολαμβάνει η βιομηχανία αλουμινίου. Οι περισσότεροι ανακυκλωτές και κατασκευαστές πρέπει να παρακολουθούν τα έξοδά τους και τη χρήση ενέργειας πολύ προσεκτικά για να κάνουν την ανακύκλωση να λειτουργεί υπέρ τους.

Η ανακύκλωση πλαστικών παρουσιάζει περισσότερες δυσκολίες από την ανακύκλωση αλουμινίου. Το 2007, η Science Daily σημείωσε: «Ενώ μεγάλες πόλεις όπως η Νέα Υόρκη και το Σαν Φρανσίσκο έχουν δείξει ότι η ανακύκλωση πλαστικών μπορεί να γίνει με επιτυχία σε μεγάλη κλίμακα... πολλοί δήμοι εξακολουθούν να υπολείπονται κατά πολύ των στόχων τους». Με σωστό χειρισμό, η Υπηρεσία Προστασίας Περιβάλλοντος των ΗΠΑ (EPA) δηλώνει ότι η ανακύκλωση αλουμινίου εξοικονομεί το 95 τοις εκατό της ενέργειας του παρθένου αλουμινίου, η ανακύκλωση χαρτιού εξοικονομεί 60 τοις εκατό, αλλά η ανακύκλωση γυαλιού εξοικονομεί λιγότερο από 50 τοις εκατό.

Για τα πλαστικά, η αποτελεσματικότητα της ανακύκλωσης εξαρτάται από τον τύπο των ενώσεων στο πλαστικό. Οι μεγαλύτερες ανάγκες στην τεχνολογία ανακύκλωσης είναι η βελτίωση της αποδοτικότητας στην ανακύκλωση γυαλιού και πλαστικού, έτσι ώστε αυτές οι μέθοδοι να εξοικονομούν ενέργεια και χρήματα.

2.3 ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ ΑΠΟ ΑΠΟΒΛΗΤΑ

Η αποτελεσματικότητα της ανακύκλωσης έχει βελτιωθεί λόγω της προηγμένης επιστήμης των υλικών και της χημείας. Οι επιστήμονες υλικών και οι χημικοί μελετούν τη συμπεριφορά των ανακυκλώσιμων αποβλήτων όταν συνθλίβονται, θερμαίνονται, εξωθούνται ή μετατρέπονται με άλλο τρόπο σε νέο προϊόν. Σχολεία όπως το Ινστιτούτο Τεχνολογίας της Μασαχουσέτης έχουν συνδυάσει και τους δύο κλάδους σε έναν νέο τομέα που ονομάζεται χημεία των υλικών. Η χημεία υλικών περιλαμβάνει τους ακόλουθους θεματικούς τομείς που μπορούν να εφαρμοστούν στην ανακύκλωση: οργανική και ανόργανη χημεία, φυσικοχημεία, πολυμερή, βιοχημεία και αναλυτική χημεία.

Καινοτόμος ανακύκλωση	
Απόβλητα	Νέα χρήση
Μπαμπού	Ρούχα προπόνησης ανθεκτικά στα μικρόβια
καρύδα	Ρούχα που απορροφούν την οσμή
Εσωτερικοί σωλήνες	Τσάντες
Ίνες τζιν	Μόνωση για σπίτια
Χαρτί	Απορρίμματα γάτας
Πλαστική ύλη	Κουβέρτες εξωτερικού χώρου
Φλούδες σόγιας	Βρεφικά ρούχα και κουβέρτες
λάστιχα	Σόλες παπουτσιών, χρώματα
Μπανιέρες, νεροχύτες και τουαλέτες	πάγκοι

Βιομηχανική ανακύκλωση		
Υλικό	Πηγή	Βιομηχανική χρήση
Άνθρακας και τέφρα	Ανόργανο υλικό που περίσσεψε από την καύση άνθρακα	Αναμιγνύεται με σκυρόδεμα για τοίχους αντιστήριξης, πεζοδρόμιο και δομικά προβλήματα
Κατασκευή και συντρίμμια κατεδάφισης	Σκυρόδεμα, τούβλα, χάλυβα, λαμαρίνα, επένδυση και ξύλο	Θρυμματίζονται και αναμιγνύονται με άσφαλτο ως πεζοδρόμια

Άμμος χυτηρίου	Περισσευούμενο υλικό επεξεργασίας που χρησιμοποιείται στις μεταλλικές συσκευασίες	Υλικά γεμίσματος στην παραγωγή, παραγωγή τσιμέντου, επιφανειακό έδαφος εξωραϊσμού
Γύψος(ένα μαλακό υλικό που βρίσκεται στην φύση)	Απορρίμματα γυψοσανίδας	Νέες γυψοσανίδες, δομικά υλικά
Σκωρία(Ετερογενής υποπροϊόν από το λιώσιμο μετάλλου	Κατασκευή μετάλλων

Ως ένδειξη του πόσο επιτυχημένη έχει γίνει η ανακύκλωση, η βιομηχανία διαχειρίζεται τώρα περισσότερες από 1.000 κατηγορίες ανακυκλωμένων προϊόντων. Περίπου 80 διαφορετικά ανακυκλωμένα υλικά χρησιμεύουν ως πρώτες ύλες για την κατασκευή αυτών των προϊόντων. Στο Παράρτημα Δ παρατίθενται τα σημαντικά ανακυκλώσιμα υλικά που συμβάλλουν στην παραγωγή μιας μεγάλης ποικιλίας προϊόντων που πωλούνται σήμερα στους καταναλωτές.

Οι επιχειρηματίες διαδραματίζουν επίσης ρόλο στη βιομηχανία ανακύκλωσης, ανακτώντα υλικά τα οποία οι μεγάλες επιχειρήσεις ανακύκλωσης δεν μπορούν να χρησιμοποιήσουν επιθετικά. Πολλές μοναδικές χρήσεις έχουν προκύψει από αυτά τα καινοτόμα συστήματα ανακύκλωσης. Οι εξετάσεις στον πίνακα της σελίδας 35 δείχνουν ότι οι μικρές επιχειρήσεις με καλή ιδέα για το πώς να επαναχρησιμοποιήσουν ένα συγκεκριμένο απόβλητο μπορούν να συμβάλουν στη βιωσιμότητα.

Οι μεγάλες βιομηχανίες δημιουργούν μεγάλες ποσότητες αποβλήτων που κοστίζουν χρήματα για επεξεργασία ή μπορεί να καταλαμβάνουν χώρο σε ΧΥΤΑ. Όποτε είναι δυνατόν, οι βιομηχανίες στέλνουν τα απόβλητα τους σε άλλες επιχειρήσεις που μπορούν να τα χρησιμοποιήσουν ως πρώτη ύλη. Οι βιομηχανίες αναφέρονται σε αυτή την ανακύκλωση ως ευεργετική χρήση επειδή γνωρίζουν ότι τα απόβλητα τους θα γίνουν ένα πολύτιμο εμπόρευμα για έναν άλλο κλάδο. Ο πίνακας στη σελίδα 35 περιγράφει ορισμένες από τις νέες χρήσεις των βιομηχανιών αποβλήτων.

Η βιομηχανία πλαστικών αντιμετωπίζει μια πιο περίπλοκη διαδικασία ανακύκλωσης από αυτές που περιγράφονται στον προηγούμενο πίνακα επειδή τα πλαστικά έρχονται σε μια ποικιλία χημικών δομών που έχουν τις δικές τους ιδιότητες. Η παρακάτω στήλη "Πολυαιθυλένιο υψηλής πυκνότητας (HDPE)" στη σελίδα 36 περιγράφει ένα από τα κύρια πλαστικά εξαρτήματα που ανακυκλώνονται σήμερα.

2.4 ΧΗΜΕΙΑ ΑΝΑΚΥΚΛΩΜΕΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

Η χημεία της ανακύκλωσης βασίζεται σε πτυχές της επιστήμης των υλικών και της οργανικής και ανόργανης χημείας για να καταστήσει τα ανακυκλωμένα απόβλητα κατάλληλα για νέες χρήσεις. Η χημική πτυχή της ανακύκλωσης βασίζεται από 4 βήματα: (1) σπάσιμο του υλικού σε εξαρτήματα, (2) εκχύλιση των συστατικών-στόχων, (3) καθαρισμός και (4) ανάλυση. Η

ανακύκλωση χαρτιού, γυαλιού, μετάλλου και πλαστικού απαιτεί αυτά τα βήματα ή παρόμοιες μεθόδους όπως περιγράφονται λεπτομερώς στον ακόλουθο πίνακα. Η ανάλυση του εσωτερικού ανακυκλωμένου υλικού πραγματοποιείται είτε ως εργαστηριακές χημικές δοκιμές (πλαστικές ρητίνες) είτε ως ευαίσθητες μετρήσεις σε εξελιγμένα όργανα (μέταλλα).

Βασικά βήματα ανακύκλωσης			
Υλικό	Διαχωρισμός	Εξαγωγή	Εξαγνισμός
Γυαλί	Ανά χρώμα	Πλύσιμο	Λιώσιμο
Μέταλλο	Από την σύνθεση	Λιώσιμο	Χημική αφαίρεση μη μετάλλων
Χαρτί	Μελάνι από χαρτί	Διήθηση για την ανάκτηση ινών κυτταρίνης	Επεξεργασία με πίεση ατμού
πλαστικό	Με βάση τη μοριακή δομή	Διάσπαση πολυμερούς σε μεμονωμένες μονάδες	Επεξεργασία με διαλύτες

Η χημεία ανακύκλωσης χρησιμοποιεί κοινές εργαστηριακές διαδικασίες που έχουν τροποποιηθεί για τη συγκεκριμένη ουσία που ανακτάται από ένα αντικείμενο.

(συνέχεια στην σελίδα 31)

2.5 ΠΟΛΥΑΙΘΥΛΕΝΙΟ ΥΨΗΛΗΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ (HDPE)

HDPE είναι μια μακρά ένωση άνθρακα-υδρογόνου, που ονομάζεται πολυμερές, που σχηματίζεται από την εφαρμογή θερμότητας και πίεσης στο αέριο μεθάνιο (CH_4) από το πετρέλαιο. Ο Γερμανός χημικός Hans von Pechmann ανέπτυξε αυτή τη μέθοδο για την κατασκευή του πολυμερούς πολυαιθυλενίου στη δεκαετία του 1890. Άλλοι χημικοί ακολούθησαν αλλάζοντας τους τύπους και τα μεγέθη των πλευρικών αλυσίδων που συνδέονται με το πολυαιθυλένιο. Διαπίστωσαν ότι τέτοιες αλλαγές θα άλλαζαν την ευκαμψία του εσωτερικού πολυμερούς. Το 1935, οι Βρετανοί χημικοί Eric Fawcett και Reginald Gibson δημιούργησαν ένα ανθεκτικό πολυαιθυλένιο για μονωτικά καλώδια. Σχεδόν 20 χρόνια αργότερα, ο Γερμανός Karl Ziegler επινόησε μια χημική αντίδραση για να φτιάξει ένα πυκνό πολυαιθυλένιο που διατηρούσε μια άκαμπτη και ισχυρή δομή - τη σημερινή μορφή HDPE - και έλαβε το βραβείο Νόμπελ Χημείας του 1963 για το δίσκο του.

Το HDPE είναι ένα θερμοπλαστικό, που σημαίνει ότι είναι ένα πλαστικό στο οποίο τα μόρια συγκρατούνται μεταξύ τους με αδύναμους δεσμούς έτσι ώστε το υλικό να μαλακώνει όταν θερμαίνεται αλλά να επιστρέφει στην αρχική

του κατάσταση σε θερμοκρασία δωματίου. Και έτσι αυτά τα πλαστικά λειτουργούν καλύτερα στα εξαρτήματα των οχημάτων και στα υλικά κατασκευής.

Το HDPE δεν υποβαθμίζεται στη φύση και έτσι μπορεί γρήγορα να καταλάβει πολύ χώρο σε ΧΥΤΑ. (Τα στοιχεία HDPE ανέρχονται συνολικά μόνο στο 1 τοις εκατό κατά βάρος των αστικών στερεών αποβλήτων [ΑΣΑ].) Περισσότερο από το 95 τοις εκατό όλων των πλαστικών φιαλών περιέχουν HDPE ή τερεφθαλικό πολυαιθυλένιο (PET), ένα πλαστικό που χρησιμοποιείται κυρίως για φιάλες σόδας. Άλλα υλικά που χρησιμοποιούνται σε μικρότερο βαθμό από τη βιομηχανία πλαστικών είναι το πολυαιθυλένιο χαμηλής πυκνότητας (LDPE), το πολυπροπυλένιο (PP), το πολυστυρόλιο (PS) και το πολυβινυλοχλωρίδιο (PVC). Κάθε ένα από αυτά τα πλαστικά έχει διαφορετική περιεκτικότητα σε ρητίνη, η οποία είναι το ειδικό πολυμερές άνθρακα-υδρογόνου ή υδρογονανθράκων που αποτελεί τον εσωτερικό τύπο του πλαστικού. Κάθε ρητίνη συσχετίζεται με έναν κωδικό που αναπτύχθηκε από την Εταιρεία Βιομηχανιών Πλαστικών (SP) το 1988.

Ο κωδικός αριθμός συνήθως εμφανίζεται μέσα σε ένα σύμβολο τριγώνου που έχει αποτυπωθεί ανάγλυφα στο πλαστικό, για παράδειγμα, στο κάτω μέρος μιας φιάλης σαμπουάν. ΟΗΠΑ, 2; PVC, 3; ΟΛΔΕ, 4; PP, 5; ΥΓ, 6; και όλα τα άλλα μείγματα ρητίνης, 7.

Οι ανακυκλωτές επεξεργάζονται HDPE πρώτα με διαλογή και πλύσιμο πλαστικών απορριμμάτων. Στη συνέχεια, οι ανακυκλωτές κόβουν το πλαστικό σε μικρά κομμάτια μικρότερα από μισή ίντσα (1,27 cm), ο ανακυκλωτής ρίχνει τα κομμάτια σε ένα λιωτήριο, το οποίο θερμαίνει το πλαστικό στους 200 ° F (93 ° C) και στη συνέχεια προσθέτει βαφές για να χρωματίσει το νέο υλικό. Ένα άλλο μηχάνημα εξέχει το λιωμένο υλικό για να σχηματίσει μικρά σφαιρίδια διαμέτρου περίπου ενός τετάρτου της ίντσας (0.64 cm) και τα σφαιρίδια στη συνέχεια ψύχονται. (Το HDPE μπορεί επίσης να σχηματιστεί σε σκόνες, κόκκους, σωλήνες ή φύλλα.) Στη συνέχεια, οι μονάδες παραγωγής χρησιμοποιούν το HDPE για την παραγωγή νέων πλαστικών προϊόντων. Το ανακυκλωμένο HDPE δεν αποσυντίθεται σε θερμότητα ή υγρασία, δεν θρυμματίζεται ή χάνει το χρώμα του, οπότε οι κατασκευαστές το προτιμούν για την κατασκευή καπακιών μπουκαλιών, επίπλων εξωτερικού χώρου, εξοπλισμού παιδικής χαράς, παιχνιδιών, κιβωτίων, σκυλόσπιτων και εξαρτημάτων βαρκάδας.

Οι Ηνωμένες Πολιτείες λαμβάνουν τώρα περισσότερο από το 27 τοις εκατό των φιαλών HDPE. Μέχρι το 2005, η συνολική ποσότητα πλαστικών που πήγαιναν στην ανακύκλωση ξεπερνούσε για πρώτη φορά τα 2 δισεκατομμύρια λίβρες (907 εκατομμύρια κιλά) ετησίως και το ποσοστό ανακύκλωσης, η ποσότητα που ανακυκλώθηκε διαιρούμενη με τη συνολική ποσότητα πλακών, συνεχίζει να αυξάνεται και τα έσοδα του HDPE πιθανότατα θα διπλασιαστούν μέχρι το έτος 2016.

Η πιο σημαντική πτυχή της ανακύκλωσης HDPE έγκειται στην ικανότητά τη να διατηρεί το πετρέλαιο. Χρειάζονται 3,86 λίβρες (1,75 κιλά) πετρελαίου για να κατασκευαστούν 2,2 λίβρες (1 κιλό) νέου HDPE όταν υπολογίζονται οι πρώτες ύλες και η ενέργεια για τη λειτουργία της διαδικασίας και τη μεταφορά των αγαθών. Η ανακύκλωση πλαστικού απαιτεί επίσης ενέργεια για τη

διαδικασία ανακύκλωσης, τη μεταφορά και την κατασκευή, αλλά εάν οι εργασίες αυτές πραγματοποιηθούν αποτελεσματικά, η ανακύκλωση πλαστικών μπορεί να εξοικονομήσει ενέργεια σε σύγκριση με την παραγωγή νέου πλαστικού.

(συνέχεια από σελίδα 29)

Οι πιο κοινές χημικές διαδικασίες είναι οι ακόλουθες: απόσταξη, έγχυση, διαχωρισμός φάσεων και καταλυόμενες αντιδράσεις. Η απόσταξη συνεπάγεται την θέρμανση ενός υλικού για την κίνηση του νερού. Οι αποστάξεις ανακυκλώσιμων υλικών κυμαίνονται από τη θερμοκρασία δωματίου έως τις διαδικασίες χαμηλής θερμοκρασίας. Η διήθηση περιλαμβάνει τη διέλευση μιας ουσίας μέσω ενός φραγμού που περιέχει πολύ μικρό πόρους (το *ilfer*) που επιτρέπουν τη διέλευση υγρών και μικρών σωματιδίων. Οι χημικοί σώζουν είτε το υλικό που διέρχεται από το *ilfer*, που ονομάζεται το *iltrate*, ή το υλικό που παραμένει στο *ilfer*. Χημικές ουσίες διαχωρισμού φάσης που διαλύονται είτε σε ελαιώδη υγρά είτε σε νερό. Οι καταλυόμενες αντιδράσεις αποτελούνται από χημικές αντιδράσεις στις οποίες υπάρχει μια ένωση που ονομάζεται καταλύτης που βοηθά στην εξέλιξη της αντίδρασης. Τα προκύπτοντα προϊόντα αντίδρασης διαφέρουν από τις αρχικές ενώσεις

Η χημεία ανακύκλωσης έχει προχωρήσει από την εποχή των πρώτων περιβαλλοντικών συγκεντρώσεων στη δεκαετία του 1970. Εκείνη την εποχή η ανακύκλωση δεν είχε γίνει η οικεία δραστηριότητα που είναι σήμερα σχεδόν σε κάθε σπίτι, σχολείο και επιχείρηση. Παρ' όλο που κάποια μορφή ανακύκλωσης υπήρχε ανά τους αιώνες, μόνο κατά τη σύγχρονη ιστορία έχουν χρησιμοποιηθεί προηγμένες χημικές διεργασίες για τη διάσπαση των υλικών και την επινόηση νέων ουσιών. Η πλαϊνή μπάρα "Μελέτη περίπτωσης: Ανακύκλωση κατά τη διάρκεια του Β 'Παγκοσμίου Πολέμου" στη σελίδα 46 εξετάζει μία από τις κορυφαίες επιτυχίες στην ανακύκλωση στην ιστορία των ΗΠΑ.

2.6 ΟΡΥΚΤΑ ΚΑΙ ΜΕΤΑΛΛΑ

Τα ορυκτά και τα μέταλλα είναι δύο μη ανανεώσιμοι πόροι που πρέπει να ανακτηθούν για να διατηρηθούν οι τρέχουσες ποσότητες αυτών των ουσιών στο φλοιό της Γης. Τα ορυκτά αποτελούνται από ενώσεις με συγκεκριμένες κρυσταλλικές δομές και άλλα φυσικά χαρακτηριστικά που τα αναγνωρίζουν, όπως πυκνότητα, σκληρότητα, χρώμα, λάμψη και ικανότητα θραύσης. Οι ορυκτολόγοι έχουν μέχρι σήμερα εντοπίσει περίπου 4.500 ορυκτά στο φλοιό της Γης. Ακολουθούν παραδείγματα των πιο άφθονων ορυκτών όπως: χαλαζία, άστριος, μαρμαρυγία, ολιβίνη, ασβεστίτης και μαγνητίτης

Η ανακύκλωση ορυκτών διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην προστασία του περιβάλλοντος με τέσσερις βασικούς τρόπους. Πρώτον, αποφεύγει τις εξορυκτικές δραστηριότητες που καταστρέφουν τη γη που κατοικείται από απειλούμενα φυτά και ζώα. Δεύτερον, μειώνει την ποσότητα των τοξικών αποβλήτων που παράγονται από την εξόρυξη ορυκτών. Τρίτον, η διαδικασία εξόρυξης ενός ορυκτού από μεταλλεύματα, η πρώτη ύλη που αφαιρείται από ένα ορυχείο,

Μέταλλα		
Ομάδα	Περιγραφή	παραδείγματα
Βασικά μέταλλα	διαβρώνεται όταν εκτίθεται στον αέρα και αντιδρά με υδροχλωρικό οξύ απελευθερώνοντας αέριο υδρογόνο	χαλκός, σίδηρος, νικέλιο, μόλυβδος, ψευδάργυρος
Σιδηρούχα μέταλλα	Συνήθως μαγνητική	σίδηρος
Ευγενή μέταλλα	αντιστέκεται στη διάβρωση όταν εκτίθεται στον αέρα	χρυσός, πλατίνα, ρόδιο, άργυρος
Πολύτιμα μέταλλα	σπάνια και υψηλής χρηματικής αξίας	χρυσός, ασήμι, παλλάδιο, πλατίνα, πλουτώνιο, ουράνιο

απαιτεί πρόσθετες επικίνδυνες χημικές ουσίες που δεν απαιτεί η ανακύκλωση. Τέλος, η εξόρυξη μετάλλων και ορυκτών καταναλώνουν το 10 τοις εκατό της παγκόσμιας ενέργειας, το οποίο είναι δυσανάλογα μεγάλο για το μέγεθος αυτής της βιομηχανίας. Η ελάχιστη ανακύκλωση μειώνει αυτή την κατανάλωση.

Ένα μέταλλο αποτελείται από ένα στοιχείο στο οποίο τα ηλεκτρόνια κινούνται εύκολα μεταξύ των ατόμων και βοηθούν στη σύνδεση των ατόμων μεταξύ τους. Τα μέταλλα έχουν χαρακτηριστική πυκνότητα, λάμψη και αγωγιμότητα θερμότητας και ηλεκτρικού φορτίου. Οι μεταλλουργοί ταξινομούν τα στοιχεία με διάφορους τρόπους με βάση τις χημικές ιδιότητες. Τα μέλη του περιοδικού πίνακα των στοιχείων μοιράζονται χαρακτηριστικά, οπότε η χημεία ταξινομεί αυτά τα στοιχεία σε περισσότερες από μία κατηγορίες. Για παράδειγμα, ο άνθρακας με τη μορφή γραφίτη παράγει ηλεκτρικό ρεύμα σαν μέταλλο, οπότε μοιράζεται αυτό το χαρακτηριστικό ακόμη και αν ο άνθρακας δεν είναι μέταλλο.

Οι χημικοί ταξινομούν επίσης τα μέταλλα με βάση τις ενώσεις ηλεκτρονίων τους. Ο περιοδικός πίνακας στοιχείων επαναλαμβάνει αυτές τις ομαδοποιήσεις ως εξής:

Ομάδα IA: λίθοι, νάτριο, κάλιο, ρουβίδιο, καίσιο, φράγκιο

Ομάδα IIA: βηρύλλιο, μαγνήσιο, ασβέστιο, στρόντιο, βάριο, ράδιο

Ομάδα IB: χαλκός, ασήμι, χρυσός

Ομάδα IIB: ψευδάργυρος, κάδμιο, υδράργυρος

Μεταβατικά μέταλλα: σκάνδιο, τιτάνιο, βανάδιο, χρώμιο, μαγγάνιο, σίδηρος, κοβάλτιο, νικέλιο, χαλκός, ψευδάργυρος, ύτριο, ζirkόνιο, νιόβιο, μολυβδαίνιο, τεχνητίο, ρουθήνιο, ρόδιο, παλλάδιο, άργυρος, κάδμιο, άφ-νιο, ταντάλιο, βολφράμιο, ρήνιο, όσμιο, ιρίδιο, πλατίνα, χρυσός, υδράργυρος

Οι μέθοδοι ανακύκλωσης μετάλλων διαφέρουν ελαφρώς ανάλογα με το μεμονωμένο μέταλλο που πρόκειται να ανακτηθεί, αλλά οι περισσότερες ανακυκλώσεις περιλαμβάνουν τα ακόλουθα βασικά βήματα: πλύσιμο, τεμαχισμό ή τεμαχισμό, καθαρισμό, τήξη και χύτευση ή χύτευση σε μπλοκ που ονομάζονται πλινθώματα. Η τήξη περιλαμβάνει τη θέρμανση ενός μεταλλεύματος σε τήξη έτσι ώστε οι ακαθαρσίες να μπορούν να διαχωριστούν από το επιθυμητό μέταλλο.

Η ανακύκλωση μετάλλων έχει εξελιχθεί σε ένα εξαιρετικά σημαντικό μέρος της βιομηχανίας μετάλλων και της οικονομίας των ΗΠΑ. Για παράδειγμα, η βιομηχανία μετάλλων αντιπροσωπεύει περισσότερο από το 25 τοις εκατό της ακαθάριστης παραγωγής σε δολάρια όλων των βιομηχανιών διαρκών αγαθών των ΗΠΑ από το 2009 και η ανακύκλωση αποτελεί σημαντικό μέρος αυτής της παραγωγής.

2.7 ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΚΑΟΥΤΣΟΥΚ

Οι Ηνωμένες Πολιτείες απορρίπτουν 250 εκατομμύρια ελαστικά ετησίως, ένα μέρος των οποίων μπορεί να ανακυκλωθεί για την κατασκευή νέων ελαστικών ή άλλων προϊόντων που περιέχουν καουτσούκ. Χωρίς ανακύκλωση, τα ελαστικά δημιουργούν έναν μη διαχειρίσιμο όγκο μη αποικοδομήσιμων αποβλήτων. Βουνά απορριφθέντων ελαστικών έχουν πρόσφατα αναγκαστεί να προκαλέσουν κινδύνους για την υγεία με το νερό της βροχής, το οποίο παρέχει χώρους αναπαραγωγής για έντομα που μεταφέρουν ασθένειες όπως ο ιός του Δυτικού Νείλου και η εγκεφαλίτιδα. Επίσης, οι επιχειρήσεις στις χωματερές ελαστικών έχουν απελευθερώσει μεγάλες ποσότητες ατμοσφαιρικής ρύπανσης που περιέχουν επικίνδυνα χημικά.

Η ανακύκλωση ελαστικών και άλλων προϊόντων από καουτσούκ ξεκινά με την κονιοποίηση του καουτσούκ σε κόκκους που ονομάζονται ψίχουλα. Το ψίχουλο καουτσούκ αντιπροσωπεύει την κύρια πρώτη ύλη από την ανακύκλωση που πηγαίνει στους κατασκευαστές προϊόντων. Το επόμενο βήμα είναι η βουλκανοποίηση, όπου μια χημική διαδικασία σπάει τους δεσμούς θείου που συγκρατούν τα πολυμερή του καουτσούκ έτσι ώστε να μπορεί να μετατραπεί σε νέο προϊόν. Η τελειοποίηση του βουλκανισμού ήταν δύσκολη για τις εταιρείες ανακύκλωσης.

2.8 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η ανακύκλωση αποβλήτων ήταν ιστορικά ένα μέσο είτε για τη συγκράτηση του κόστους των επιχειρήσεων είτε για την επινόηση ενός υποκατάστατου για κάτι που έχει γίνει σπάνιο, ή και τα δύο. Η ανακύκλωση έχει σαφώς αναλάβει έναν τρίτο σκοπό τις τελευταίες δεκαετίες: τη διαχείριση

των αποβλήτων. Προκειμένου η ανακύκλωση να έχει μεγαλύτερο αντίκτυπο στη μείωση των αποβλήτων, υπάρχουν ορισμένοι τομείς της τεχνολογίας ανακύκλωσης που χρειάζονται προσοχή.

Από το 1970, η βιομηχανία ανακύκλωσης έχει σημειώσει πρόοδο στον αριθμό των υλικών που επαναχρησιμοποιεί και στην ποικιλία των προϊόντων που παράγονται από αυτά τα υλικά. Η επιστήμη και η χημεία των υλικών θα δημιουργήσουν στο μέλλον πρόσθετες χρήσεις για τα διάφορα αντικείμενα που συνεχίζουν να συσσωρεύονται στα ΧΥΤΑ. Γενικά, τα αντικείμενα ΧΥΤΑ αποτελούνται από γυαλί, πλαστικό, αλουμίνιο, μη αλουμινένια μέταλλα, χαρτί και χαρτόνι. Άλλα αντικείμενα εδάφους είτε αποσυντίθενται γρήγορα είτε μπορούν να αφαιρεθούν και να μετατραπούν σε καύσιμα για την παραγωγή ενέργειας. Η επιστήμη πρέπει να ενσωματώσει περισσότερες καινοτομίες για τα κύρια ανακυκλώσιμα υλικά που παράγονται σήμερα από τις κοινότητες. Η έρευνα πρέπει επίσης να βρει λύσεις για την αντιμετώπιση των χημικών ουσιών και των διαλυτών, προκειμένου να γίνει η καλύτερη δυνατή χρήση αυτών των ενίοτε επικίνδυνων ουσιών.

Το μεγαλύτερο επίτευγμα της ανακύκλωσης μπορεί να είναι στην ανακύκλωση αλουμινίου, μια αποτελεσματικότητα που δύσκολα αφήνει περιθώρια βελτίωσης. Άλλα υλικά δεν έχουν μετατραπεί σε χρησιμοποιήσιμα προϊόντα τόσο εύκολα, ίσως επειδή λείπει η τεχνολογία. Ειδικά η ανακύκλωση πλαστικών δεν έχει προχωρήσει πολύ καλά. Η βιομηχανία πλαστικών υποστηρίζει ότι η παραγωγή πλαστικών ρητινών από νέες πρώτες ύλες είναι λιγότερο δαπανηρή από την ανακύκλωση ορισμένων ρητινών. Τα πλαστικά αποτελούν μια προφανή ευκαιρία στην τεχνολογία ανακύκλωσης

Τέλος, αν και η ανακύκλωση εξυπηρετεί πλέον έναν σκοπό στη διαχείριση των αποβλήτων, το μέλλον θα απαιτήσει βελτιωμένες τεχνολογίες για να συμβαδίσει με τη συσσώρευση αποβλήτων. Τα μηδενικά απόβλητα, αν και μακροπρόθεσμος στόχος, έχουν τη δυνατότητα να μειώσουν το οικολογικό αποτύπωμα της ανθρωπότητας, που είναι ο απώτερος στόχος όλων των προγραμμάτων βιωσιμότητας

3. ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΑ BENZINOKINHTΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ

Στις Ηνωμένες Πολιτείες, οι οδηγοί καταγράφουν 4 εκατομμύρια μίλια (6,4 εκατομμύρια χιλιόμετρα) ετησίως σε αυτοκινητόδρομους και δρόμους σε προσωπικά οχήματα, μια απόσταση που υπερβαίνει μόνο τα αεροπορικά ταξίδια. εξάρτηση από προσωπικά οχήματα. Αλλά οι περιβαλλοντικοί επιστήμονες θα μπορούσαν να κάνουν καλύτερα να αποδεχτούν την πραγματικότητα της ισχυρής προσωπικής σύνδεσης μεταξύ των ανθρώπων στα βιομηχανοποιημένα έθνη και των αυτοκινήτων τους. Τα βιομηχανικά έθνη εξαρτώνται από τους μετακινούμενους και επίσης από τα φορτηγά που μεταφέρουν προϊόντα από τους κατασκευαστές στους πελάτες.

Ο Mike Millikin του Green Car Congress και περιβαλλοντικός συγγραφέας Alex Stefan έγραψε στο *Worldchanging: A User's Guide for the 21st Century* το 2006, «Για πολλούς Βορειοαμερικανούς, το αυτοκίνητο έχει γίνει τόσο απαραίτητο όσο και ιερό. Οι εκτεταμένες υπόγειες περιοχές και ο κακός πολεοδομικός σχεδιασμός έχουν καταστήσει σχεδόν αδύνατο για εμάς να φτάσουμε οπουδήποτε χωρίς οδήγηση. Οι ακμάζουσες οικονομίες στην Κίνα και την Ινδία, μεταξύ άλλων περιοχών, ακολούθησαν τις Ηνωμένες Πολιτείες στην επιθυμία τους για νέα αυτοκίνητα. Η δημοσιογράφος της *Washington Post* Ariana Eunjung Cha σημείωσε το 2008: «Η ιδιοκτησία αυτοκινήτων στην Κίνα εκρήγνυται και δεν είναι μόνο αυτοκίνητα αλλά και οχήματα αθλητικής χρήσης, ημιφορτηγά και άλλα οχήματα με φυσικό αέριο. Μόνο η Κίνα αντιπροσωπεύει περίπου το 40 τοις εκατό της πρόσφατης αύξησης της παγκόσμιας ζήτησης για πετρέλαιο, καίγοντας διπλάσια τώρα από ό, τι πριν από μια δεκαετία». Οι κατασκευαστές αυτοκινήτων έχουν αυξήσει τις κυκλοφορίες νέων μοντέλων στην Ινδία για να καλύψουν την αυξανόμενη ζήτηση της χώρας για προσωπικά οχήματα, και η τάση δεν φαίνεται να επιβραδύνεται.

Οι περιβαλλοντολόγοι επιστήμονες έχουν πάρει το σύνθημά τους από αυτά τα στατιστικά στοιχεία για να υποθέσουν ότι το να κάνουν τους ανθρώπους να εγκαταλείψουν τα αυτοκίνητά τους θα είναι εξαιρετικά δύσκολο, σε ορισμένες περιπτώσεις αδύνατο. Αλλά το μακροπρόθεσμο μέλλον των καυσίμων για αυτά τα οχήματα παρουσιάζει μια άλλη ανησυχία. Η παγκόσμια κατανάλωση πετρελαίου συνεχίζει να αυξάνεται, με επικεφαλής τις Ηνωμένες Πολιτείες, οι οποίες καταναλώνουν περισσότερα από 20 εκατομμύρια βαρέλια ημερησίως, ακολουθούμενη από την Κίνα, την Ιαπωνία, τη Ρωσία, τη Γερμανία, την Ινδία, τον Καναδά, τη Βραζιλία, τη Νότια Κορέα, τη Σαουδική Αραβία, το Μεξικό, τη Γαλλία, το Ηνωμένο Βασίλειο, την Ιταλία, το Ιράν, την Ισπανία και την Ινδονησία, οι οποίες καταναλώνουν περισσότερα από 1 εκατομμύριο βαρέλια την ημέρα. Αντί να προσπαθούν να αλλάξουν την επιθυμία των ανθρώπων

για κατανάλωση καυσίμων, οι ενεργειακές τεχνολογίες πρέπει να αναπτύξουν νέα καύσιμα για να αντικαταστήσουν το μη ανανεώσιμο πετρέλαιο.

Η κατανάλωση ορυκτών καυσίμων οδηγεί αναπόφευκτα σε εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από τα καυσαέρια. Οι μεταφορές παράγουν το 34 τοις εκατό των συνολικών αερίων του θερμοκηπίου, οι σταθμοί ηλεκτρικής ενέργειας παράγουν το 39 τοις εκατό και τα σπίτια και οι βιομηχανίες παράγουν το 27 τοις εκατό. Για το λόγο αυτό, τα καθαρότερα καύσιμα και η αποδοτικότερη χρήση καυσίμων στα οχήματα μπορούν να έχουν σημαντικές επιπτώσεις στην υπερθέρμανση του πλανήτη που προκαλείται από τα αέρια του θερμοκηπίου. Στους δρόμους σήμερα, οι κύριοι παραγωγοί αερίων του θερμοκηπίου είναι τα αυτοκίνητα (35 τοις εκατό των εκπομπών), τα φορτηγά (27 τοις εκατό) και τα βαρέα φορτηγά (19 τοις εκατό). (Τα αεροσκάφη παράγουν το 9 τοις εκατό των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και οι αγωγοί, οι ατμομηχανές και τα πλοία και τα σκάφη παράγουν τα υπόλοιπα.)

Τα κύρια εναλλακτικά καύσιμα σήμερα είναι η αιθανόλη, το βιοντίζελ (μη πετρελαιούχα καύσιμα βενζίνης), το φυσικό αέριο, το προπάνιο και το υδρογόνο. Τα οχήματα που κινούνται είτε με αιθανόλη είτε με βιοντίζελ αποτελούν επί του παρόντος το μεγαλύτερο ποσοστό οχημάτων εναλλακτικών καυσίμων και έχει εισαχθεί μια μικρή επιλογή μοντέλων που λειτουργούν με φυσικό αέριο, προπάνιο ή υδρογόνο, με πρόσθετα μοντέλα να εισάγονται σύντομα. Ακόμα κι έτσι, τα οχήματα εναλλακτικών καυσίμων αποτελούν ένα πολύ μικρό ποσοστό των συνολικών οχημάτων που αγοράζονται στις Ηνωμένες Πολιτείες, περίπου το 2 τοις εκατό των πωλήσεων νέων αυτοκινήτων.

Το κεφάλαιό του πραγματεύεται τη σημαντική τεχνολογία των οχημάτων υδροποιημένου καυσίμου, από τα υβριδικά οχήματα ηλεκτρικής ενέργειας, αερίου που έχουν ήδη εισέλθει στην αγορά έως τα καινοτόμα οχήματα που βρίσκονται ακόμη σε εξέλιξη. Οι ενότητες συζητούν το όραμα για μια μελλοντική τεχνολογία και μια αρχαία τεχνολογία, τις πυρηνοκίνητες μεταφορές και την αιολική ενέργεια, αντίστοιχα.

3.1 Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ

Τα σημερινά εναλλακτικά οχήματα περιλαμβάνουν οποιοδήποτε όχημα με πηγή ενέργειας που είτε αντικαθιστά τη βενζίνη είτε εξοικονομεί βενζίνη μοιράζοντας τις ανάγκες ισχύος με έναν άλλο τύπο ενέργειας, όπως η ηλεκτρική ενέργεια. Η εισαγωγή του Toyota Prius το 1997 σηματοδότησε το πρώτο υβριδικό αυτοκίνητο μαζικής αγοράς για οικογενειακή χρήση, αλλά το όραμα για εναλλακτικά οχήματα χρονολογείται πολύ πιο μακριά στο παρελθόν. Ο παρακάτω πίνακας εξετάζει σημαντικά ορόσημα στην ιστορία για σύγχρονα εναλλακτικά οχήματα

Στη δεκαετία του 1930, τα ηλεκτρικά οχήματα που κυριαρχούσαν στις αρχές του 20ου αιώνα αντικαταστάθηκαν από βενζινοκίνητα οχήματα. Η ηλεκτρική ενέργεια ήταν μια τεχνολογία που είχε απεριόριστες χρήσεις στο σπίτι, αλλά για τα οχήματα παρουσίαζε τα ακόλουθα προβλήματα: Οι σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας δεν ήταν τυποποιημένοι ώστε να χρησιμοποιούν τάση AC ή DC. Η εμβέλεια μεταξύ των επαναφορτίσεων μπαταριών διήρκεσε μόνο 30-50 μίλια (48-80 χιλιόμετρα). Οι μπαταρίες έχασαν περίπου το 40 τοις εκατό της ισχύος τους το χειμώνα και οι βαριές μπαταρίες έκαναν τα οχήματα να κολλάνε στο χιόνι και τη λάσπη.

Η ανάπτυξη εναλλακτικών οχημάτων ήταν μια σταθερή σειρά δοκιμών και σφαλμάτων. Κάθε πολλά υποσχόμενη ανακάλυψη σε ένα νέο καύσιμο για την αντικατάσταση της βενζίνης συνοδεύεται από μοναδικά μειονεκτήματα. Το 2008, ο δημοσιογράφος του Time magazine Michael Grunwald προειδοποίησε τους αναγνώστες για τις παγίδες της τοποθέτησης ελπίδων στα βιοκαύσιμα ως την τέλεια απάντηση στην κατανάλωση καυσίμων: «. . . η έκρηξη των βιοκαυσίμων κάνει ακριβώς το αντίθετο από αυτό που σκόπευαν οι υποστηρικτές της: επιταχύνει δραματικά την υπερθέρμανση του πλανήτη, θέτοντας σε κίνδυνο τον πλανήτη στο όνομα της σωτηρίας του». Βιοκαύσιμα, που φαινόταν πριν από μια δεκαετία για να σηματοδοτήσει το μέλλον των εναλλακτικών καυσίμων, δέχονται τώρα τη μεγαλύτερη κριτική, που οφείλεται στα αρνητικά που συνοδεύουν τα θετικά του που ακολουθεί τον πίνακα τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των εναλλακτικών καυσίμων ως επιστήμονες και οι μηχανικοί διερευνούν αυτές τις επιλογές με περισσότερες λεπτομέρειες

Εξέλιξη εναλλακτικών οχημάτων			
Όχημα	Εφευρέτης	Ημερομηνία	Χαρακτηριστικά
Κινητήρας ντίζελ	Rudolf diesel	1890	Ο πρώτος κινητήρας που λειτουργούσε με φυσικέλαιο, πρόδρομος στο σημερινό βιοκαύσιμο
Ηλεκτρικά βαγόνια		1898-1912	Αμιγώς ηλεκτροκίνητα οχήματα
Porsche Iohner	Ferdinand Porsche	1900	Ηλεκτροκινητήρας κίνησης, δούλεψε με βενζινοκινητήρα

Μοντέλο T	Henry ford	1905	σχεδιάστηκαν αρχικά για να λειτουργούν με αιθανόλη από καλαμπόκι
Κάντιλακ	Charles Kettering	1912	Πρώτος ηλεκτρικός εκκινητής σε όχημα
Αυτοκίνητο μικρής κλίμακας	Christopher Becker	1935	Αμιγώς ηλεκτρικό αυτοκίνητο
Διάφορα οχήματα	Ford Motor company	1930-40	Εναλλακτικά καύσιμα, βενζόλη
Οδικά οχήματα	ThomasDavenport and Robert Davidson	1942	Μη επαναφορτιζόμενες ηλεκτρικές κυψέλες για χρήση σε δρόμους
Ηλεκτροβάνα	General motor	1966	Κυψέλη καυσίμου υδρογόνου
Φορτηγά	Ford Motor company	1960	Ορισμένα μοντέλα τροφοδοτούνται με προπάνιο
Citicar	Sebring-Vanguard Company and Elcar Corporation	1970	Μικρά μικρής εμβέλειας ηλεκτρικά αυτοκίνητα
Prius	toyota	1997	Πρώτη επιτυχής προώθηση στην αγορά υβριδικού βενζινοκίνητου

Οι μηχανικοί αυτοκινήτων εργάζονται για τρόπους βελτίωσης των σημερινών πλεονεκτημάτων των εναλλακτικών καυσίμων, ενώ προσπαθούν να εξαλείψουν τα μειονεκτήματα. Οι περισσότερες από τις καινοτομίες που περιγράφονται στον πίνακα έχουν τοποθετηθεί σε οχήματα επαγγελματικού τύπου, μερικά από τα οποία ενδέχεται να

εισέλθουν στην καταναλωτική αγορά στο εγγύς μέλλον. Ένα από τα μεγαλύτερα εμπόδια στην εφαρμογή νέου οχήματος Τα σχέδια προέρχονται από το σπάσιμο των παλιών παραδόσεων στην αυτοκινητοβιομηχανία και τις αγορές. Οι μεγάλες αυτοκινητοβιομηχανίες έχουν στο παρελθόν χτίσει την οικονομική τους ανάπτυξη σε οχήματα με βενζίνη και έχουν καταβάλει σχετικά μικρή προσπάθεια για εναλλακτικές λύσεις οχημάτων. Όταν οι τιμές του αργού πετρελαίου ήταν χαμηλές και η ατμοσφαιρική ρύπανση δεν είχε ακόμη φτάσει σε κρίσιμα επίπεδα, η βενζίνη έδινε νόημα. Αλλά ο αέρας ανακλά τώρα τις καταστροφικές επιπτώσεις των πολλών εκπομπών οχημάτων και της προσφοράς αργού πετρελαίου μετατράπηκε σε πολύπλοκο επιστημονικό και πολιτικό πρόβλημα.

Χαρακτηριστικά των εναλλακτικών λύσεων πηγών ενέργειας ή οχημάτων		
Καύσιμο	Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
Μπαταρία	Μη ρυπογόνο	Περιορισμένο εύρος προς το παρόν
Βιοκαύσιμο (αιθανόλη καλαμποκιού)	Μπορεί να χρησιμοποιήσει βενζίνη	Διαταράσσει τις τιμές των καλλιεργειών και της παγκόσμιας προσφοράς τροφίμων
Βιοκαύσιμα (όχι πηγές καλαμποκιού)	Μεγάλη προσφορά, λειτουργεί σε κινητήρες ντίζελ	Δυνητικά υψηλές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα
Ηλεκτρισμός, plug in	Μη ρυπογόνα	Εξαρτάται από την διαθεσιμότητα πηγών απομακρυσμένης προσθήκης
Κυψέλη καυσίμου υδρογόνου	Παράγεται από νερό, μη επικίνδυνο και χωρίς εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα	Απαιτεί ενέργεια για να παράγουν σύντομο εύρος οδήγησης προς το παρόν
Φυσικό αέριο	Υψηλή ενεργειακή απόδοση, χαμηλό κόστος	Μη ανανεώσιμο

Ηλιακός	Μη ρυπογόνο	Ακριβός, ανέφικτο για το εγγύς μέλλον
Συνθετικό καύσιμο	Μεγάλη προσφορά	Υψηλό παραγωγικό κόστος και επιπτώσεων στο περιβάλλον

Η απόφασή να μην αναπτυχθούν νέοι τύποι οχημάτων έχει προκαλέσει τρομερές συνέπειες για την αυτοκινητοβιομηχανία των ΗΠΑ.

Οι κατασκευαστές φορτηγών έχουν επίσης σημειώσει πρόοδο στη μετατροπή των σημερινών οχημάτων μακρινών και μικρών μεταφορών σε οχήματα με κατανάλωση καυσίμου. Φορτηγά Flex-fuel, για παράδειγμα, μπορούν να λειτουργούν με βενζίνη, αιθανόλη ή υδρογόνο, παρόμοια με τις επιλογές σε υβριδικά αυτοκίνητα. Η βιομηχανία φορτηγών έχει επίσης ακολουθήσει τις οδηγίες από την Υπηρεσία Προστασίας του Περιβάλλοντος των ΗΠΑ (EPA). Μερικές από τις τεχνολογίες που μπορεί να βοηθήσουν στη μείωση των εκπομπών ρύπων των φορτηγών περιλαμβάνουν:

- μείωση του ρελαντί του κινητήρα για εξοικονόμηση καυσίμου
- βελτιωμένους καταλυτικούς μετατροπείς για τη μείωση των επιβλαβών εκπομπών
- καταλύτες για τον καθαρισμό της εξάτμισης
- φίλτρα σωματιδίων για την αφαίρεση σωματιδίων από την εξάτμιση

Η βιομηχανία φορτηγών ενθαρρύνει επίσης τους οδηγούς της να μειώσουν τις μεγάλες περιόδους ρελαντί και να διαχειριστούν τις ταχύτητες τους για να μειώσουν τις συνολικές εκπομπές που παράγουν.

3.2 ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΑ

Βιοκαύσιμα είναι οποιαδήποτε καύσιμα που κατασκευάζονται από φυτικό υλικό. Τα κύρια βιοκαύσιμα που χρησιμοποιούνται σήμερα είναι αιθανόλη που παράγεται από καλλιέργειες σιτηρών, μεθανόλη που παράγεται από φυσικό αέριο ή από στερεά οργανικά απόβλητα που ονομάζονται βιομάζα· βιοαέριο, μείγμα μεθανίου και διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) και φυτικά έλαια. Οι αυξανόμενες ανησυχίες για την υπερθέρμανση του πλανήτη λόγω των εκπομπών των οχημάτων και η επισφαλής προσφορά αργού πετρελαίου που έχει μολυνθεί από πολιτικές διαφορές έχουν καταστήσει τα βιοκαύσιμα προτεραιότητα στις Ηνωμένες

Πολιτείες. Ο Τζορτζ Μπους τόνισε την ανάγκη για βιοκαύσιμα στην ομιλία του για την Κατάσταση της Ένωσης το 2007: «Ας βασιστούμε στο έργο που έχουμε κάνει και ας μειώσουμε τη χρήση βενζίνης στις Ηνωμένες Πολιτείες κατά 20 τοις εκατό τα επόμενα 10 χρόνια. . . . Για να επιτύχουμε αυτόν τον στόχο, πρέπει να αυξήσουμε την προσφορά εναλλακτικών καυσίμων, θέτοντας ένα υποχρεωτικό πρότυπο καυσίμων που θα απαιτεί 35 δισεκατομμύρια γαλόνια [132 δισεκατομμύρια l] ανανεώσιμων και εναλλακτικών καυσίμων το 2017». Και τα δύο πολιτικά κόμματα επικεντρώνονται τώρα στη δεύτερη ημερομηνία. Οι παραγωγοί βιοκαυσίμων έχουν αναλάβει την πρόκληση να αυξήσουν τις δραστηριότητές τους και οι παγκόσμιες επενδύσεις σε βιοκαύσιμα έχουν αυξηθεί. Οι επενδύσεις σε βιοκαύσιμα μπορεί να ξεπεράσουν τα 100 δισεκατομμύρια δολάρια μέχρι το 2010. Ωστόσο, ακόμη και όταν η παραγωγή έχει εκτιναχθεί στα ύψη, το ίδιο ισχύει και για τη μετατροπή των στρεμμάτων από καλλιέργειες τροφίμων σε καλλιέργειες βιοκαυσίμων

Η αιθανόλη έχει καταλάβει το επίκεντρο της διαμάχης για τη μετατροπή των καλλιεργειών τροφίμων σε καλλιέργειες καυσίμων και την επίδρασή της στις παγκόσμιες οικονομίες. Το βιοκαύσιμο μπορεί να παραχθεί από καλαμπόκι, σόγια, ζαχαροκάλαμο, ζαχαρότευτλα, ζαχαρόχορτο, ή ηλιοτρόπια. Οι αυξημένες τιμές για αυτές τις καλλιέργειες ως πρώτη ύλη για την παραγωγή αιθανόλης έχουν τη δυνατότητα να παρακινήσουν τους αγρότες να πουλήσουν καλλιέργειες στους παραγωγούς καυσίμων και όχι στους παραγωγούς τροφίμων. Επιπλέον καλλιεργητές βλέπουν τις καλές τιμές που μπορούν να πάρουν από την καλλιέργεια καλλιεργειών όπως το καλαμπόκι για βιοκαύσιμα, έτσι μετατρέπουν τις καλλιέργειές τους σε καλαμπόκι επίσης, προκαλώντας αύξηση της τιμής άλλων σιτηρών. Ακολουθεί μια παγκόσμια ζήτηση για καλλιέργειες και οι αγρότες επιβίωσης στις αναπτυσσόμενες χώρες καθαρίζουν τα δάση και τα λιβάδια για να φυτέψουν καλλιέργειες. Ως αποτέλεσμα, οι οικότοποι και η βιοποικιλότητα εξαφανίζονται και η κοπή και καύση γης για καλλιέργεια προσθέτει CO₂ στην ατμόσφαιρα. Αυτή η σειρά γεγονότων έχει ήδη λάβει χώρα σε κάποια μέρη, όπως η Βραζιλία, και οι περιβαλλοντολόγοι φοβούνται ότι μπορεί να λάβει κρίσιμες διαστάσεις. ο συγγραφέας του περιοδικού Time Χένρι Γκρούνβαλντ εξήγησε απλά, «το βασικό πρόβλημα είναι ότι ο Αμαζόνιος [στη Βραζιλία] αξίζει περισσότερο αποψιλωμένος παρά άθικτος». Τα βιοκαύσιμα δεν θα πρέπει να ακυρώνονται ως εναλλακτικά καύσιμα. Αντίθετα, η διαχείριση των βιολογικών καυσίμων πρέπει να λειτουργεί καλύτερα με το περιβάλλον.

Οι νέες πηγές βιοκαυσίμων μπορούν να συμβάλουν στην άμβλυνση των προβλημάτων που σχετίζονται με τα βιοκαύσιμα που κυριαρχούνται από καλαμπόκι. Οι καλλιεργητές έχουν ήδη αρχίσει να πειραματίζονται με καλλιέργειες που κάνουν καλύτερη χρήση της γης και μετατρέπουν την ενέργεια των καλλιεργειών για να τροφοδοτήσουν την ενέργεια πιο αποτελεσματικά από το καλαμπόκι. Ενώ το καλαμπόκι παράγει 1,3 μονάδες ενέργειας αιθανόλης για κάθε 1 μονάδα επεξεργασμένου καλαμπόκιου, το ζαχαροκάλαμο αποδίδει 8 μονάδες αιθανόλης ανά 1 μονάδα ζαχαροκάλαμου. Οι αποδόσεις ζαχαροκάλαμου μπορούν επίσης να διπλασιάσουν τις αποδόσεις καλαμπόκιου ανά στρέμμα [0,004 km²] γης. Κάθε καλλιέργεια που χρησιμοποιείται για την

παραγωγή βιοκαυσίμων θα πρέπει να επιλέγεται για να αποφεύγεται η βαριά χρήση χημικών λιπασμάτων, παρασίτων και ζιζανιοκτόνων που έχουν γίνει σήμα κατατεθέν της μεγάλης γεωργικής παραγωγής καλαμποκιού.

Τα απόβλητα υλικά αποτελούν επίσης αποτελεσματικές μετατροπές της ενέργειας που αποθηκεύεται στα απόβλητα σε ενέργεια που περιέχεται σε αιθανόλη. Η κυτταρινική αιθανόλη προέρχεται από ουσίες που έχουν μικρή αξία καλλιέργειας. ονομάζονται κυτταρινικά επειδή περιέχουν κυρίως ιμπέρ κυτταρίνη. Τα καλαμπόκια, τα φλοιά, τα φύλλα, τα δασικά απόβλητα όπως τα ροκανίδια και ο φλοιός, τα πριονίδια που παράγονται από εργοστάσια ξυλείας, ο χαρτοπολτός και τα ταχέως αναπτυσσόμενα χόρτα λιβαδιών όπως ο χλοοτάπητας παράγουν 36 μονάδες ενέργειας αιθανόλης ανά μονάδα υλικού. Οι καλλιεργητές στο Μάλι στην ανατολική Αφρική όπου η καλή γεωργική γη είναι σε πρωμοδότηση έχουν αρχίσει να καλλιεργούν *jatropha*, ένα φυτό που ευδοκίμει σε φτωχά εδάφη και απαιτεί λίγο λίπασμα και καθόλου φυτοφάρμακα για την παραγωγή υψηλών αποδόσεων.

Ορισμένοι ιδιοκτήτες αυτοκινήτων έχουν πάρει την κατάσταση στα χέρια τους αναδιαμορφώνοντας τα αυτοκίνητά τους για να λειτουργούν με χρησιμοποιημένα μαγειρικά έλαια. Η Greasecar είναι μια εταιρεία της Μασαχουσέτης που πωλάει κιτ για τους ιδιοκτήτες αυτοκινήτων για χρήση στην τροποποίηση ενός κινητήρα για να κινείται με φυτικό έλαιο που αφήνεται να χρησιμοποιηθεί από εστιατόρια. Προς το παρόν, ωστόσο, η EPA δεν έχει εγκρίνει αυτές τις τροποποιήσεις ή τα καύσιμα φυτικών ελαίων για χρήση σε δημόσιους δρόμους.

Οι επιχειρηματίες έχουν επίσης μελετήσει τα φύκια ως ανανεώσιμη πηγή ενέργειας που δεν απαιτεί καθόλου καλλιεργήσιμες εκτάσεις. Η GreenFuel Technologies στο Κέιμπριτζ της Μασαχουσέτης καλλιεργεί φύκια σε λίμνες, εκμεταλλευόμενη την ικανότητα των φυκιών να μετατρέπουν την ενέργεια του Ήλιου σε υδατάνθρακες και λίπη χρησιμοποιώντας φωτοσύνθεση. Στη συνέχεια, οι χημικοί εταιρείες μετατρέπουν το 100 τοις εκατό των ουσιών σε αιθανόλη. Το περιοδικό *Fortune* ανέφερε για το σύστημα του GreenFuel σε ένα άρθρο του 2008: «η περίεργη εγκατάσταση είναι ένας βιοαντιδραστήρας [μια δεξαμενή καλλιέργειας μικροβίων] που παίρνει πράγματα από τα αποβρασματά της λίμνης - φύκια - το μεγαλώνει σαν τρελό και το μετατρέπει σε βιομάζα που μπορεί να μεταποιηθεί σε καύσιμο για αυτοκίνητα και φορτηγά. " Οι δεξαμενές φυκιών μπορούν να κατασκευαστούν περαιτέρω σε γη που είναι φτωχή για καλλιέργεια και τα φύκια αναπτύσσονται ακόμη και σε μολυσμένα ή αλμυρά νερά.

Η μικρή κοινότητα επιστημόνων που έχουν εργαστεί σε τεχνικές για την παραγωγή καυσίμων από φύκια έχουν στοχεύσει βιοντίζελ φυκιών. Το καύσιμο ντίζελ προέρχεται από αργό πετρέλαιο, όπως και η βενζίνη, αλλά το ντίζελ διαφέρει από τη βενζίνη στη σύνθεση και έχει παχύτερη, πιο λιπαρή συνοχή. Το βιοντίζελ προέρχεται από φυτικές πηγές και όχι από αργό πετρέλαιο και παράγει 2,5 φορές την ενέργεια που παράγεται από ίση ποσότητα ορυκτών καυσίμων. Τα φύκια και άλλα μικρόβια, όπως τα

βακτήρια, έχουν δημιουργήσει διεγερση μεταξύ των επιστημόνων ως μια νέα εναλλακτική πηγή καυσίμου που παρακάμπτει

Τα μειονεκτήματα της καλλιέργειας καυσίμων, η ερευνήτρια βιοκαυσίμων Kathe Andrews-Cramer του Εθνικού Εργαστηρίου Sandia στο Νέο Μεξικό δήλωσε: «Τα φύκια έχουν τη δυνατότητα να παράγουν τεράστια ποσότητα πετρελαίου. Θα μπορούσαμε να αντικαταστήσουμε σίγουρα όλο το καύσιμο ντίζελ μας με έλαια που προέρχονται από φύκι και ενδεχομένως να αντικαταστήσουμε πολύ περισσότερα από αυτό». Οι εταιρείες ενέργειας και άλλες μεγάλες επιχειρήσεις διεξάγουν τώρα μελέτες σχετικά με τα βιοκαύσιμα που παράγονται από φύκια για το μέλλον. Μεγάλες πετρελαϊκές εταιρείες, μερικές από τις μεγαλύτερες εταιρείες στον κόσμο, έχουν συνεργαστεί με επιχειρηματίες για την αναζήτηση νέων βιοκαυσίμων.

3.3 ΣΥΝΘΕΤΙΚΑ ΚΑΥΣΙΜΑ

Τα συνθετικά καύσιμα, αποτελούνται από υγρά καύσιμα που προέρχονται από μη ζωντανά πράγματα. Οι κύριες πηγές συνθετικών καυσίμων που μελετώνται επί του παρόντος είναι ο άνθρακας, το φυσικό αέριο, ο πετρελαιούχος σχιστόλιθος και η πίσσα. Τα συνθετικά καύσιμα ήρθαν στο προσκήνιο στον Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο όταν κόπηκαν οι γραμμές εφοδιασμού αργού πετρελαίου. Η Γερμανία ανέπτυξε τη μέθοδο που είναι γνωστή ως διεργασία Fischer-Tropsch για την παραγωγή συνθετικού καυσίμου καθώς η παροχή καυσίμου μειώθηκε. Μέχρι τη δεκαετία του 1950, το αργό πετρέλαιο έγινε και πάλι διαθέσιμο και η έρευνα για τα συνθετικά καύσιμα επιβραδύνθηκε. Η εναλλακτική τεχνολογία οχημάτων έχει αναζωπυρώσει το ενδιαφέρον για τα συνθετικά καύσιμα για δύο λόγους: για να σπάσει την εξάρτηση των ΗΠΑ από το αργό πετρέλαιο που προμηθεύονται από άλλες χώρες και για να δώσει στα οχήματα ένα καθαρότερο καύσιμο με μειωμένες εκπομπές καυσαερίων. Ωστόσο, τα συνθετικά καύσιμα έχουν ένα σημαντικό μειονέκτημα, επειδή η παραγωγή τους απαιτεί υψηλά επίπεδα κατανάλωσης ορυκτών καυσίμων και ενέργειας. Για το λόγο αυτό, οι παραγωγοί συνθετικών καυσίμων διερεύνησαν τη χρήση βιομάζας για την υποκατάσταση ορυκτών καυσίμων ως πρώτη ύλη.

Η βιομάζα λειτουργεί ως πρώτη ύλη στην παραγωγή συνθετικών καυσίμων επειδή περιέχει υψηλή συγκέντρωση ενώσεων άνθρακα, τη βάση για καύσιμα που χρησιμοποιούνται στην καύση. Οι αντιδράσεις σύνθεσης παράγουν μακρούς υδρογονάνθρακες που αποτελούνται από μόρια υδρογόνου προσαρτημένα σε μια ραχοκοκαλιά άνθρακα. Επειδή η σύνθεση της βιομάζας είναι μεταβλητή, οδηγεί σε πολλά διαφορετικά καύσιμα, το καθένα με ένα μοναδικό μείγμα υδρογονανθράκων ποικίλου μήκους. Η διαδικασία Fischer-Tropsch που εφαρμόζεται στη βιομάζα παράγει τα ακόλουθα υλικά, από τα λιγότερο πυκνά έως τα πιο πυκνά: αέριο μεθάνιο, αέριο αιθάνιο, υγραέριο, βενζίνη, ντίζελ και κεριά.

Πολλά λάδια κινητήρων έχουν συνθετικές εκδόσεις που χρησιμοποιούν οι οδηγοί σήμερα. Το συνθετικό λάδι κινητήρα περιέχει μακριές πολυμερείς ενώσεις που κατασκευάζονται σε εργαστήρια και έχουν σχεδιαστεί για να συμπεριφέρονται ως κανονικά λάδια. Μέχρι στιγμής, οι χημικοί έχουν αναπτύξει συνθετικά έλαια σε διάφορες ποιότητες ή ιξώδη που ανταποκρίνονται στις ανάγκες διαφορετικών τύπων κινητήρων.

Οι εταιρείες βιοτεχνολογίας έχουν επίσης συμμετάσχει στο κυνήγι για καλύτερα βιώσιμα συνθετικά καύσιμα συνδυάζοντας τη βιολογία με τη διαδικασία σύνθεσης. Ένα νέο πεδίο που ονομάζεται συνθετική βιολογία περιλαμβάνει την κατασκευή βιολογικών ουσιών που δεν βρίσκονται στη φύση. Ο Kareem Saad των Codon Devices εξήγησε το 2008, «Η συνθετική βιολογία είναι σημαντική για πολλούς λόγους. Εισαγωγή στις αρχές του σχεδιασμού . . . και η τυποποίηση στη βιολογία υπόσχεται να εξελίξει τον τρόπο με τον οποίο παράγουμε καύσιμα και καταναλωτικά προϊόντα που βασίζονται λιγότερο στο αργό πετρέλαιο και είναι λιγότερο επιβλαβή για το περιβάλλον και μπορούν να αλλάξουν το παιχνίδι». Οι ειδικοί της συνθετικής βιολογίας σχεδιάζουν τώρα να χειριστούν, μέσω εμβιομηχανικής ή μέσω νέων μεθόδων ζύμωσης, φυσικών μικροβίων για την παραγωγή νέων υδρογονανθράκων που λειτουργούν ως καύσιμο. Μια νέα γενιά βιοκαυσίμων θα μπορούσε να συντεθεί από μικρόβια για την παραγωγή νέων υδρογονανθράκων για την παραγωγή συνθετικής βενζίνης ή συνθετικού ντίζελ.

Η πράσινη χημεία αντιπροσωπεύει ένα σχετικό πεδίο στο οποίο οι χημικοί χρησιμοποιούν βιολογικά συστατικά όπως ένζυμα για να πραγματοποιήσουν χημικές αντιδράσεις. Τα φυσικά ένζυμα τρέχουν αντιδράσεις χωρίς να απαιτούν υψηλές θερμοκρασίες ή επικίνδυνες χημικές ουσίες που χρησιμοποιεί μερικές φορές η χημεία του δίνει την ίδια υπόσχεση που κάνει η συνθετική βιολογία για τη δημιουργία υδρογονανθράκων που παίρνουν τη θέση των ορυκτών καυσίμων.

Είτε ένα όχημα χρησιμοποιεί βιοκαύσιμο, συνθετικό καύσιμο ή ορυκτό καύσιμο, ένας κινητήρας καύσης πρέπει να έχει υδρογονάνθρακες για καύση για την παραγωγή ενέργειας. Επομένως, τα οχήματα με κινητήρα εσωτερικής καύσης εναλλακτικού καυσίμου μοιάζουν με τα τυπικά βενζινοκίνητα οχήματα. Οι αρχές της καύσης περιγράφονται παρακάτω

3.4 ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΚΑΥΣΗ

Η καύση είναι μια διαδικασία κατά την οποία το οξυγόνο συνδυάζεται με άλλα άτομα για να κάνει μια νέα ένωση και δίνει ενέργεια ως θερμότητα. Η φωτιά είναι μια γνωστή αντίδραση καύσης. Στην πράξη, το οξυγόνο από τον αέρα συνδυάζεται με ενώσεις άνθρακα ή άνθρακα-υδρογόνου και παράγει θερμότητα, αέρια και πυράκτωση, το φως που εκπέμπεται από ένα θερμαινόμενο υλικό.

Ο κινητήρας εσωτερικής καύσης καθιστά δυνατή αυτή τη διαδικασία. Μέσα στους ισχυρούς μεταλλικούς θαλάμους ενός κινητήρα εσωτερικής καύσης, που ονομάζονται κύλινδροι, συμβαίνουν ταχείες αντιδράσεις μεταξύ του καυσίμου υψηλής ενέργειας (βενζίνη) και του αέρα. Εν ολίγοις, τα βενζινοκίνητα οχήματα κινούνται επειδή η ενέργεια που συγκρατείται στους δεσμούς άνθρακα-υδρογόνου της βενζίνης έχει μετατραπεί σε θερμότητα και η θερμική ενέργεια με τη σειρά της μετατρέπεται σε κινητική ενέργεια.

Οι τυπικοί κινητήρες εσωτερικής καύσης κάνουν μετατροπές ενός τύπου ενέργειας σε τέσσερα στάδια: (1) η διαδρομή εισαγωγής στην οποία η βενζίνη εισέρχεται στο θάλαμο καύσης με αέρα. (2) η διαδρομή συμπίεσης που ασκεί πίεση στο μείγμα βενζίνης-αέρα για να κάνει την έκρηξη πιο ισχυρή. (3) την αντίδραση καύσης στην οποία συμβαίνει η έκρηξη εντός του κυλίνδρου· και (4) η διαδρομή εξάτμισης στην οποία τα υποπροϊόντα της αντίδρασης εξέρχονται από τον κύλινδρο. Τα βιοκαύσιμα και τα συνθετικά καύσιμα περιέχουν υδρογονάνθρακες που λειτουργούν εξίσου καλά με τους υδρογονάνθρακες βενζίνης στην αντίδραση καύσης. Επιπλέον, τα υποπροϊόντα καυσαερίων από βιοκαύσιμα και συνθετικά καύσιμα δεν φέρουν την ίδια υψηλή συγκέντρωση επικίνδυνων ουσιών με τα καυσαέρια βενζίνης.

Τα καυσαέρια από τον κινητήρα καύσης αποτελούνται ως ένα από τους σημαντικότερους φορείς που συνέβαλαν στην αύξηση τη παγκόσμιας καταστροφής. Τα καυσαέρια βενζίνης περιέχουν ενώσεις που απειλούν την υγεία των ανθρώπων, της άγριας ζωής, των φυτών και των δέντρων προκαλώντας υπερθέρμανση του πλανήτη: μονοξειδίο του άνθρακα, διοξειδίο του αζώτου, διοξειδίο του θείου και υδρογονάνθρακες (ενώσεις υδρογονανθράκων που περιέχουν δακτυλιοειδείς δομές επίσης κατασκευασμένες από άνθρακα και υδρογόνο). Συνεπώς, τα βιοκαύσιμα και τα συνθετικά καύσιμα προϋπηρετούν την ανθρώπινη και περιβαλλοντική υγεία μειώνοντας ή εξαλείφοντας την παραγωγή επικίνδυνων συστατικών καυσαερίων.

3.5 ΙΣΧΥΣ ΜΠΑΤΑΡΙΩΝ

Τα οχήματα που τροφοδοτούνται αποκλειστικά από μπαταρίες έχουν δοκιμαστεί εδώ και πολλά χρόνια. Ωστόσο, η μεγαλύτερη πρόοδος προς αυτόν τον σκοπό έχει παρεμποδιστεί από το τεράστιο μέγεθος και το βάρος των μπαταριών που θα χρειάζονταν για την τροφοδοσία των αυτοκινήτων για οποιαδήποτε πρακτική απόσταση. Η ανάπτυξη υβριδικών οχημάτων με μπαταρία αερίου έχει δώσει περισσότερες υποσχέσεις και έχει ωθήσει τους επιστήμονες να βελτιώσουν την τεχνολογία μπαταριών για τα οχήματα. Με νεότερες, ελαφρύτερες μπαταρίες, τα οχήματα που τροφοδοτούνται πλήρως από μπαταρίες μπορεί να γίνουν μεγάλο μέρος της εναλλακτικής αγοράς οχημάτων.

Οι συμβατικές μπαταρίες αυτοκινήτων περιέχουν μόλυβδο και ισχυρό οξύ που παρέχουν ένα μέσο για το χαμηλό των ηλεκτρονίων

μεταξύ δύο αντίθετα φορτισμένων πόλων. Η ροή ηλεκτρονίων γίνεται ηλεκτρικό ρεύμα, το οποίο βοηθά στην εκκίνηση του κινητήρα όταν ένας οδηγός γυρίζει το κλειδί. Στη δεκαετία του 1990, η GM ανέπτυξε έναν νέο τύπο μπαταρίας που δεν βασίστηκε στο συνηθισμένο σύστημα μόλυβδου-οξέος.

Δύο καινοτομίες βοήθησαν στην επιστροφή των οχημάτων με μπαταρία. Η πρώτη ανήκε στο Prius της Toyota με τη νέα ελαφρύτερη μπαταρία. Η δεύτερη καινοτομία προήλθε από την ανάπτυξη μπαταριών ιόντων λιθίου για φορητούς υπολογιστές από τη βιομηχανία υπολογιστών των Η. Και οι δύο αυτοί τύποι μπαταριών παρήγαγαν μια αποδεκτή ποσότητα ισχύος και ζύγιζαν πολύ λιγότερο από τις μπαταρίες του παρελθόντος. Όλα τα επόμενα οχήματα εναλλακτικών καυσίμων περιέχουν τώρα εξαρτήματα, συμπεριλαμβανομένων των μπαταριών, που έχουν επιλεγεί τόσο για την τοξικότητα όσο και για το βάρος.

Η επόμενη γενιά οχημάτων με μπαταρία πιθανότατα θα είναι υβριδικά παρόμοια με το Prius ή πλήρως επαναφορτιζόμενα μοντέλα που είναι συνδεδεμένα όταν δεν χρησιμοποιούνται. Η *Chicago Tribune* ανέφερε το 2008, «η General Motors Corp. και η Toyota ανακοίνωσαν σχέδια για την εισαγωγή plug-in υβριδικών το 2010, και οι δύο θα χρησιμοποιούν μπαταρίες ιόντων λιθίου». Περιγράφοντας το νέο Volt της GM, το άρθρο ανέφερε: «Όταν οι μπαταρίες εξαντλούνται, ο κινητήρας αερίου του Volt τις επαναφορτίζει, προσθέτοντας άλλα 600 περίπου μίλια [965 χιλιόμετρα] στην αυτονομία του οχήματος». Οι αυτόματοι θα πρέπει να συνεχίσουν να βελτιώνουν την εμπέλεια των αυτοκινήτων που λειτουργούν με μπαταρία, έτσι ώστε οι οδηγοί να μην φοβούνται ποτέ ότι θα εγκλωβιστούν από μια νεκρή μπαταρία χωρίς πρίζα επαναφόρτισης κοντά. Οι μηχανικοί που σχεδιάζουν νέα βιώσιμα συστήματα στις πόλεις πιθανότατα εξέτασαν την ανάγκη για τερματικά plug-in στο κέντρο της πόλης για την επαναφόρτιση αυτοκινήτων κατά τη διάρκεια της εργάσιμης ημέρας.

Ένας εκπρόσωπος της αυτοκινητοβιομηχανίας John Hanson δήλωσε στην *Chicago Tribune*, "Πρέπει να δούμε πώς αποδίδουν τα κτυπήματα ιόντων λιθίου στον πραγματικό κόσμο και να βεβαιωθούμε ότι αυτή η τεχνολογία είναι ισχυρή και τι χρειάζονται [οι εταιρείες αυτοκινήτων]". Οι αυτοκινητοβιομηχανίες έχουν φτάσει σε ένα σημείο όπου μπορούν να πάνε προς διάφορες κατευθύνσεις: προς αυτοκίνητα που τροφοδοτούνται εξ ολοκλήρου από μπαταρίες ιόντων λιθίου. με νέα τεχνολογία μπαταριών που λειτουργεί καλύτερα από το ιόν λιθίου ή με συνδυασμό βενζίνης και μπαταρίας σε υβριδικά οχήματα

3.6 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΚΥΨΕΛΩΝ ΚΑΥΣΙΜΟΥ

Οι κυψέλες καυσίμου αντιπροσωπεύουν μια νέα φάση στην ισχύ της μπαταρίας. Οι κυψέλες καυσίμου παράγουν μόνο νερό και θερμότητα στη διαδικασία παραγωγής ενέργειας, είναι ήσυχες και μετατρέπουν το

καύσιμο σε ενέργεια τρεις έως τέσσερις φορές πιο αποδοτικό από την καύση.

Ο πρώτος από τους δύο τύπους κυψελών καυσίμου αντιδρά το αέριο υδρογόνο (H₂) με αέριο οξυγενέσεως (O₂) για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Οι αυτοκινητοβιομηχανίες αναμένουν να εισαγάγουν οχήματα που εξαρτώνται από αυτήν την τεχνολογία κυψελών καυσίμου υδρογόνου μεταξύ 2010 και 2020. Οι επιστήμονες αναπτύσσουν βιολογικές κυψέλες καυσίμου, αλλά μέχρι στιγμής δεν έχουν δοκιμαστεί σε οχήματα.

Τόσο οι χημικές όσο και οι βιολογικές κυψέλες καυσίμου βασίζονται σε έναν καταλύτη, ο οποίος είναι οποιαδήποτε ουσία που κάνει τις αντιδράσεις να προχωρούν μειώνοντας την ενέργεια που απαιτείται για την έναρξη της αντίδρασης. Ο καταλύτης επιτρέπει την αντίδραση κυψελών καυσίμου υδρογόνου που ακολουθεί με αποτελεσματικό τρόπο:



Οι χημικές κυψέλες καυσίμου χρησιμοποιούν μεταλλικούς καταλύτες που εγκαταλείπουν εύκολα ή δέχονται ηλεκτρόνια, όπως το παλλάδιο και ο λευκόχρυσος. Τα βιολογικά κύτταρα καυσίμου κάνουν το ίδιο χρησιμοποιώντας ένζυμα, τα οποία δρουν ως καταλύτες σε αντιδράσεις που συμβαίνουν στη φύση. Στη βιολογία, οι καταλύτες επιτρέπουν στις αντιδράσεις να λαμβάνουν χώρα σε χιλιοστά του δευτερολέπτου. Χωρίς ένζυμα, οι ίδιες βιολογικές επαναλήψεις θα μπορούσαν να διαρκέσουν αρκετά εκατομμύρια χρόνια. Το 2003, ο υπέρμαχος της βιοχημείας Richard Wolfenden του Πανεπιστημίου της Βόρειας Καρολίνας εξήγησε: «Τώρα βρήκαμε μία αντίδραση χωρίς ένζυμα που είναι 10.000 φορές πιο αργή από αυτό. Ο μισός χρόνος του, ο χρόνος που χρειάζεται για να καταναλωθεί η μισή ουσία, είναι 1 τρισεκατομμύριο χρόνια, 100 φορές μεγαλύτερος από τη διάρκεια ζωής του σύμπαντος. Τα ένζυμα μπορούν να κάνουν αυτή την αντίδραση να συμβεί σε 10 χιλιοστά του δευτερολέπτου». Σαφώς, η επιτυχία της τεχνολογίας κυψελών καυσίμου εξαρτάται από τους καταλύτες και η βιολογία μπορεί να έχει ήδη εφεύρει μερικούς από τους καλύτερους καταλύτες στον πλανήτη.

Τα καύσιμα για χημικές κυψέλες καυσίμου μπορεί να είναι οποιοδήποτε από τα ακόλουθα υλικά πλούσια σε υδρογόνο: φυσικό αέριο, πετρέλαιο, προπάνιο, μεθανόλη, αιθανόλη ή άνθρακας. Μόνο η μεθανόλη και η αιθανόλη από αυτόν τον κατάλογο είναι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Παρόλο που οι χημικές κυψέλες καυσίμου χρησιμοποιούν μη ανανεώσιμα καύσιμα, μετατρέπουν το καύσιμο σε ενέργεια πολύ πιο αποτελεσματικά από τους κινητήρες καύσης. Οι χημικές κυψέλες καυσίμου μειώνουν επίσης την ποσότητα των εκπομπών CO₂ κατά περίπου τα δύο τρίτα.

Αντίθετα, οι βιολογικές κυψέλες καυσίμου μπορούν να χρησιμοποιούν βιομάζα ή οργανικά απόβλητα, όπως κοπριά, ως πηγή καυσίμου. Αν και ο Βόλφεντεν επεσήμανε την ταχύτητα με την οποία λειτουργούν οι ενζυμικές καταλυτικές αντιδράσεις, οι βιολογικές κυψέλες

καυσίμου χρειάζονται χρόνο για να δημιουργήσουν αρκετή ενέργεια για να τρέξουν ένα αυτοκίνητο. Μέχρι στιγμής, οι βιολογικές κυψέλες καυσίμου έχουν χρησιμοποιηθεί μόνο για τη λειτουργία συσκευών χαμηλής ενέργειας, όπως αριθμομηχανές.

Τα μελλοντικά οχήματα κυψελών καυσίμου ενδέχεται να παρακάμψουν το πρόβλημα της παραγωγής χαμηλής ισχύος ενσωματώνοντας στοιβαγμένες κυψέλες καυσίμου. Οι στοιβαγμένες κυψέλες περιέχουν πολλές μεμονωμένες κυψέλες καυσίμου που παρατάσσονται σε μια σειρά για να αυξήσουν τη συνολική τάση που παράγουν. Όπως συμβαίνει με κάθε τύπο πηγής ενέργειας οχήματος, οι κυψέλες καυσίμου πρέπει να παρέχουν τόσο ισχύ όσο και μακροζωία, διαφορετικά οι καταναλωτές μπορεί να μην δελεαστούν να τις δοκιμάσουν.

3.7 ΠΥΡΗΝΙΚΗ ΣΧΑΣΗ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΞΗ

Από όλες τις πηγές ενέργειας, η πυρηνική ενέργεια παρέχει τη μεγαλύτερη ισχύ και μακροζωία για μια μονάδα καυσίμου. Ωστόσο, η πυρηνική ενέργεια δεν έχει ληφθεί υπόψη για τα επιβατικά οχήματα, κυρίως επειδή το κοινό θα είχε δικαιολογημένες ανησυχίες σχετικά με την ασφάλειά τους και τα ραδιενεργά απόβλητα που θα παρήγαγαν. Τα πολεμικά πλοία έχουν χρησιμοποιήσει πυρηνική ενέργεια για μεγάλο χρονικό διάστημα και έτσι έχουν εξυπηρετήσει δισεκατομμύρια γαλιόνια αργού πετρελαίου.

Η πυρηνική άλωση είναι μια αλλαγή στον πυρήνα ενός ατόμου στον οποίο ο πυρήνας διασπάται για να σχηματίσει νέους, ελαφρύτερους πυρήνες. Κάθε αντίδραση ισίας απελευθερώνει μη φορτισμένα ατομικά σωματίδια που ονομάζονται νετρόνια συν ενέργεια. Καθώς τα απελευθερωμένα νετρόνια συντρίβονται σε άλλα άτομα, περισσότεροι πυρήνες διασπώνται και απελευθερώνουν περισσότερα νετρόνια και περισσότερη ενέργεια. Οι πολλαπλές αυτοσυντηρούμενες ενώσεις ονομάζονται συλλογικά πυρηνική αλυσιδωτή αντίδραση. Οι πυρηνικές αλυσιδωτές αντιδράσεις απελευθερώνουν τεράστιες ποσότητες ενέργειας που πρέπει να ελέγχονται με τη μέγιστη προσοχή.

Η πυρηνική σύντηξη είναι η αντίθετη διαδικασία από την ισχνή. Στην πυρηνική σύντηξη, δύο άτομα ενός στοιχείου, όπως το υδρογόνο, συγκεντρώνονται μαζί σε υψηλές θερμοκρασίες μέχρι να σχηματίσουν έναν νέο, βαρύ πυρήνα.

Οι συμβατικοί πυρηνικοί αντιδραστήρες που παράγουν ενέργεια για κοινότητες ή για την τροφοδοσία των τεράστιων πλοίων του Πολεμικού Ναυτικού των ΗΠΑ χρησιμοποιούν αντιδράσεις πυρηνικής ενέργειας. Το ουράνιο και το πλουτώνιο χρησιμεύουν ως καύσιμα για αυτούς τους αντιδραστήρες. Αν και οι πυρηνικές αντιδράσεις δεν θα ήταν ποτέ πρακτικές για την τροφοδοσία των οχημάτων, οι κυψέλες καυσίμου υδρογόνου είναι ένα είδος πυρηνικής αντίδρασης που παράγει ασφαλή ενέργεια με βιώσιμο μέλλον.

Το Ινστιτούτο Πυρηνικής Ενέργειας στην Ουάσιγκτον, DC, έχει προτείνει ότι η πυρηνική ενέργεια μπορεί να εξυπηρετήσει καλύτερα τις μεταφορές ως σημαντική πηγή ενέργειας για plug-in ηλεκτρικά οχήματα. Τα αυριανά εναλλακτικά οχήματα και η πυρηνική ενέργεια θα μπορούσαν να λειτουργήσουν συμπληρωματικά για να έχουν δύο άκρα. Πρώτον, αυτό το σύστημα θα εξοικονομούσε ορυκτά καύσιμα εξαλείφοντας τους βενζινοκίνητους κινητήρες καύσης ή χυτοσιδήρου και, δεύτερον, το σύστημα θα παράκαμπτε την ανάγκη παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από άνθρακα. Στον βραχυπρόθεσμο σχεδιασμό, ωστόσο, η πυρηνική ενέργεια παραμένει πιο ρεαλιστική.

3.8 ΚΑΥΣΙΜΟ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ

Το φυσικό αέριο περιέχει 50 έως 90 τοις εκατό μεθάνιο (CH_4) κατ'όγκο. Τέτοια αποθέματα φυσικού αερίου που βρίσκονται κοντά σε αποθέματα αργού πετρελαίου ονομάζονται συμβατικό φυσικό αέριο. Ορισμένα σπανιότερα αποθέματα φυσικού αερίου έχουν βρεθεί χωρίς αργό πετρέλαιο σε κοντινή απόσταση.

Ο μεγαλύτερος όγκος φυσικού αερίου υπάρχει στη Μέση Ανατολή, ακολουθούμενη από τη Ρωσία και τις γειτονικές της χώρες. Οι Ηνωμένες Πολιτείες κατέχουν περίπου το 3 τοις εκατό των παγκόσμιων αποθεμάτων φυσικού αερίου.

Το φυσικό αέριο ως πηγή ενέργειας έχει πολλά από τα ίδια μειονεκτήματα με το αργό πετρέλαιο. Κατέλο είναι, το φυσικό αέριο είναι ένας μη ανανεώσιμος πόρος που τελικά θα εξαντληθεί με τον τρέχοντα ρυθμό κατανάλωσής του. Τα συνολικά γνωστά αποθέματα φυσικού αερίου θα πρέπει να διαρκέσουν για άλλα 200 χρόνια με τον σημερινό ρυθμό κατανάλωσης, αλλά αυτό είναι μόνο μια εκτίμηση, και μπορεί να είναι μια αισιόδοξη εκτίμηση. Για το λόγο αυτό τα μη συμβατικά αποθέματα φυσικού αερίου παρέμειναν σε μεγάλο βαθμό ανέγγιχτα.

Όπως και το αργό πετρέλαιο, το φυσικό αέριο απαιτεί μια ενεργειακά απαιτητική σειρά βημάτων για να το βγάλει από το έδαφος και να το μετατρέψει σε χρησιμοποιήσιμο καύσιμο, όπως φαίνεται στα επόμενα βήματα:

- Εξερεύνηση, αναζήτηση αποθεμάτων μέσω γεωλογικών ερευνών, χαρτογράφησης τους και κατάρτιση σχεδίων γεώτρησης
- Εξόρυξη, κατασκευή φρεατίων γεώτρησης και έξοδος του αερίου από το έδαφος
- Παραγωγή, διαχωρισμός διαφόρων υδρογονανθράκων από το μεθάνιο που χρησιμεύει ως πηγή καυσίμου
- Μεταφορά, παράδοση του φυσικού αερίου μέσω ενός εκτεταμένου δικτύου υπόγειων αγωγών σε όλη τη Βόρεια

Αμερική

- Αποθήκευση, διατήρηση σε υπόγειες δεξαμενές μέχρι να χρειαστεί
- Διανομή, παράδοση ποσοτήτων σε καταναλωτές, όπως νοικοκυριά και επιχειρήσεις

Τα βήματα που αναφέρονται εδώ δεν είναι τα ίδια για κάθε απόθεμα φυσικού αερίου. Για παράδειγμα, μερικές φορές η εξερεύνηση απαιτεί περισσότερες από μία τεχνολογίες για την εισαγωγή ενός κοιτάσματος φυσικού αερίου. Οι ομάδες εξερεύνησης συμπληρώνουν τις γεωλογικές έρευνες με τη σεισμολογία, η οποία μελετά την πυκνότητα των στρωμάτων της Γης παλλόμενα ενεργειακά κύματα στο υπέδαφος. Οι σεισμολόγοι δημιουργούν τρισδιάστατες εικόνες από τα δεδομένα τους για να απεικονίσουν όλους τους υπόγειους σχηματισμούς. Άλλα όργανα μετρούν υπόγεια μαγνητικά πεδία ή βαρυτικά πεδία. Ακόμη και με τα καλύτερα στοιχεία, οι εταιρείες πρέπει μερικές φορές να τρυπήσουν ερευνητικές γεωτρήσεις για να διερευνήσουν το φυσικό αέριο. Εκτός από αυτές τις θεωρήσεις, τα τρυπημένα πηγάδια συμπεριφέρονται διαφορετικά ανάλογα με το πόσο κοντά βρίσκονται σε ένα απόθεμα πετρελαίου.

Μόλις το αέριο τραβηχτεί πάνω από το έδαφος, οι μεταποιητές προσαρμόζουν τη μέθοδο παραγωγής τους σε δύο συστατικά του αερίου: το μείγμα των υδρογονανθράκων που υπάρχουν και ένα συστατικό που ονομάζεται υγρά φυσικού αερίου. Τα υγρά φυσικού αερίου αποτελούνται από αιθάνιο (δύο άνθρακες), προπάνιο (τρεις άνθρακες), βουτάνιο (τέσσερις άνθρακες) και φυσική βενζίνη.

Παρά τις δυσκολίες στην εισαγωγή και την εξόρυξη ορυκτών καυσίμων, η Υπηρεσία Πληροφοριών Ενέργειας (EIA) αναμένει ότι η ζήτηση φυσικού αερίου θα αυξηθεί για οικιακή και εμπορική χρήση και παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας έως το 2025. Η EIA αναφέρει ότι η βιομηχανία εκτελεί σήμερα τις δραστηριότητές της με τα ακόλουθα καύσιμα: πετρέλαιο, 45 τοις εκατό της χρήσης ενέργειας, φυσικό αέριο, 37 τοις εκατό, άνθρακας, 9 τοις εκατό και ανανεώσιμες πηγές, 9 τοις εκατό. Εκτός εάν η νέα βιώσιμη τεχνολογία γίνει κοινός τόπος για τη βιομηχανία και το κοινό, η ΕΠΕ προβλέπει την ίδια χρήση έως το 2025.

Το φυσικό αέριο παρέχει πολύ λίγη ενέργεια στις μεταφορές, αλλά οι υπεύθυνοι των οχημάτων φυσικού αερίου πιστεύουν ότι αυτή η πηγή ενέργειας μπορεί να διαδραματίσει ρόλο στη διατήρηση του πετρελαίου. Το φυσικό αέριο παράγει ενέργεια στην καύση παρόμοια με τη βενζίνη, οπότε υπάρχει ήδη τεχνολογία για τη χρήση του ως καυσίμου. Οι πρώτες προσπάθειες χρήσης φυσικού αερίου για την τροφοδοσία των οχημάτων έδειξαν ότι θα χρειαζόνταν πολύ μεγάλες δεξαμενές καυσίμων. Ως εκ τούτου, οι επιστήμονες εργάστηκαν σε νέους τύπους φυσικού αερίου, επεξεργασμένο ώστε να καταλαμβάνει λιγότερο χώρο. Το υγροποιημένο φυσικό αέριο (LNG) έχει ψυχθεί σε θερμοκρασία που το καθιστά υγρό που καταναλώνει λιγότερο όγκο από το αέριο. Το συμπιεσμένο φυσικό αέριο

(CNG) σχηματίζεται όταν το φυσικό αέριο αποθηκεύεται υπό πίεση για να μειωθεί ο όγκος του. Επί του παρόντος, τα αυτοκίνητα CNG υπερτερούν αριθμητικά των αυτοκινήτων LNG, αλλά οι αυξημένες πωλήσεις οποιωνδήποτε οχημάτων φυσικού αερίου έχουν αποθαρρυνθεί από την πολύ περιορισμένη διαθεσιμότητα αντλιών φυσικού αερίου. Τα οχήματα φυσικού αερίου έχουν επίσης μικρότερη αυτονομία σε σχέση με τα βενζινοκίνητα οχήματα.

Το βιολογικά σχηματισμένο φυσικό αέριο, που ονομάζεται βιοαέριο, αποτελείται από μεθαμφεταμίνη μείον τα υγρά φυσικού αερίου. (ο όρος βιολογικός μπορεί να είναι παραπλανητικός, καθώς το κανονικό φυσικό αέριο σχηματίζεται επίσης με βιολογικά μέσα κατά τη διάρκεια αιώνων.) Το βιοαέριο προκύπτει από τη ζύμωση οργανικής ύλης από μικρόβια. Η κοπριά, τα εδάφη και οι μονάδες επεξεργασίας λυμάτων παράγουν βιοαέριο που μπορεί να συλλεχθεί και να χρησιμοποιηθεί με τον ίδιο τρόπο όπως το φυσικό αέριο.

Η Waste Management, Inc., ο μεγαλύτερος παραγωγός αποβλήτων της Βόρειας Αμερικής, αναπτύσσει μια διαδικασία για τη δέσμευση μεθανίου ξηράς και τη μετατροπή του σε καύσιμο για τα φορτηγά της. Ο αντιπρόεδρος της Company, Kent Stoddard, δήλωσε το 2008: «Δημιουργούμε έναν πολύτιμο πόρο στα εδάφη μας». Ως εκ τούτου, οι χερσαίοι διάδρομοι και οι εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων αποτελούν μια απίθανη αλλά πιθανή πηγή καυσίμου για μια νέα γενιά οχημάτων.

3.9 ΥΒΡΙΔΙΚΑ ΕΠΟΜΕΝΗΣ ΓΕΝΙΑΣ

Στο εγγύς μέλλον, τα υβριδικά θα ηγηθούν σίγουρα της αγοράς οχημάτων εναλλακτικών καυσίμων. Τα υβριδικά ηλεκτρικά-βενζινοκίνητα επιτρέπουν στους κατασκευαστές αυτοκινήτων να διατηρούν τον κινητήρα εσωτερικής καύσης με μια αρκετά μικρή αναθεώρηση προσθέτοντας μια πηγή ισχύος μπαταρίας όπως στο Prius. Οι εταιρείες πετρελαίου μπορούν επίσης να συνεχίσουν να πωλούν βενζίνη στις τρέχουσες αντλίες τους. Αλλά η αλλαγή θα έρθει στις αυτοκινητοβιομηχανίες και τους παραγωγούς πετρελαίου παρ' όλα αυτά. Υβρίδια όπως το Prius ταξιδεύουν 45 ή περισσότερα μίλια με ένα γαλόνι [19 χλμ/l] βενζίνης, τα οποία τα συμβατικά αυτοκίνητα δεν μπορούν να ζευγαρώσουν.

Οι μηχανικοί αυτοκινήτων αντιμετωπίζουν διάφορα καθήκοντα για τη βελτίωση των υβριδικών αυτοκινήτων για να αυξήσουν την ελκυστικότητά τους. Τα νέα υβριδικά πιθανότατα θα περιέχουν μοντέλα μπαταρίας-βενζίνης ή κυψελών καυσίμου-βενζίνης ή τα ίδια μοντέλα με φυσικό αέριο ή βιοαέριο που υποκαθιστά τη βενζίνη. Όλα αυτά τα μοντέλα θα χρειαστούν άμεσα διαθέσιμα πρατήρια καυσίμων, αν και ο αριθμός των σταθμών θα μπορούσε να μειωθεί επειδή θα ορίσουν καλύτερη χιλιομετρική απόδοση καυσίμου. Οι μπαταρίες πρέπει να συνεχίσουν να γίνονται ελαφρύτερες και να μπορούν να διατηρούν φορτίο πολύ περισσότερο από τις τρέχουσες μπαταρίες.

Τα αυτοκίνητα Ευέλικτου καυσίμου προσφέρουν επίσης μια επιλογή στην υβριδική τεχνολογία στην οποία ο κινητήρας του οχήματος μπορεί να λειτουργήσει με οποιοδήποτε μείγμα βενζίνης-αιθανόλης από 0 τοις εκατό αιθανόλη έως 85 τοις εκατό αιθανόλη. Η ΕΡΑ έχει υπολογίσει ότι περισσότερα από 6 εκατομμύρια αυτοκίνητα Ευέλικτου καυσίμου ταξιδεύουν τώρα στους δρόμους των ΗΠΑ. Οι τρεις μεγάλες αυτοκινητοβιομηχανίες πωλούν περίπου 40 διαφορετικά μοντέλα στις Ηνωμένες Πολιτείες—η Ευρώπη και η Βραζιλία πωλούν επίσης μεγάλο αριθμό μοντέλων. Οι κύριοι παραγωγοί αυτοκινήτων ευέλικτου καυσίμου εκτός από τα μεγάλα τρία είναι, Citroën, Fiat, Honda, Isuzu, Koenigsegg, Mazda, Mercedes-Benz, Mitsubishi, Nissan, Peugeot, Renault, Saab, Toyota, Volkswagen, and Volvo.

Αν και ορισμένες αυτοκινητοβιομηχανίες φαίνεται να καθυστέρησαν να κατασκευάσουν οχήματα που δεν εξαρτώνται αποκλειστικά από ορυκτά καύσιμα, η βιομηχανία εργάζεται για να αναπληρώσει τον χαμένο χρόνο. Μετά τη Διεθνή Έκθεση Αυτοκινήτου του 2009 στο Ντιτρόιτ, η εταιρεία Michelin ανακοίνωσε τον διαγωνισμό Michelin Challenge Design για το 2010: «Σε μια εποχή που τα οχήματα γίνονται πιο αξιόπιστα ως προς τα καύσιμα και οι κατασκευαστές αυτοκινήτων είναι επιφορτισμένοι με την εισαγωγή στην αγορά φιλικών προς τον καταναλωτή οχημάτων που θα συμβάλουν στην περιβαλλοντική βιωσιμότητα, η Michelin ανακοινώνει κατάλληλα το θέμα της για το παγκόσμιο διαγωνισμό σχεδίου οχήματος του 2010 Michelin Challenge Design (MCD) ως εξής: «Ηλεκτρισμένο! Όμορφο, καινοτόμο και λαμπερό. " Το σλόγκαν της Michelin δείχνει ίσως άδοξα τα εμπόδια που αντιμετωπίζει μια νέα γενιά αυτοκινήτων, ο διαγωνισμός του 2010 δίνει έμφαση στην ηλεκτρική ενέργεια, αλλά η εμφάνιση του αυτοκινήτου φαίνεται να είναι εξίσου σημαντική. Οποιαδήποτε νέα τεχνολογία, ανεξάρτητα από το πόσο καλή είναι για το περιβάλλον, πρέπει να ικανοποιεί τα γούστα των αγοραστών αυτοκινήτων.

3.10 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα αυτοκίνητα και τα φορτηγά συμβάλλουν σημαντικά στην ατμοσφαιρική ρύπανση που προκαλεί την κλιματική αλλαγή, γι' αυτό και οι νέες τεχνολογίες οχημάτων και καυσίμων αντιπροσωπεύουν δύο από τους σημαντικότερους τομείς για τη μείωση του οικολογικού αποτυπώματος της ανθρωπότητας. στο σημερινό σύνολο οχημάτων του κόσμου.

Οι τύποι οχημάτων εναλλασσόμενων καυσίμων που επιτυγχάνουν μακροπρόθεσμα θα καθοριστούν από τα νέα μη απολιθωμένα καύσιμα που αναπτύσσει η τεχνολογία. Οι πρώτες προσπάθειες για καύσιμο αιθανόλης από καλαμπόκι φαινόταν να είναι μια τέλεια απάντηση για ένα διάστημα μέχρι που οι οικονομολόγοι και οι οργανώσεις ανθρωπίνης βοήθειας άρχισαν να βλέπουν ανησυχητικές αλλαγές στις παγκόσμιες προμήθειες τροφίμων. Οι κυβερνήσεις, οι γεωργικοί πολιτικοί και οι αγορές ελεύθερων συναλλαγών πρέπει να βρουν έναν τρόπο να προμηθεύουν

νέα βιοκαύσιμα χωρίς να παρεμβαίνουν στην παγκόσμια παραγωγή τροφίμων.

Το μέλλον των εναλλακτικών καυσίμων θα είναι πιθανότατα τα βιοκαύσιμα που παράγονται από μια ποικιλία καλλιεργειών ή από βιομάζα, το φυσικό αέριο που επεξεργάζεται με τρόπο που καθιστά πρακτικό για τα προσωπικά οχήματα και μια νέα γενιά κυψελών καυσίμου για την αντικατάσταση των μπαταριών. Οι κυψέλες καυσίμου υδρογόνου δείχνουν ήδη πολλά υποσχόμενες και οι επιχειρηματίες διερευνούν τις βιολογικές κυψέλες καυσίμου ως απάντηση στην καθαρή, αποδοτική ενέργεια. Όλα αυτά τα σχέδια εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από την προθυμία των αυτοκινητοβιομηχανιών να σχεδιάσουν αυτοκίνητα που θα λειτουργούν με εναλλακτικά καύσιμα.

Ίσως μια νέα γενιά οχημάτων για να αντικαταστήσει την παλιά εξάρτηση των βενζινοκίνητων οχημάτων απαιτεί περισσότερα από την τεχνολογία και μόνο. Επειδή οι οδηγοί στις βιομηχανικές χώρες έχουν ισχυρή προσκόλληση στα οχήματα τους, η αυτοκινητοβιομηχανία γνωρίζει ότι πρέπει να ικανοποιεί τα γούστα των αγοραστών αυτοκινήτων, ενώ ταυτόχρονα εισάγει τεχνολογίες καθαρών οχημάτων. Με την υποστήριξη κυβερνητικών ηγετών, οικονομολόγων και περιβαλλοντικών επιστημόνων, η βιομηχανία μεταφορών μπορεί να ξεκινήσει μια νέα εποχή στα οδικά ταξίδια.

4.ΒΙΟΔΙΥΛΙΣΤΗΡΙΑ

Ο όρος Βιοδιυλιστήρια αναφέρεται στην παραγωγή υγρών καυσίμων από εγκαταστάσεις. Η βιοδιυλιστική τεχνολογία έχει αναδειχθεί ως προτεραιότητα στην περιβαλλοντική επιστήμη για έναν κρίσιμο λόγο: την ακόρεστη δίψα της ανθρωπότητας για αργό πετρέλαιο. Οι παγκόσμιες πετρελαϊκές εταιρείες παράγουν περίπου 83 εκατομμύρια βαρέλια την ημέρα, αλλά η ποσότητα πετρελαίου που καταναλώνει ο κόσμος κάθε μέρα ανέρχεται σε 1 έως 2 εκατομμύρια βαρέλια περισσότερο από τους τρέχοντες ρυθμούς παραγωγής. (Ένα βαρέλι περιέχει 42 γαλόνια [159 l] πετρελαίου.)

Το 2004, ο συγγραφέας του National Geographic Tim Appenzeller σημείωσε: «Ο τρόπος ζωής της ανθρωπότητας βρίσκεται σε πορεία σύγκρουσης με τη γεωλογία - με το έντονο γεγονός ότι η Γη κατέχει μια εσωτερική παροχή πετρελαίου». Αν και η Γη εξακολουθεί να διατηρεί μεγάλα αποθέματα αργού πετρελαίου κάτω από ηπείρους και ωκεανούς, η πετρελαϊκή βιομηχανία έχει φτάσει σε ένα σημείο στο οποίο έχει γίνει γεώτρηση όλου του εύκολα προσβάσιμου πετρελαίου. Κάθε νέα εξόρυξη πετρελαίου έχει γίνει όλο και πιο δύσκολη και δαπανηρή στην εκτέλεση. Οι ειδικοί του πετρελαίου ποικίλλουν στη γνώμη τους για το πόσο πετρέλαιο απομένει να εξαχθεί από τη Γη. Εάν η παραγωγή πετρελαίου αργού συνεχιστεί με τον τρέχοντα παγκόσμιο ρυθμό της, ο Βρετανός εμπειρογνώμονας πετρελαίου Colin Campbell, σε συνεργασία με την Γεωλογική Έρευνα των ΗΠΑ (USGS), προέβλεψε ότι η μέγιστη προσφορά πετρελαίου θα επιτευχθεί μεταξύ 2016 και 2040. η αυξανόμενη προσφορά φθηνού πετρελαίου αλλάζει σε μια φθίνουσα προσφορά ακριβού πετρελαίου.

Ο γεωφυσικός M. King Hubbert πρότεινε ήδη από το 1949 την ιδέα της παγκόσμιας προσφοράς πετρελαίου να κορυφωθεί κατά τη διάρκεια της ζωής αυτής της γενιάς. Σε ένα άρθρο "Ενέργεια από ορυκτά καύσιμα", ο Hubbert περιέγραψε την κατάσταση στα αποθέματα άνθρακα, πετρελαίου και φυσικού αερίου που αντιμετώπισε ο κόσμος στις αρχές του 20ού αιώνα, όταν ο ανθρώπινος πληθυσμός άρχισε να αυξάνεται ταχύτερα από οποιαδήποτε άλλη εποχή στην ιστορία: «. . . τα γεγονότα που βιώνουμε και βιώνουμε, κάθε άλλο παρά «φυσιολογικά», είναι τα πιο ανώμαλα και ανώμαλα στην ιστορία του κόσμου. Ωστόσο, δεν μπορούμε να γυρίσουμε πίσω· ούτε μπορούμε να εδραιώσουμε τα κέρδη μας και να παραμείνουμε εκεί που είμαστε. Στην πραγματικότητα, δεν έχουμε άλλη επιλογή από το να προχωρήσουμε σε ένα μέλλον που μπορεί να είμαστε βέβαιοι ότι θα διαφέρει σημαντικά από οτιδήποτε έχουμε βιώσει μέχρι τώρα». Πολλοί περιβαλλοντολόγοι έχουν λάβει υπόψη την ανατριχιαστική πρόβλεψη του Χούμπερτ, αλλά οι άνθρωποι γενικά δεν κάνουν σωτήρια βήματα μέχρι να αναγκαστούν να το κάνουν. Κάποια μέρα η βιοδιύλιση θα

θεωρηθεί τόσο κρίσιμη για την πρόοδο του κόσμου όσο είναι σήμερα η χαλιναγώγηση του πετρελαίου.

Οι Ηνωμένες Πολιτείες χρειάζονται νέες ενεργειακές τεχνολογίες για λόγους που προστίθενται στην επικείμενη κορύφωση της παγκόσμιας προσφοράς πετρελαίου. Οι ηγέτες των ΗΠΑ ανησυχούν για το γεγονός ότι τα μεγαλύτερα αποθέματα αργού πετρελαίου στον κόσμο βρίσκονται στη Μέση Ανατολή, η οποία είναι μια ανησυχητική πολιτική περιοχή.

πηγαίνετε προς μία από τις δύο κατευθύνσεις για να ανακουφίσετε την επερχόμενη κρίση ζήτησης πετρελαίου: Μπορεί να αξιοποιήσει νέα εγχώρια αποθέματα πετρελαίου ή μπορεί να σημειώσει σημαντική πρόοδο στις νέες τεχνολογίες για εναλλακτικά καύσιμα. Η βιοδιύλιση ανήκει στη δεύτερη επιλογή. Η βιοδιύλιση παράγει ένα εναλλακτικό καύσιμο είτε από στερεή βιομάζα είτε από υγρό πετρέλαιο ή απόβλητα λίπους. Περιγράφει τη σημερινή βιομηχανία χαλιναγώγησης και διερευνά τις πτυχές που πρέπει να λάβουν υπόψη οι επιχειρήσεις επανεγκατάστασης για να μετατρέψουν τις δραστηριότητές τους σε διύλιση βιομάζας.

4.1 Η ΣΗΜΕΡΙΝΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΔΙΥΛΙΣΗΣ

Η παγκόσμια βιομηχανία χαλιναγώγησης πετρελαίου παράγει καύσιμα για αυτοκίνητα και φορτηγά, λεωφορεία και πλοία, καθώς και για χρήσεις εκτός οχημάτων, όπως εξαρτήματα ασφάλτου δρόμων, καύσιμα οικιακής θέρμανσης, λιπαντικά, πρώτες ύλες για πλαστικά και πετροχημικά. Η ζήτηση για όλα τα προϊόντα πετρελαίου έχει αυξηθεί με την αύξηση των παγκόσμιων επιχειρήσεων, οι οποίες απαιτούν περισσότερα καύσιμα για διηπειρωτικές μεταφορές, και έναν αυξανόμενο πληθυσμό.

Η αυξανόμενη ζήτηση για πετρέλαιο βοήθησε στην οικοδόμηση της βιομηχανίας πετρελαίου στην πιο κυρίαρχη βιομηχανία στον κόσμο. Επειδή τα πλεονεκτήματα αυτής της βιομηχανίας προέρχονται από έναν μη ανανεώσιμο πόρο που θα γίνεται όλο και πιο δύσκολο να εξαχθεί από τη Γη, η τιμή του πετρελαίου ανά βαρέλι αναμένεται να αυξάνεται σταθερά. Εάν η τιμή του πετρελαίου υπερβαίνει την ικανότητα των επιχειρήσεων και του κοινού να αγοράζουν πετρελαϊκά προϊόντα, η πετρελαϊκή βιομηχανία δεν θα είναι σε θέση να διατηρήσει τον σημερινό τρόπο επιχειρηματικής της δραστηριότητας.

Εκτός από τα αποθέματα πετρελαίου που είναι πιο αποτελεσματικά στην εισαγωγή και την εξόρυξη, η τεχνολογία ελέγχου του πετρελαίου δείχνει σημάδια δυσκολίας στη διατήρηση της παγκόσμιας ζήτησης για πετρέλαιο. Ο Husseinι εξήγησε σε μια συνέντευξη του 2005 με τον Steve Andrews της Ένωσης για τη Μελέτη του Peak Oil (ASPO), "Η χωρητικότητα του πετρελαίου σήμερα δεν είναι περιορισμένη παραγωγή αλλά μάλλον περιορισμένη επεξεργασία. δηλαδή, το DOE αναφέρει ότι η ικανότητα χαλιναγώγησης του κόσμου έχει σταθεροποιηθεί σε περίπου 83 MMbd [εκατομμύρια βαρέλια πετρελαίου την ημέρα] για κάποιο χρονικό διάστημα και οι εκτάσεις επανεισαγωγής είναι αργές και δαπανηρές. Για το λόγο αυτό ο Husseinι προέβλεψε ότι «η παραγωγή πετρελαίου θα φτάσει περίπου τα 90-95 MMbd μέχρι το 2015. Ένα πρόγραμμα ταχείας επέκτασης της παγκόσμιας διύλισης που τελικά ταιριάζει με ένα

αυξανόμενο ποσοστό ζήτησης πετρελαίου 1,5 έως 2 τοις εκατό ετησίως δεν μπορεί να επιτευχθεί πριν από το 2015 το νωρίτερο και είναι εξαιρετικά απίθανο σε κάθε περίπτωση». Ο Al Husseinί συνεχίζει να εμμένει στις προβλέψεις του και πολλοί ειδικοί της ενέργειας ακούνε.

Οι Ηνωμένες Πολιτείες έχουν ήδη περιέλθει σε μια πετρελαϊκή κατάσταση. Η χώρα έφτασε στο αποκορύφωμά της την παραγωγή πετρελαίου τη δεκαετία του 1970. Από τη δεκαετία του 1940, όταν το παγκόσμιο προϊόν πετρελαίου έφτανε κατά μέσο όρο σχεδόν 200.000 βαρέλια την ημέρα, η μέση ημερήσια παραγωγή πετρελαίου των ΗΠΑ μειωνόταν κάθε δεκαετία μέχρι να φτάσει τα 77.000 βαρέλια την ημέρα κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1990. Ακόμη και οι μη επιστήμονες θα πρέπει να συνειδητοποιήσουν ότι η παραγωγή πετρελαίου θα μπορούσε να μειωθεί ακόμη περισσότερο κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 2000.

Λόγω της μείωσης της παραγωγής πετρελαίου στις ΗΠΑ, οι ηγέτες της κυβέρνησης πρότειναν το άνοιγμα νέων ανεκμετάλλευτων αποθεμάτων πετρελαίου που βρίσκονται τώρα κάτω από προστατευόμενη γη, όπως εθνικά πάρκα, περιοχές άγριας φύσης και θαλάσσιες προστατευόμενες περιοχές. Το 2008, ο Τζορτζ Μπους χαρακτήρισε τους περιορισμούς στις χερσαίες γεωτρήσεις πετρελαίου «ξεπερασμένους και αντιπαραγωγικούς». Ο κυβερνήτης Άρνολντ Σβαρτσενέγκερ της Καλιφόρνια, όπου βρίσκεται μεγάλο μέρος του χερσαίου πετρελαίου, συμφώνησε και πρόσθεσε: «Βρισκόμαστε σε αυτή την κατάσταση λόγω της εξάρτησής μας από το παραδοσιακό πετρέλαιο με βάση το πετρέλαιο». Αλλά ο κυβερνήτης έχει προτείνει μια διαφορετική τακτική σε περισσότερες γεωτρήσεις υποστηρίζοντας «νέες τεχνολογίες και νέες επιλογές καυσίμων για τους καταναλωτές.» Η ευθύνη πέφτει ξεκάθαρα στους ώμους της βιομηχανίας.

Τα κύρια εναλλακτικά καύσιμα για οχήματα		
Καύσιμα	Πηγή	περιγραφή
Αιθανόλη	Καλαμπόκι και άλλες καλλιέργειες	Είναι άφθονο και παράγει λίγα αέρια του θερμοκηπίου
Υδρογόνο	Άνθρακας, πυρηνική ενέργεια, ανανεώσιμες πηγές όπως υδροηλεκτρική ή κυψέλες καυσίμου	Εκπέμπει μόνο νερό και μη επικίνδυνα αέρια
Φυσικό αέριο	Ορυκτά καύσιμα κοντά σε αποθέματα πετρελαίου	Λιγότερη ατμοσφαιρική ρύπανση και αέρια θερμοκηπίου από την βενζίνη ή το ντίζελ

Προπάνιο (υγροποιημένο αέριο πετρελαίου)	Αργό πετρέλαιο	Λιγότερη ατμοσφαιρική ρύπανση και αέρια θερμοκηπίου από την βενζίνη ή το ντίζελ
βιοκαύσιμα	Έλαια φυτών και λύπη ζώων από την βιομηχανία τροφίμων	Αντικαθιστά είτε την βενζίνη είτε το ντίζελ και είναι λιγότερο ρυπογόνο από τα τυπικά καύσιμα

Το μέλλον της βιομηχανίας δεν φτάνει στο τέλος του. Τα παγκόσμια αποθέματα πετρελαίου δεν έχουν ακόμη στερέψει, αλλά παρόλα αυτά σταδιακά εξαφανίζονται. Υπό το φως των προβλέψεων για τη μελλοντική παραγωγή πετρελαίου, οι επαναλήψεις πρέπει να αρχίσουν τώρα να σχεδιάζουν και να αναδιαμορφώνουν εναλλακτικά καύσιμα. Η βιομηχανία χαλιναγώγησης έχει την ευκαιρία να επιτεθεί στο πρόβλημα των καυσίμων από δύο κατευθύνσεις: τη βιοδιύλιση και τις καινοτομίες στην παραδοσιακή χαλιναγώγηση του πετρελαίου. Και οι δύο αυτές προσεγγίσεις θα επιδιώξουν τον στόχο της παραγωγής καυσίμων που δεν βασίζονται πλέον στο αργό πετρέλαιο. Τα εναλλακτικά καύσιμα που περιγράφονται στον πίνακα της σελίδας 78 έχουν τη δυνατότητα να αυξήσουν το αργό πετρέλαιο σε αυτόν τον αιώνα.

Καθώς ο κόσμος πλησιάζει στη μέγιστη παραγωγή πετρελαίου, οι ερευνητές της πετρελαϊκής βιομηχανίας έχουν αρχίσει να διερευνούν επιλογές εκτός από τα βιοκαύσιμα και τις εναλλακτικές πηγές ενέργειας που αναφέρονται στον πίνακα. Δύο προσεγγίσεις μεγάλης εμβέλειας αποτελούνται από την επεξεργασία άνθρακα σε πετρέλαιο και την επεξεργασία ασφαλτούχου άμμου. Στη μέθοδο άνθρακα σε πετρέλαιο, ο άνθρακας - που εξακολουθεί να είναι ένας άφθονος πόρος - μετατρέπεται σε υγρό καύσιμο υπό υψηλή θερμοκρασία και πίεση. Ωστόσο, ορισμένα μειονεκτήματα από άνθρακα σε πετρέλαιο περιλαμβάνουν υψηλό κόστος και μεγάλες ποσότητες εκπομπών καυσαερίων. Μεγάλες ποσότητες άμμου στον δυτικό Καναδά περιέχουν πίσσα, η οποία είναι μια ουσία από αργό πετρέλαιο που έχει μεταναστεύσει προς την επιφάνεια της Γης. Η πίσσα που εξάγεται από τα αποθέματα άμμου του Καναδά μπορεί να μετατραπεί σε αργό πετρέλαιο, αλλά αυτή η διαδικασία απαιτεί μεγάλες ποσότητες νερού και ενέργειας. Τόσο η εξόρυξη άνθρακα σε πετρέλαιο όσο και η εξόρυξη πίσσας θα απαιτήσουν μακροπρόθεσμη έρευνα. πιθανότατα δεν θα λύσει το πρόβλημα του πετρελαίου, αλλά μπορεί κάποια μέρα να χρησιμεύσει ως συμπλήρωμα για τη μείωση των αποθεμάτων πετρελαίου.

Η οικοδόμηση ενός νέου μέλλοντος για τη χαλιναγώγηση του πετρελαίου δεν έχει απλές απαντήσεις. Υπάρχουν περισσότερες από μία προσεγγίσεις για την επανεπένδυση της βιομηχανίας χαλιναγώγησης για

την ικανοποίηση των τεράστιων αναγκών σε καύσιμα στον κόσμο. Οποιαδήποτε απόφαση και οποιαδήποτε προσέγγιση υπόσχεται να είναι δαπανηρή και απαιτεί άμεση δέσμευση στην έρευνα και τη δοκιμή.

4.2 ΑΓΩΓΟΙ

Οι αγωγοί στις Ηνωμένες Πολιτείες και σχεδόν σε κάθε άλλο μέρος του κόσμου μεταφέρουν αργό πετρέλαιο από τοποθεσίες γεώτρησης σε δεξαμενόπλοια ή κατευθείαν σε εργοστάσια πετρελαίου ή μεταφέρουν φυσικό αέριο και επανατοποθετήσεις φυσικού αερίου. Αρκετές χιλιάδες πετρελαιοφόρα μεταφέρουν δισεκατομμύρια γαλόνια πετρελαίου στους ωκεανούς κάθε μέρα για να μεταφέρουν πετρέλαιο όπου δεν υπάρχουν σωληνώσεις. Τα πλοία και οι αγωγοί λαμβάνουν ανεπιθύμητη δημοσιότητα κάθε ατύχημα ή διαρροή, αλλά υπό το φως της τεράστιας ποσότητας πετρελαίου που μεταφέρουν μέσω θαλασσοταραχής και σε απομακρυσμένα εδάφη, η μεταφορά πετρελαίου ήταν γενικά ασφαλής δραστηριότητα.

Στις Ηνωμένες Πολιτείες, το Σύστημα Αγωγών Trans-Alaska (TAPS) εκτείνεται για 808 μίλια (1.300 χιλιόμετρα) από τον κόλπο Prudhoe στη Βόρεια Πλαγιά της Αλάσκας κοντά στον Αρκτικό Κύκλο έως το λιμάνι Valdez στο νότο. Έξι διαφορετικές εταιρείες αγωγών διαχειρίζονται τη γραμμή που είναι γνωστή από τους Αλάσκας ως αγωγός Alyeska και κατά μήκος της διαδρομής του ο αγωγός διχοτομεί τη μεγαλύτερη έκταση παρθένας άγριας φύσης στις Ηνωμένες Πολιτείες.

Λόγω της απομακρυσμένης διαδρομής του αγωγού Alyeska μέσα από παρθένα ερημιά, οι περιβαλλοντολόγοι εξέφρασαν ανησυχία κατά τη διάρκεια του σχεδιασμού του αγωγού και η κατασκευή και η διαμάχη για τον αγωγό συνεχίζεται τέσσερις δεκαετίες αργότερα. Το 2009, ένα άρθρο του περιοδικού Audubon ανέφερε: «Από την ανακάλυψη πετρελαίου στον κόλπο Prudhoe το 1968, η ανάπτυξη έχει εξαπλωθεί ανατολικά, δυτικά και χερσαία, στέλνοντας αρκετά δισεκατομμύρια βαρέλια πετρελαίου νότια μέσω του αγωγού Trans-Alaska. Τα 19 πετρελαιοειδή που παράγονται στη Βόρεια Πλαγιά εκτείνονται σε 1.000 τετραγωνικά μίλια [2.590 km²] τούνδρας και υγροτόπου. Δρόμοι, σωληνώσεις, γεωτρήσεις, αεροδιάδρομοι και άλλες υποδομές στην κεντρική Αρκτική έχουν καλύψει περισσότερα από 9.000 στρέμματα [2.590 χλμ.²] τούνδρας.» Οι υποστηρικτές της Αλιέσκα έχουν, φυσικά, υποστηρίξει τα πλεονεκτήματα του έργου, που συζητήθηκε στην πλαϊνή μπάρα «Μελέτη περίπτωσης: Η οικονομία πετρελαίου της Αλάσκας» στη σελίδα 84.

Ο αγωγός Trans-Alaska απέχει πολύ από τον μακρύτερο - ή ακόμα και τον πιο αμφιλεγόμενο - από τους αγωγούς πετρελαίου στον κόσμο. Ο αγωγός Druzhba, ο μακρύτερος στον κόσμο, καλύπτει 2.500 μίλια (4.000 χιλιόμετρα) από την κεντρική Ρωσία έως ανατολική Ευρώπη και Γερμανία. η δεύτερη μεγαλύτερη γραμμή, ο αγωγός Μπακού-Τιφλίδα-Τσεϊχάν, εκτείνεται λιγότερο από το ήμισυ της απόστασης (1.099 μίλια· [1.768 χλμ]) από την Κασπία Θάλασσα έως τη Μεσόγειο Θάλασσα. (2) ως επιχειρηματική απόφαση ως απάντηση στην αύξηση των παγκόσμιων προμηθειών και τιμών πετρελαίου· και (3) ως προστασία από τους

περιβαλλοντολόγους που ενδέχεται να αντιταχθούν στην κατασκευή νέων αγωγών.

Το δίκτυο αγωγών φυσικού αερίου στις Ηνωμένες Πολιτείες αντιπροσωπεύει επίσης ένα από τα πιο εντυπωσιακά επιτεύγματα της μηχανικής. Φυσικό αέριο από τα κύρια αποθέματα στην περιοχή Τέξας-Λουιζιάνα Κόλπος του Μεξικού, Οκλαχόμα, δυτικό Τέξας και Δυτική Βιρτζίνια-Οχάιο-δυτική Πενσυλβάνια ταξιδεύει με υπόγειους αγωγούς σε κάθε μία από τις 48 γειτονικές πολιτείες. (2) σπήλαια αλατιού· ή φυσικές υπόγειες τοποθεσίες αποθεμάτων νερού που ονομάζονται υδροφορείς. Σε μερικές σπάνιες περιπτώσεις, εγκαταλελειμμένα ανθρακωρυχεία έχουν επίσης μετατραπεί σε εγκαταστάσεις αποθήκευσης φυσικού αερίου.

Κάθε τύπος αποθήκευσης φυσικού αερίου παρουσιάζει πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Τα σπήλαια αλατιού χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο από τη δεκαετία του 1980 λόγω της σταθερότητας και της ευκολίας έγχυσης και απομάκρυνσης του αερίου. Οι υδροφορείς, ωστόσο, χρειάζονται επιπλέον προετοιμασία για να διασφαλιστεί ότι οι βαθύς βραχώδεις σχηματισμοί συγκρατούντο αέριο χωρίς να μολύνουν τις κοντινές υπόγειες πηγές νερού. Κάθε μία από τις τρέχουσες μεθόδους αποθήκευσης φυσικού αερίου απαιτεί δαπάνες που αποτελούν μέρος της συνολικής τιμής που πληρώνουν οι καταναλωτές για το φυσικό αέριο.

Οι αγωγοί που διασχίζουν τα διεθνή σύνορα και καλύπτουν πολύ μεγάλες δυσκολίες παρουσιάζουν αυξημένες πιθανότητες ατυχημάτων και διαρροών ή πιθανής διάλυσης λόγω πολιτικών ενεργειών. Ως εκ τούτου, οι εθνικές επιτροπές ενέργειας παρακολουθούν τους αγωγούς για τα ακόλουθα γεγονότα για να διασφαλίσουν την ασφάλεια των αγωγών:

- διαλείμματα και διαρροές λόγω γήρανσης
- ζημιές που οφείλονται σε σεισμούς, καταστροφές, παγωνιές ή καταιγίδες
- πολέμους ή συγκρούσεις κοντά σε αγωγούς
- παρεμβολή στα σημεία διέλευσης των συνόρων μεταξύ γειτονικών χωρών

Οι περιβαλλοντικοί επιστήμονες έχουν δείξει μια άλλη πολύ σοβαρή ανησυχία σχετικά με τους αγωγούς - την παρέμβασή τους στις μεταναστεύσεις άγριων ζώων. Το caribou της Αλάσκας πραγματοποιεί μία από τις μεγαλύτερες μεταναστεύσεις άγριων ζώων στον κόσμο και, στις αρχές του σχεδιασμού του αγωγού Trans-Alaska, οι περιβαλλοντολόγοι φοβούνταν ότι η κατασκευή και ο ίδιος ο αγωγός θα άλλαζαν τη φυσική μεταναστευτική διαδρομή και θα έβλαπταν μόνιμα το οικοσύστημα της Τούντρας. Για να μειωθεί η πιθανή βλάβη στην άγρια ζωή, ο αγωγός περιέχει 23 θαμμένα τμήματα και περισσότερα από 500 υπερυψωμένα (10 πόδια. [3,3 μ]) τμήματα που επιτρέπουν το caribou και άλλα άγρια ζώα να περάσουν, αλλά οι περιβαλλοντολόγοι εύχονται ξεκάθαρα ο αγωγός να μην είχε κατασκευαστεί ποτέ. Ο Audubon σημείωσε το 2009, "Στις αρχές της δεκαετίας του 1990, το Τμήμα Ψαριών και Θηραμάτων της Αλάσκας διαπίστωσε ότι το caribou που κατοικούσε στο πετρέλαιο είχε χαμηλότερη παραγωγικότητα μοσχαριών από τα ζώα από το ίδιο κοπάδι που γέννησε μακριά από εγκαταστάσεις που σχετίζονται με το πετρέλαιο." Άλλες

ατυχίες έχουν προκαλέσει τις ανησυχίες των περιβαλλοντολόγων. Διαρροές και διαρροές και ηλεκτρομηχανολογικές βλάβες σε αντλιοστάσια έχουν συμβεί κατά καιρούς.

Οι επιτηρητές του αγωγού Alyeska προσπαθούν να διασφαλίσουν ότι τυχόν διαρροές ή διαρροές περιορίζονται γρήγορα. Εν τω μεταξύ, οι περιβαλλοντικοί επιστήμονες συνεχίζουν να μελετούν τις επιπτώσεις που είχε ο αγωγός στην άγρια ζωή. Δυστυχώς, λιγότερα μπορεί να είναι γνωστά για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις των αγωγών που διασχίζουν τη Ρωσία, τη Σιβηρία και τα δάση της Ανατολικής Ευρώπης.

Οι αγωγοί μπορεί να είναι απαραίτητοι για οποιοδήποτε είδος καυσίμου στο μέλλον, συμπεριλαμβανομένων των μη απολιθωμένων καυσίμων. Για το λόγο αυτό, οι σχεδιαστές αγωγών και οι μηχανικοί πρέπει να συνεργαστούν με οικολόγους για την ανάπτυξη δομών χαμηλού αντίκτυπου που εξυπηρετούν τους ανθρώπους και προστατεύουν τη φύση. Εξίσου σημαντικό είναι το γεγονός ότι πρέπει να υπάρχουν διασφαλίσεις για το περιβάλλον σε όλους τους παγκόσμιους αγωγούς.

4.3 ΒΙΟΛΟΓΙΚΑ ΒΗΜΑΤΑ

Η βιοδιύλιση αναφέρεται στην παραγωγή καυσίμων με τη χρήση βιολογικών υλικών με σκοπό την αντικατάσταση της βενζίνης ή των βιολογικών υλικών που αποτελούνται από στερεά βιομάζα ή φυτικά έλαια.

Η βιομάζα από κομποστοποιημένο οργανικό υλικό ή ζωικά απόβλητα μπορεί να μετατραπεί σε ένα παχύ, σκοτεινό υγρό που η βιοδιυλιτική βιομηχανία ονομάζει βιοπετρέλαιο. Τα βιοδιυλιστήρια παράγουν βιο-πετρέλαιο θερμαίνοντας τη βιομάζα μέχρι να αποσυντεθεί σε συστατικούς υδρογονάνθρακες. Η διαδικασία θέρμανσης που ονομάζεται πυρόλυση μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή φυσικού αερίου. Τα βιοδιυλιστήρια συνήθως χρησιμοποιούν πυρόλυση βλεφαρίδων για την παραγωγή καυσίμου, που ονομάζεται έτσι επειδή η διαδικασία θερμαίνει τη βιομάζα σε πολύ υψηλή θερμοκρασία σε σύντομο χρονικό διάστημα. Το βήμα της θέρμανσης εκπέμπει ατμούς που τα βιοδιυλιστήρια συμπυκνώνουν σε μια ελαιώδη συλλογή υδρογονανθράκων παρόμοια με εκείνη του αργού πετρελαίου. Τα επόμενα βήματα χαλιναγώγησης στη συνέχεια αντικατοπτρίζουν τη συμβατική χαλιναγώγηση λαδιού. Μέχρι σήμερα, το βιο-πετρέλαιο λειτουργεί καλύτερα ως καύσιμο θέρμανσης και ως πηγή βιομηχανικών πετροχημικών. Τα βιοδιυλιστήρια συλλαμβάνουν επίσης το αέριο που εκλύεται στην παραγωγή βιοπετρελαίου και το επαναχρησιμοποιούν περαιτέρω για να δημιουργήσουν μια πρόσθετη πηγή ενέργειας.

Φυτικά έλαια από σόγια, βαμβακόσπορους, φοίνικες, ξαπλώστρες και λάδια τηγανίσματος ή απόβλητα λίπους από εστιατόρια έχουν πειραματιστεί με σύγχρονα αυτοκίνητα και λεωφορεία από τη δεκαετία του 1980. Οι θάλαμοι επεξεργασίας πετρελαίου που ονομάζονται βιοαντιδραστήρες παράγουν περίπου 50.000 γαλόνια [189.270 λίτρα] πετρελαίου που περιέχει το ίδιο μείγμα υδρογονανθράκων όπως

απαιτείται από την κυβέρνηση για να ρυθμιστεί ως καύσιμο οχημάτων. Η θερμότητα και το λάδι πρώτης ύλης εισέρχονται στη διαδικασία και στη συνέχεια το προπάνιο, μια μικρή ποσότητα νερού και η έξοδος υγρού καυσίμου. Για να αξιοποιηθεί στο έπακρο αυτή τη διαδικασία, τα βιοδιυλιστήρια διευκολύνουν το χειρισμό των παχιών φυτικών ελαίων ή λιπών και τη μετατροπή τους σε καύσιμο. Αυτό το κάνουν είτε αραιώνοντας τα λάδια ή το γράσο με ένα πιο αραιό λάδι, είτε επεξεργάζονται την παχύρρευστη ουσία με μια χημική διαδικασία που αλλάζει τους δεσμούς υδρογονάνθρακα και μετατρέπει το υλικό σε πιο υγρή σύσταση. Μετά από αυτά τα βήματα, το νέο καύσιμο έχει διαμορφωθεί σε μορφή κατάλληλη για χρήση σε κινητήρες εσωτερικής καύσης.

Το καύσιμο βιοντίζελ διαφοροποιείται από άλλα βιοκαύσιμα λόγω της θέσης του σε υδρογονάνθρακες. Το βιοντίζελ ανήκει σε δύο διαφορετικές ομάδες με βάση την πηγή και τη μέθοδο διεργασίας. Πρώτον, το καθαρό βιοντίζελ, που ονομάζεται B100, προέρχεται από βιομάζα και λειτουργεί μόνο σε κινητήρες ντίζελ. Δεύτερον, τα μείγματα βιοντίζελ περιέχουν κάποιο πετρέλαιο αναμεμειγμένο με το βιοντίζελ, έτσι ώστε το καύσιμο να μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μια ποικιλία κινητήρων. Ο δεύτερος τύπος καυσίμου του έρχεται σε μια ποικιλία μειγμάτων βιοντίζελ-πετρελαίου. B5 είναι 5 τοις εκατό βιοντίζελ και 95 τοις εκατό πετρέλαιο, B20 είναι 20 τοις εκατό βιοντίζελ, και ούτω καθεξής. Η EPA επιτρέπει τη χρήση όλων των μειγμάτων βιοντίζελ σε συμβατικούς κινητήρες ντίζελ.

Το κύριο βήμα στην παραγωγή βιοντίζελ περιλαμβάνει την αντίδραση μετεστεροποίησης στην οποία ένας καταλύτης βοηθά στην αλλαγή της δομής των λιπών στο λάδι. Οι επανατοποθετήσεις βιοντίζελ συνήθως βασίζονται στα ακόλουθα έλαια πρώτων υλών: σόγια, ηλιοτρόπιο, κανόλα ή χρησιμοποιημένο λάδι φριτέζας από εστιατόρια ή λίπος εστιατορίων ή λίπος. Η διαστερίωση παράγει βιοντίζελ συν γλυκερίνη ως υποπροϊόν. Η γλυκερίνη μπορεί να χαλιναγωγηθεί για να παράγει μεθανόλη, μια αλκοόλη που τα βιοδιυλιστήρια στη συνέχεια χρησιμοποιούν ως πηγή ενέργειας στις δικές τους επιχειρήσεις. Αφαιρώντας τη γλυκερίνη, το βιοδιυλιστήριο εξευγενίζει το βιοντίζελ απομακρύνοντας μολυσματικούς παράγοντες όπως νερό, λίπη που δεν έχουν αντιδράσει και μικρές ποσότητες περίσσειας γλυκερίνης.

Το καθαρό βιοντίζελ παράγει δύο τρίτα λιγότερους άκαυστους υδρογονάνθρακες από κινητήρες και σχεδόν 50 τοις εκατό λιγότερο μονοξείδιο του άνθρακα και σωματίδια. Ωστόσο, τα καθαρά μείγματα βιοντίζελ παράγουν περισσότερα οξείδια του αζώτου από τα κανονικά καύσιμα. Τα άλλα μειονεκτήματα του βιοντίζελ περιλαμβάνουν την περιορισμένη διαθεσιμότητα και τη μεγάλη έκταση γης που απαιτείται για την υποστήριξη της παραγωγής βιοντίζελ.

Οι οδηγοί οχημάτων βιοντίζελ έχουν απογοητευτεί από την έλλειψη σταθμών ανεφοδιασμού που τους εξυπηρετούν ακόμη και σε περιβαλλοντικά συνειδητοποιημένες περιοχές όπως η Καλιφόρνια. Ένας κάτοικος του Όκλαντ της Καλιφόρνια, ο Τζόναθαν Όστιν είπε στο San Francisco Chronicle το 2007: «Δεν μπορείς απλώς να τρέξεις στο

βενζινάδικο. Πρέπει να προγραμματίσεις μελλοντικά». Ο αριθμός των αντλιών βιοντίζελ έχει αυξηθεί μόνο ελαφρώς από τότε που ο Όστιν εξέφρασε το παράπονό του. Εν τω μεταξύ, τα βιοδιυλιστήρια έχουν επιδιώξει πρώτες ύλες που παράγουν τα περισσότερα καύσιμα από μια δεδομένη περιοχή γης. Το έλαιο κανόλα μπορεί να παράγει έως και 150 γαλόνια [568 l] βιοντίζελ ανά στρέμμα [0,004 km²] γης που φυτεύεται με ελαιοκράμβη. οι ξαπλώστρες παράγουν περίπου 100 γαλόνια [378 l] ανά στρέμμα και η σόγια παράγει 50 γαλόνια [189 l] καυσίμου ανά στρέμμα.

Τα βιοδιυλιστήρια δεν έχουν φτάσει τον αριθμό και την κλίμακα των σημερινών μαζικών διυλιστηρίων πετρελαίου. Η βιοδιύλιση έχει περιοριστεί σε μεγάλο βαθμό στα καύσιμα αιθανόλης τα τελευταία χρόνια, αλλά τα μειονεκτήματα στην παραγωγή αιθανόλης μεγάλης κλίμακας ώθησαν τη βιομηχανία βιοδιύλισης να διερευνήσει νέα λεωφόρους στην παραγωγή καυσίμων. Το DOE και οι κυβερνητικοί ηγέτες θα κληθούν πολύ σύντομα να δημιουργήσουν ένα σαφές σχέδιο για εναλλακτικά καύσιμα που ευνοούν το περιβάλλον, την οικονομία και ένα νέο δίκτυο οχημάτων.

4.4 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΗΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ ΒΙΟΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

Η βιομηχανία βιοδιύλισης παραμένει νέα και μικρή, όπως σημείωσε ο δημοσιογράφος της San Francisco Chronicle Michael Cabanatuan το 2007: «Το βιοντίζελ είναι δημοφιλές εδώ και χρόνια μεταξύ των αγροτών στις μεσοδυτικές και νότιες περιοχές, όπου συνήθως χρησιμοποιείται το βιολογικό στο σογιέλαιο για την παραγωγή του καυσίμου. Ωστόσο, η χρήση του στη Δύση, μέχρι πρόσφατα, περιοριζόταν σε μεγάλο βαθμό σε χομπίστες που παρασκευάζουν το καύσιμο στο σπίτι και σε ανθρώπους που υπερηφανεύονταν ότι δεν χρησιμοποιούσαν πετρέλαιο». Η εγχώρια παραγωγή δεν θα είναι η οδός για την αλλαγή των καυσίμων. Η EPA δεν εγκρίνει οικιακούς τύπους για χρήση σε δημόσιους δρόμους για δύο βασικούς λόγους. Πρώτον, τα καύσιμα που παρασκευάζονται στο σπίτι πιθανότατα δεν θα συμμορφώνονται με τα τυποποιημένα πρότυπα, με αποτέλεσμα η EPA να μην μπορεί να εκτιμήσει τις επιπτώσεις τους στην ατμοσφαιρική ρύπανση. Δεύτερον, η οικιακή κατασκευή καυσίμων είναι εξαιρετικά επικίνδυνη λόγω του κινδύνου έκρηξης.

Εκατομμύρια δολάρια από επενδυτές και το DOE έχουν τροφοδοτήσει έργα που επικεντρώνονται στην επέκταση των δυνατοτήτων χαλιναγώγησης βιοντίζελ. Ο Larry Russo του DOE είπε: «Πρέπει να κάνουμε την έρευνα φυσικά, αλλά στη συνέχεια πρέπει να κάνουμε τις πιλοτικές δοκιμές με τους συνεργάτες μας και στη συνέχεια να κλιμακώσουμε αυτά τα πράγματα για να φτάσουμε σε σημείο που να μπορεί να προσελκύσει τη χρηματοδότηση από μόνο του. Οι πιλοτικές μονάδες εκτελούν όλα τα στάδια μιας μονάδας παραγωγής πλήρους κλίμακας, αλλά η πιλοτική μονάδα είναι μια πολύ μικρότερη εγκατάσταση

που έχει σχεδιαστεί για τον εντοπισμό σφαλμάτων στο σύστημα και την αναζήτηση τρόπων βελτίωσης της.

Τον Μάιο του 2008, το Κογκρέσο ψήφισε τον νόμο για τα τρόφιμα, τη διατήρηση και την ενέργεια, γνωστό, ως farm bill του 2008. Η πράξη του ορίζει τη διαθεσιμότητα άνω του 1 δισεκατομμυρίου δολαρίων για διάφορα προγράμματα, συμπεριλαμβανομένων των βιοκαυσίμων, της βιομάζας και των τεχνολογιών για την επέκταση του βιοδιυλισμού. Μεγάλες πετρελαϊκές εταιρείες έχουν επίσης αναπτύξει κέντρα βιοτεχνολογίας για να επιταχύνουν την ανάπτυξη. Παρά την αυξημένη δραστηριότητα στην έρευνα για τα βιοκαύσιμα, το μέλλον των βιοδιυλιστηρίων παραμένει σε μεγάλο βαθμό άγνωστο. Ακόμη και οι πιο ενημερωμένοι ειδικοί στα εναλλακτικά καύσιμα δεν έχουν ακόμη προβλέψει ποια εναλλακτικά καύσιμα θα γίνουν το βιώσιμο υποκατάστατο της βενζίνης και του ντίζελ.

Ένα από τα προβλήματα που πρέπει να επιλύσει η βιοδιύλιση προέρχεται από τις μεγάλες ποσότητες υποπροϊόντος γλυκερίνης που συσσωρεύεται στις διαδικασίες παραγωγής βιοκαυσίμων. Η γλυκερίνη δεν ενέχει κινδύνους, αλλά πρέπει να πάει κάπου. Μέρος της περίσσειας γλυκερίνης (που ονομάζεται επίσης γλυκερόλη) από το διυλιστήριο πηγαίνει σε άλλες βιομηχανίες για την παρασκευή σαπουνιών, ενυδατικών ουσιών, αντιμικροβιακών τύπων στην κτηνιατρική και ως φορέας για ορισμένα φάρμακα για ανθρώπους. Ένας χημικός μηχανικός Kenneth F. Reardon του Κολοράντο State University είπε στους New York Times το 2007, «Ακριβώς όπως τα διυλιστήρια πετρελαίου κάνουν περισσότερα από ένα προϊόντα που είναι η πρώτη ύλη για άλλες βιομηχανίες, το ίδιο θα πρέπει να ισχύει για τα βιοκαύσιμα. Η βιοδιύλιση είναι αυτό που πρέπει να μοιάζει το όραμα στο τέλος». Τα μεγάλα βιοδιυλιστήρια χρειάζονται πολύ χρόνο για να τελειοποιηθούν και να κατασκευαστούν και μέρος του σχεδιασμού τους πρέπει να περιλαμβάνει μια νέα χρήση για γλυκερίνη. Αυτά αποτελούν μεγάλες προκλήσεις για τη βιομηχανία βιοδιύλισης. Κανένας δεν είναι σίγουρος προς το παρόν εάν η βιοδιύλιση μπορεί να ξεπεράσει τα εμπόδια της εγκαίρως και να συμβάλει σημαντικά στον παγκόσμιο εφοδιασμό εναλλακτικών καυσίμων.

4.5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα βιοδιυλιστήρια διαδραματίζουν κεντρικό ρόλο στη διασφάλιση της επιτυχίας των νέων εναλλακτικών οχημάτων καυσίμων. Εάν τα εναλλακτικά καύσιμα δεν καταστούν τόσο διαθέσιμα όσο είναι σήμερα η γραμμή αερίου, το μέλλον τους είναι αμφίβολο. Μεγάλη ευθύνη φέρουν οι μηχανικοί για το σχεδιασμό βιοδιυλιστηρίων που μπορούν να καλύψουν τις ανάγκες των οδηγών σε καύσιμα. Αυτό αποτελεί μια τρομακτική πρόκληση. Οι σημερινές πετρελαϊκές εταιρείες λειτουργούν ως οι μεγαλύτερες επιχειρηματικές επιχειρήσεις στον κόσμο, ωστόσο ακόμη και η παραγωγή πετρελαίου μπορεί να μην συμβαδίζει με την αυξανόμενη ζήτηση για ορυκτά καύσιμα. Συνεπώς, η βιοδιύλιση αντιμετωπίζει διττές προκλήσεις όσον αφορά την ενσωμάτωση

των καλύτερων τεχνολογιών για τη μετατροπή των καλλιεργειών σε καύσιμα και για την παραγωγή βιοκαυσίμων σε κλίμακα που ικανοποιεί την παγκόσμια κατανάλωση καυσίμων.

Προς το παρόν, η βιοδιύλιση πρέπει να προσδιορίζει τις καλύτερες πρώτες ύλες για την παραγωγή βιοκαυσίμων με γρήγορο και φθινό τρόπο. Η βιοδιύλιση παράγει λιγότερη ατμοσφαιρική ρύπανση από τη συμβατική διύλιση πετρελαίου, αλλά τα βιοδιυλιστήρια αντιμετωπίζουν προβλήματα απόρριψης μεγάλων ποσοτήτων υποπροϊόντων που παράγονται κατά τη διαδικασία βιοδιύλισης. Η βιοδιύλιση πρέπει επιπλέον να συνεργαστεί με τις κυβερνήσεις για να δημιουργήσει ένα σχέδιο για τη διάθεση και την τιμολόγηση των νέων βιοκαυσίμων για το κοινό που οδηγεί.

Το μέλλον της βιοδιύλισης μοιράζεται μια ισχυρή σύνδεση με την τρέχουσα τάση των αυτοκινητοβιομηχανιών για νέα οχήματα εναλλακτικών καυσίμων. Κανείς δεν ξέρει ακόμα αν τα βιοκαύσιμα θα αντικαταστήσουν τα ορυκτά καύσιμα ή εάν τα βιοκαύσιμα θα χρησιμεύσουν απλώς ως γέφυρα στις τεχνολογίες μεταξύ αργού πετρελαίου και κυψελών καυσίμου ή αμιγώς ηλεκτρικών οχημάτων του μέλλοντος. Λόγω της πολυπλοκότητας της επίλυσης της κρίσης του αυξανόμενου οικολογικού ποδαριού του κόσμου, η βιοδιύλιση πιθανότατα θα διαδραματίσει ρόλο σε συνδυασμό με πολλές άλλες τεχνολογίες. Εναπόκειται στους βιοκαλλιεργητές να καθορίσουν εάν ο ρόλος των βιοκαυσίμων θα είναι σημαντικός ή ελάσσων, μακροπρόθεσμος ή βραχύβιος, στην οικοδόμηση μιας βιώσιμης κοινωνίας.

5. ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΕΣ ΣΤΗΝ ΚΑΘΑΡΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Η καθαρή ενέργεια αναφέρεται σε μορφές ενέργειας που δεν παράγουν επικίνδυνες εκπομπές, δεν βλάπτουν την υγεία του ανθρώπου και των οικοσυστημάτων και δεν καταστρέφω ο περιβάλλον κατά τη διάρκεια εξαγωγής από τη Γη. Τα εργοστάσια καύσης άνθρακα και τα οχήματα που καίνε βενζίνη δεν πληρούν αυτόν τον ορισμό. Η καθαρή ενέργεια έχει γίνει συνώνυμο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, αλλά η καθαρή ενέργεια μπορεί επίσης να προέρχεται από ορυκτά καύσιμα εάν το καύσιμο μπορεί να εξορυχθεί, να υποστεί επεξεργασία και να καεί με τρόπους που δεν επηρεάζουν το περιβάλλον.

Η Υπηρεσία Προστασίας Περιβάλλοντος των ΗΠΑ (EPA) παρέχει μια ηλεκτρονική αριθμομηχανή για να βοηθήσει τους ανθρώπους να κατανοήσουν την καθαριότητα των πηγών ενέργειάς τους. Ένας υπολογισμός χρησιμεύει ως ένα καλό σημείο εκκίνησης για να μάθουμε για τον αντίκτυπο που έχει ο καθένας στην κατανάλωση ενέργειας και τις εκπομπές. διοξειδίου (CO₂), διοξειδίου του θείου και οξείδια αζώτου που παράγονται από άτομα σύμφωνα με τον ταχυδρομικό τους κώδικα και τα χαρακτηριστικά του τρόπου ζωής τους. Οι χρήστες της αριθμομηχανής μαθαίνουν επιπλέον εάν οι εκπομπές τους συμβαίνουν σε ποσοστά υψηλότερα ή χαμηλότερα από τον εθνικό μέσο όρο. Για παράδειγμα, ένας κάτοικος των ΗΠΑ μπορεί να παράγει τις ακόλουθες τυπικές ετήσιες ποσότητες αερίων θερμοκηπίου από τη χρήση ενέργειας:

- CO₂: 1.400 λίβρες (635 κιλά) ανά μεγαβατώρα (MWh)
- διοξειδίου του θείου: 6 λίβρες (2,7 kg) ανά MWh
- οξείδια του αζώτου: 3 λίβρες (1,4 kg) ανά MWh

Η καθαρή ενέργεια συμβάλλει στην προστασία του περιβάλλοντος εκτός από τη μείωση των εκπομπών που προκαλούν υπερθέρμανση του πλανήτη. Η καθαρή ενέργεια εξοικονομεί μη ανανεώσιμες μορφές ενέργειας, μειώνει τις περιβαλλοντικές ζημιές που προκαλούνται από την εξερεύνηση και την εξόρυξη ορυκτών καυσίμων και ελαχιστοποιεί την έκθεση ανθρώπων και άγριας ζωής σε μεγάλες μονάδες παραγωγής ενέργειας.

Το κεφάλαιό αυτό περιγράφει τις σημαντικές καθαρές ενέργειες που γίνονται όλο και πιο ζωτικής σημασίας κάθε μέρα στις προσπάθειες για την ανάσχεση της υπερθέρμανσης του πλανήτη. Το κεφάλαιο περιγράφει επίσης καινοτόμες τεχνολογίες στην καθαρή ενέργεια. Ανοίγει με μια ανασκόπηση του τρόπου με τον οποίο ιδρύθηκε το κίνημα εναλλακτικής ενέργειας. Στη συνέχεια, το κεφάλαιο συζητά την αιολική, την υδάτινη, την ηλιακή, τη γεωθερμική, την πυρηνική

ενέργεια και την ενέργεια κυψελών καυσίμου. Κάθε συζήτηση περιλαμβάνει τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα αυτών των τεχνολογιών. το κεφάλαιο τονίζει τη διαδικασία διαχείρισης του άνθρακα, εξηγώντας πώς οι ενέργειες των ανθρώπων σχετίζονται αναπόφευκτα με κάποιο τρόπο με τον κύκλο άνθρακα της Γης.

5.1 ΑΝΑΔΥΟΜΕΝΗ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Πριν από το 1900, τα οχήματα με άλογα ταξίδευαν στους δρόμους, αναγκασμένα μόνο να βγουν από το δρόμο για ένα ατμοκίνητο μηχάνημα σε σπάνιες περιπτώσεις. Στις αρχές του 20ου αιώνα, ο Γερμανός μηχανικός Carl Benz άρχισε να κατασκευάζει οχήματα που τροφοδοτούνταν εξ ολοκλήρου από κινητήρες εσωτερικής καύσης που τροφοδοτούνταν με βενζίνη. Η εφεύρεση παρήγαγε περισσότερη ισχύ από τις ατμομηχανές και ήταν επίσης ευκολότερη στην πλοήγηση. Το 1867, ο Γερμανός μηχανικός Nikolaus August Otto ανέπτυξε έναν τετράχρονο κινητήρα εσωτερικής καύσης για χρήση στον εξοπλισμό κατασκευής και όχι σε οχήματα δρόμου. Η Benz, η Gottlieb Daimler και η Ferdinand Porsche είδαν όλες δυνατότητες στο σχεδιασμό του Otto και εργάστηκαν ανεξάρτητα καθώς και συνεργατικά για να αναπτύξουν την πρώτη πρακτική χρήση βενζινοκινητήρα για οχήματα.

Τα τεράστια αποθέματα πετρελαίου που ανακαλύφθηκαν κάτω από ηπειρούς ή θάλασσες οδήγησαν τις επόμενες δύο γενιές οδηγών να πιστέψουν ότι η βρύση δεν θα στέγνωσε ποτέ για τα οχήματά τους ή για θέρμανση για τα σπίτια τους. Αλλά το 1973, ο Οργανισμός Πετρελαιοεξαγωγικών Χωρών (ΟΠΕΚ), ένα καρτέλ παραγωγής πετρελαίου (βλ. τον ακόλουθο πίνακα), αύξησε την τιμή του πετρελαίου τέσσερις φορές. Ξαφνικά, χώρες που εισάγουν πετρέλαιο, όπως οι Ηνωμένες Πολιτείες, άρχισαν να σκέφτονται εναλλακτικές πηγές ενέργειας σε μεγάλη κλίμακα και μακροπρόθεσμα.

Χώρες του ΟΠΕΚ		
Χώρα	Τοποθεσία	Ημερομηνία ένταξης στον ΟΠΕΚ
Αλγερία	Αφρική	1969
Αγκόλα	Αφρική	2007
Ισημερινός	Νότια Αμερική	1973-1992, 2007
Ιράν	Μέση ανατολή	1960
Ιράκ	Μέση ανατολή	1960
Κουβέιτ	Μέση ανατολή	1960
Λιβύη	Αφρική	1962

Νιγηρία	Αφρική	1971
Κατάρ	Μέση ανατολή	1961
Σαουδική Αραβία	Μέση ανατολή	1960
ηνωμένα αραβικά εμιράτα	Μέση ανατολή	1967
Βενεζουέλα	Νότια Αμερική	1960
Σημείωση: ιδρυτικά μέλη του ΟΠΕΚ είναι το Ιράν, το Ιράκ, το Κουβέιτ, η Σαουδική Αραβία και η Βενεζουέλα		

Αν και οι εφευρέτες είχαν ήδη σχεδιάσει οχήματα που κινούνταν με ηλεκτρική ενέργεια, μπαταρίες ή συνδυασμούς βενζίνης και μη βενζίνης, η παγκόσμια ανάγκη για πηγές ενέργειας για την αντικατάσταση των ορυκτών καυσίμων προέρχεται επομένως από έναν συνδυασμό εμπορίου, παγκόσμιας πολιτικής και σύνθεσης της Γης. Η Γη δεν θα παράγει περισσότερα ορυκτά καύσιμα εγκαίρως για να καλύψει το αυξανόμενο ποσοστό κατανάλωσης του ανθρώπινου πληθυσμού.

Εφευρέσεις που κάποτε ήταν ο τομέας των ερασιτεχνών επιστημόνων έχουν πλέον εισέλθει στον κύριο σχεδιασμό για εναλλακτικές ενέργειες: νερό, άνεμος, ηλιακό φως, γεωθερμικές εκπομπές, βιολογικές αντιδράσεις και υδρογόνο. Το 2007, ο δημοσιογράφος των New York Times, Matt Richtel, έγραψε για τη νέα μορφή ενέργειας: «Η εποχή dot-com της Σίλικον Βάλεϊ μπορεί να δίνει τη θέση της στην εποχή του watt-com». Ακριβώς όπως οι υπολογιστές και το Διαδίκτυο (οι εταιρείες dot-com) αναπτύχθηκαν από ερασιτεχνικά πειράματα στη Silicon Valley της Καλιφόρνια, η ίδια εφευρετικότητα μπορεί να πάρει το προβάδισμα στις εναλλακτικές ενέργειες.

5.2 ΑΝΕΜΟΣ, ΚΥΜΑΤΙΚΗ ΚΑΙ ΠΑΛΙΡΡΟΙΚΗ ΙΣΧΥΣ

Η ενέργεια που παράγεται από την ισχύ του ανέμου, των κυμάτων ή του νερού χρησιμοποιεί μια παθητική μορφή συλλογής ενέργειας. το σύστημα λειτουργεί με τη δύναμη του ανέμου ή του νερού και δεν χρειάζεται πρόσθετη ενέργεια. Η αιολική ενέργεια είναι ένα ταχέως αναπτυσσόμενο τμήμα της βιομηχανίας εναλλακτικής ενέργειας από τη δεκαετία του 1990. Η κυματική και η παλιρροϊκή ισχύς έχουν κάνει μικρότερες συνεισφορές, αλλά το ενδιαφέρον για αυτούς τους τρόπους παραγωγής ενέργειας παραμένει σταθερό. Ο άνεμος παράγει ενέργεια όταν οι ριπές κοντράρουν έναν ανεμόμυλο που ονομάζεται ανεμογεννήτρια. τα πτερύγια του στροβίλου περιστρέφονται, τα οποία γυρίζουν γρανάζια σε μια γεννήτρια πίσω από τα πτερύγια και μέσα στην τουρμπίνα. Η γεννήτρια μετατρέπει την κινητική ενέργεια των περιστρεφόμενων λεπίδων σε ηλεκτρική ενέργεια, την οποία τα καλώδια

στη συνέχεια μεταφέρουν σε ένα κτίριο μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας για διανομή στους πελάτες

Τα εμπορικά αιολικά πάρκα διαθέτουν εκατοντάδες ανεμογεννήτριες και συνήθως λειτουργούν καλύτερα στη δέσμευση της ενέργειας του ανέμου κατά μήκος των ακτών ή σε πεδιάδες, οι οποίες δέχονται σταθερούς ανέμους σε όλες τις εποχές. Παρά αυτή την απλή λύση για την παραγωγή ενέργειας, τα αιολικά πάρκα έχουν προκαλέσει κάποια ανησυχία στο μυαλό του κοινού. Ο Ernie Corrigan, εκπρόσωπος της Συμμαχίας για την Προστασία του Nantucket Sound, δήλωσε το 2006 σχετικά με ένα προτεινόμενο αιολικό πάρκο 130 ανεμογεννητριών στο Cape Cod της Μασαχουσέτης, «Το Cape Cod έχει κάνει ένα πολύ καλή δουλειά να πουλήσει αυτό το πράγμα ως σχεδόν βουκολικό, και είναι κάθε άλλο παρά βουκολικό. Πρόκειται για ένα βιομηχανικό έργο που θα συγκέντρωνε τη μεγαλύτερη συγκέντρωση χερσαίων ανεμογεννητριών στον κόσμο. Τη νύχτα, θα μεταμόρφωνε κυριολεκτικά αυτό που είναι τώρα ένας κρυστάλλινος ορίζοντας σε κάτι περισσότερο σαν αστικό ορίζοντα, με ψηλούς πύργους και φώτα που αναβοσβήνουν». Από το 2008, το αιολικό πάρκο που είχε προγραμματιστεί για τις ανεμογεννήτριες 400 ποδιών (122 μέτρων) που τοποθετήθηκαν μίλια (8 χιλιόμετρα) νότια του Cape Cod παραμένει ένα σημείο διαμάχης και το έργο έχει σταματήσει.

Η αιολική ενέργεια έχει μέλλον; Ένα άρθρο του 2009 στο E/The Environmental Magazine δήλωσε: «Το 2007, το 35 τοις εκατό όλων των νέων παραγωγών ηλεκτρικής ενέργειας που εγκαταστάθηκαν στις ΗΠΑ - πάνω από 5.200 μεγαβάτ - ήταν από άνεμο». το άρθρο συνέχισε αναφέροντας: «Το 2008, ο άνεμος εκτόπισε περίπου 34 εκατομμύρια τόνους [31 εκατομμύρια μετρικούς τόνους] διοξειδίου του άνθρακα, που ισοδυναμεί με τη λήψη 5,8 εκατομμυρίων οχημάτων ο δρόμος». Αν και η αιολική ενέργεια αναμενόταν να παράγει 30.000 μεγαβάτ (MW) ηλεκτρικής ενέργειας το 2009 και το 2010, οι ΗΠΑ. χρηματιστήριο περιέχει επί του παρόντος λίγες εισηγμένες εταιρείες αιολικής ενέργειας. Το 2009, η General Electric (GE) δραστηριοποιήθηκε στον τομέα της αιολικής ενέργειας συνεργαζόμενη με τα συστήματα παραγωγής ενέργειας A-Power της Κίνας για την κατασκευή αιολικής ενέργειας κιβώτια ταχυτήτων στροβίλων. Ίσως η GE αναγνώρισε μια αναπτυσσόμενη βιομηχανία αιολικής ενέργειας εκτός των Ηνωμένων Πολιτειών. Μέχρι το 2020, η αιολική ενέργεια αναμένεται να παράγει το 10 τοις εκατό της ενέργειας της Κίνας και να αναλάβει την πίεση της τεράστιας ποσότητας άνθρακα που καίγεται στην Κίνα. Η αιολική ενέργεια παράγει έως και το 20 τοις εκατό της ενέργειας της Ισπανίας και άλλες χώρες πλησιάζουν αυτό το επίπεδο. οι ΗΠΑ. Το Υπουργείο Ενέργειας (DOE) έχει προτείνει έναν παρόμοιο στόχο του 20 τοις εκατό της συνολικής ενέργειας που παράγεται στις Ηνωμένες Πολιτείες να έρθει από την αιολική ενέργεια έως το έτος 2030. Η αιολική ενέργεια έχει υποστηρικτές, αλλά όπως συμβαίνει με σχεδόν κάθε μορφή ενέργειας φέρνει μειονεκτήματα μαζί με τα πλεονεκτήματα, που φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

Άνεμος, κυματική και παλιρροϊκή ισχύς	
Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
Άνεμος	
Αποτελεσματική μετατροπή του ανέμου σε ηλεκτρική ενέργεια	Μικρή ισχύς ανέμου σε χαμηλούς εξόδους
Μέτριο έως χαμηλό κόστος εκκίνησης	Εκτεταμένη γη που απαιτείται για αιολικά πάρκα
Ο άνεμος είναι ελεύθερος	Άποψη των ανεμογεννητριών
Χωρίς ρύπανση	Τραυματίζει και σκοτώνει αποδημητικά πτηνά
Εύκολη κατασκευή	Ηχορύπανση
Η γη κάτω από τις ανεμογεννήτριες μπορεί να χρησιμοποιηθούν για άλλες δραστηριότητες	
Κύματα και παλίρροιες	
Σταθερή πηγή ενέργειας	Χρήσιμο μόνο σε ακτές ή ποτάμια
Αποτελεσματική μετατροπή της κινητικής ενέργειας σε ηλεκτρική ενέργεια	Μη αποδεδειγμένη τεχνολογία
Χωρίς ρύπανση	Ακριβή κατασκευή
Η ωκεάνια ενέργεια είναι δωρεάν	

Οι περιβαλλοντολόγοι έχουν διχαστεί μεταξύ των ευεργετημάτων των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας από τον άνεμο και της βλάβης που προκαλούν οι ανεμογεννήτριες στη μετανάστευση των πτηνών και των αρπακτικών πτηνών, όπως τα γεράκια που κυνηγούν σε ανοιχτές περιοχές. Μερικά γεράκια και γεράκια έχτισαν φωλιές σε πρώιμες δομές τουρμπινών, γεγονός που αύξησε μόνο τις πιθανότητες ενήλικων και νεοσσών θανάτων. Η βιομηχανία αιολικής ενέργειας προσπάθησε να μετριάσει αυτόν τον κίνδυνο αναπτύσσοντας πιο αργές ανεμογεννήτριες και νέα σωληνωτά σχέδια που έχουν λιγότερες θέσεις φωλιάσματος. Οι τελευταίες ανεμογεννήτριες που εισέρχονται στην αγορά ενέργειας

λειτουργούν με περίπου 12 στροφές ανά λεπτό, γεγονός που επιτρέπει στα πουλιά να βλέπουν τις λεπίδες και να τις αποφεύγουν.

Η κυματική και παλιρροϊκή ισχύς παραμένουν αναπόδεικτες τεχνολογίες για την παραγωγή χρήσιμων ποσοτήτων ενέργειας. Η Ομοσπονδιακή Ρυθμιστική Επιτροπή Ενέργειας (FERC) ταξινομεί και τις δύο αυτές ενέργειες ως υδροηλεκτρική ενέργεια (ενέργεια που παράγεται από νερό) που μας καθιστά ιδεοκινητική ενέργεια, η οποία είναι ενέργεια που περιορίζεται στην κίνηση του νερού. Αρκετές μικρές επιχειρήσεις έχουν πλέον χαράξει μια επιχειρηματική θέση εφευρίσκοντας τρόπους για να συλλάβει την ενέργεια των κυμάτων και της παλίρροιας.

Η κυματική ισχύς προέρχεται από την κίνηση πάνω-κάτω των κυμάτων περίπου ένα μίλι ξηράς. Διάφοροι τύποι συσκευών επίπλευσης μπορούν να συλλάβουν την κινητική ενέργεια από τους κυματοκινητές και να μετατρέψουν κάθε κίνηση σε ηλεκτρική χρησιμοποιώντας μια γεννήτρια. Οι κύριες συσκευές για τη δέσμευση της κυματικής ενέργειας είναι οι εξής: (1) pelamis, (2) σημαντήρας ισχύος ή (3) πεταλίδα. Μια πελάμη είναι μία μεγάλη αλυσίδα εντοπισμού κατασκευασμένη από εναλλασσόμενους σημαντήρες, οι οποίοι τοποθετούν την αλυσίδα, και μονάδες ισχύος εξοπλισμένες με γεννήτρια. Καθώς η αλυσίδα κυματίζει πάνω από τα κύματα, οι σημαδούρες προσκρούουν εμπρός και πίσω στις μονάδες, παρέχοντας αρκετή κίνηση για να γυρίσουν τις γεννήτριες και να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια την οποία μεταφέρουν τα καλώδια στη στεριά. Ένας σημαντήρας ισχύος είναι μια ενιαία συσκευή που χτυπάει στα κύματα παρόμοια με μια κανονική σημαδούρα λιμανιού. Μια πεταλίδα είναι ένας ανοιχτός κύλινδρος σε ένα μέταλλευμα στο οποίο τα κύματα λίβρα. Κάθε εισερχόμενο κύμα κυλάει σε ένα σωλήνα και ωθεί το νερό σε μια τουρμπίνα, η οποία στη συνέχεια λειτουργεί μια γεννήτρια.

Η παλιρροϊκή δύναμη προέρχεται επίσης από τις κινήσεις των ωκεανών, αλλά η φυσική ταλάντευση των παλιρροιών παρέχει την υδροκίνητη ενέργεια. Οι υποβρύχιες τουρμπίνες περιστρέφονται με εισερχόμενες παλίρροιας και προς την αντίθετη κατεύθυνση με τις εξερχόμενες παλίρροιας. Η παλιρροϊκή ενέργεια αντιπροσωπεύει μια σταθερή και φθινή πηγή ενέργειας, αλλά το κόστος κατασκευής του υποβρύχιου συστήματος μπορεί να είναι υψηλό. Όπως και οι ανεμογεννήτριες, οι υποθαλάσσιες ανεμογεννήτριες μπορεί να προκαλέσουν βλάβη στα θαλάσσια θηλαστικά και ψάρια από τα περιστρεφόμενα πτερύγια. Η κυματική ενέργεια και η παλιρροϊκή ενέργεια δεν έχουν ακόμη συνεισφέρει σημαντική ποσότητα ενέργειας στα δίκτυα ηλεκτρικής ενέργειας, αλλά ορισμένοι υποστηρικτές αντιτίθενται σε ένα λαμπρό μέλλον. "Η αιολική και η ηλιακή ενέργεια είναι πολύ διαφορετικές πηγές- πρέπει να καλύψετε πολλές περιοχές για να συλλέξετε ενέργεια », δήλωσε ο Roger Bedard του Ινστιτούτου Έρευνας Ηλεκτρικής Ενέργειας στο Πάλο Άλτο της Καλιφόρνια. «Τα κύματα μεταφέρουν πολλή ενέργεια σε ένα μικρό χώρο. Τα μικρότερα μηχανήματα κοστίζουν λιγότερο από τα μεγαλύτερα μηχανήματα.

5.3 ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Η ηλιακή ενέργεια που παράγεται με τη μορφή φωτός και θερμότητας από τον Ήλιο βοηθά στην παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας σε έναν αυξανόμενο αριθμό σπιτιών, σχολείων, επιχειρήσεων και μπορεί ορισμένες να αποτελέσουν πηγή ενέργειας για τα οχήματα. Η ηλιακή ενέργεια μπορεί να συλλεχθεί από μεγάλες εταιρείες κοινής ωφέλειας που τη μετατρέπουν σε ηλεκτρική ενέργεια για τους πελάτες τους ή μεμονωμένα κτίρια μπορούν να εξοπλιστούν με ηλιακό θερμικό σύστημα για να μετατρέψουν τη θερμότητα σε ηλεκτρική ενέργεια.

Η μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική ενέργεια εξαρτάται από μια συσκευή που ονομάζεται φωτοβολταϊκό κύτταρο, που ονομάζεται επίσης ηλιακό κύτταρο. Τα φωτοβολταϊκά κύτταρα λειτουργούν συλλαμβάνοντας την ενέργεια στην ακτινοβολία του Ήλιου, που ονομάζεται φωτόνια. Τα φωτόνια στη συνέχεια απομακρύνουν τα ηλεκτρόνια από ένα υλικό μέσα στο κύτταρο και το χαμηλό των ηλεκτρονίων παράγει ηλεκτρικό ρεύμα. Υλικά ημιαγωγών όπως το πυρίτιο δρα ως η καλύτερη ουσία για αυτή τη μετατροπή της ενέργειας φωτονίων σε ηλεκτρικό ρεύμα.

Η ηλιακή ενέργεια έχει δημιουργήσει το μεγαλύτερο επίπεδο ενδιαφέροντος όλων των εναλλακτικών πηγών ενέργειας για την εξυπηρέτηση σπιτιών και άλλων κτιρίων. Η ηλιακή ενέργεια αντιπροσωπεύει μια ταχέως αναπτυσσόμενη βιομηχανία. Οι περισσότεροι ιδιοκτήτες σπιτιού στις ΗΠΑ ζουν σε ένα μέρος όπου μπορούν να κλείσουν ραντεβού και να εγκαταστήσουν ένα φύλλο φωτοβολταϊκών κυψελών, που ονομάζονται ηλιακοί συλλέκτες, στη στέγη τους σε μια μέρα. Σε παγκόσμιο επίπεδο, οι ηλιακές εγκαταστάσεις έχουν αυξηθεί κατά 62 τοις εκατό (ως παραγόμενα MW) μεταξύ 2006 και 2007, ωστόσο η ηλιακή ενέργεια αντιπροσωπεύει λιγότερο από το 0,05 τοις εκατό της παγκόσμιας ζήτησης ενέργειας.

Η επιχείρηση ηλιακής ενέργειας φαίνεται να έχει τις περισσότερες υποσχέσεις από όλες τις εναλλακτικές ενέργειες, ωστόσο πρέπει να ξεπεράσει τα μοναδικά της εμπόδια για να ανταγωνιστεί πραγματικά το πετρέλαιο (37 τοις εκατό της συνολικής χρήσης ενέργειας), τον άνθρακα (25 τοις εκατό) και το φυσικό αέριο (23 τοις εκατό). Όπως η αιολική και η ωκεάνια ενέργεια, η συλλογή ηλιακής ενέργειας απαιτεί μεθόδους αποθήκευσης της ενέργειας μέχρι να αξιοποιηθεί. Η ηλεκτρική ενέργεια μπορεί να είναι δύσκολη στην αποθήκευση. Οι μπαταρίες αποθηκεύουν μικρές ποσότητες, αλλά δεν μπορούν ακόμη να αποθηκεύσουν τις μεγάλες ποσότητες που χρειάζονται οι εταιρείες ηλεκτρικής ενέργειας. Εταιρείες όπως η Ausra στην Καλιφόρνια έχουν διερευνήσει την ιδέα της αποθήκευσης ηλιακής ενέργειας ως θερμότητας, που ονομάζεται ηλιακή θερμική, αντί για ηλεκτρική ενέργεια, επειδή αυτή η μέθοδος είναι λιγότερο δαπανηρή από την ηλεκτρική αποθήκευση. Ο αντιπρόεδρος της Ausra , Τζον Σ. Ο O'Donnell εξήγησε στους *New York Times* το 2008 ότι ένα θερμός καφέ \$ 5 και μία μπαταρία υπολογιστή 150 \$ αποθηκεύουν την

ίδια ποσότητα ενέργειας. «Γι' αυτό η ηλιακή ενέργεια θα είναι η κυρίαρχη μορφή», είπε. Ο ακόλουθος πίνακας συνοψίζει τα τρέχοντα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της ηλιακής ενέργειας.

Οι ηγέτες των ΗΠΑ και οι ξένες κυβερνήσεις ενθάρρυναν τις κατοικίες και τις επιχειρήσεις να αυξήσουν τη χρήση της ηλιακής ενέργειας. Μεμονωμένες πόλεις και ολόκληρες πολιτείες έχουν αναπτύξει στόχους ηλιακής ενέργειας. Στις Ηνωμένες Πολιτείες, ορισμένες επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας επιτρέπουν στους ιδιοκτήτες ηλιακών σπιτιών να λαμβάνουν πληρωμή για την ενέργεια που δεν χρησιμοποιούν. Το αχρησιμοποίητο ποσό γίνεται στη συνέχεια διαθέσιμο για άλλους να αντλήσουν από το ηλεκτρικό δίκτυο της κοινότητας. Ακόμη και σε πόλεις όπου η εγκατάσταση θα ήταν δαπανηρή και θα απαιτούσε δεκαετίες για να αντισταθμίσει το κόστος στην εξοικονόμηση ενέργειας, οι κάτοικοι ήταν πρόθυμοι να «γίνουν ηλιακοί». Ο Michael Deery, εκπρόσωπος του Hempstead της Νέας Υόρκης, το οποίο στρέφεται στην ηλιακή ενέργεια, δήλωσε στους *New York Times* το 2008: «Ο πρώτος και πρωταρχικός μας στόχος είναι να μειώσουμε το αποτύπωμα μας σε άνθρακα και να διατηρήσουμε τον πλανήτη μας καθαρό». Το Hempstead μπορεί να είναι μοναδικό στην επιλογή του περιβάλλοντος έναντι των χρημάτων. Πολλές άλλες πόλεις πιθανότατα δεν θα έκαναν την ίδια επιλογή, οπότε η ηλιακή ενέργεια ενώνει όλες τις άλλες μορφές ενέργειας στην ανάγκη της να είναι οικονομικά αποδοτική.

Ηλιακή ενέργεια	
Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
Το φως του ήλιου είναι ελεύθερο	Υψηλό κόστος
Γρήγορη εγκατάσταση	Χρειάζονται πρόσβαση στον ήλιο περίπου το 60% του χρόνου
Εύκολο να προσθέσετε στο σύστημα	Χρειάζεται σύστημα αποθήκευσης ενέργειας
Καμία ρύπανση από την παραγωγή ενέργειας	Ενδέχεται να χρειαστεί σύστημα δημιουργίας αντιγράφων ασφαλείας ενέργειας
Ήσυχος	Ορισμένοι ιδιοκτήτες σπιτιού δεν τους αρέσει η εμφάνιση των ηλιακών συλλεκτών
Μικρή διατάραξη της γης	Χρειάζονται 40-50 χρόνια για εξοικονόμηση ενέργειας για να αντισταθμιστεί το αρχικό κόστος
Τα φωτοβολταϊκά κύτταρα διαρκούν αρκετές δεκαετίες	Η μεταποίηση παράγει επικίνδυνα απόβλητα πυριτίου

Είναι η ηλιακή ενέργεια η απάντηση στον απογαλακτισμό του κόσμου των ορυκτών καυσίμων; Οι επικριτές της ηλιακής ενέργειας αναφέρουν τη μεγάλη έκταση γης που θα απαιτούσαν τεράστιες συστοιχίες ηλιακών συλλεκτών για την παροχή αρκετής ενέργειας για τη ζήτηση των ΗΠΑ. Οι συστοιχίες μπορούν να εγκατασταθούν με τρεις διαφορετικούς τρόπους: (1) μεγάλες σειρές κοίλων διατεταγμένων ηλιακών συλλεκτών, που ονομάζονται γούρνες, μια περίοδος 25 πόδια (7,6 m) του εδάφους και καλύπτοντας περισσότερα από 100 στρέμματα (40 εκτάρια). (2) ένα μεγάλο κοίλο πιάτο ηλιακών συλλεκτών που χρησιμοποιεί λιγότερη γη· ή (3) φωτοβολταϊκές ρυθμίσεις που συγκεντρώνουν τη συνολική ενεργειακή απόδοση. Το 2001, ο ειδικός σε θέματα ενέργειας Nathan Lewis του Ινστιτούτου Τεχνολογίας της Καλιφόρνια προειδοποίησε ότι ο μεγαλύτερος περιορισμός στην ηλιακή ενέργεια μπορεί να είναι η ικανότητα της γης να χωρέσει τεράστιες συστοιχίες ηλιακών συλλεκτών. Υπολόγισε ότι εάν όλοι οι ηλιακοί συλλέκτες που απαιτούνται για την παροχή ενέργειας για τις Ηνωμένες Πολιτείες τοποθετούνταν στο τοπίο, τα πάνελ θα κάλυπταν 66.750 τετραγωνικά μίλια (172.882 km²) ή περίπου το μέγεθος της πολιτείας της Ουάσιγκτον.

Η Αριζόνα κατέχει το μεγαλύτερο εργοστάσιο ηλιακής ενέργειας στον κόσμο, το οποίο βρίσκεται σε κοινοπραξία περίπου 70 μίλια (113 χιλιόμετρα) νοτιοδυτικά του Φοίνιξ. Για να επιτύχει αυτά τα υψηλά επίπεδα παραγωγής, το Solana θα χρησιμοποιήσει συγκεντρωτική τεχνολογία που αυξάνει τη συνολική παραγωγή ενέργειας συμπληρώνοντας τους ηλιακούς συλλέκτες με ηλιακούς συγκεντρωτές. Οι συμπυκνωτές χρησιμοποιούν έναν εσωτερικό φακό για να κάνουν τις ακτίνες του Ήλιου λιγότερο διασκορπιστικές και πιο εστιασμένες. Ως αποτέλεσμα, μια εταιρεία ηλεκτρικής ενέργειας μπορεί να τοποθετήσει περισσότερα φωτοβολταϊκά κύτταρα σε κάθε ηλιακό συλλέκτη. (Οι κατασκευαστές οικιακών ηλιακών συλλεκτών μπορεί σύντομα να χρησιμοποιήσουν συγκεντρωτές για να αυξήσουν την αποδοτικότητα των φωτοβολταϊκών κυττάρων, έτσι ώστε το μέγεθος των ηλιακών συλλεκτών να μειωθεί, όπως και το κόστος για τους ιδιοκτήτες σπιτιού που επιθυμούν να εγκαταστήσουν ηλιακούς συλλέκτες.)

Δύο αναδυόμενες ηλιακές τεχνολογίες είναι ηλιακά φίλμ, που συζητήθηκε στην πλαϊνή μπάρα στη σελίδα 108, και ηλιακοί δορυφόροι. Το 2007, η NSSO εξέδωσε μια έκθεση με τίτλο "Διαστημική ηλιακή ενέργεια ως ευκαιρία για στρατηγική ασφάλεια" για να εισαγάγει την ιδέα των διαστημικών δορυφόρων που συλλέγουν ηλιακό φως και στη συνέχεια εκπέμπουν την ενέργεια στη Γη. Τα δορυφορικά τοποθετημένα φωτοβολταϊκά κύτταρα θα συλλαμβάνουν φωτόνια και στη συνέχεια μια συσκευή θα μετατρέπει το ρεύμα που παράγεται στα ηλιακά κύτταρα σε ραδιοκύματα ή υπέρυθρο φως. τον δορυφόρο για τη φύλαξή τους, ένα όχημα εκτόξευσης και όργανα μετάδοσης και συλλογής. Παρά τα εμπόδια αυτά, η NSSO εκτιμά την ιδέα επειδή θα μπορούσε να βοηθήσει στην

απελευθέρωση των Ηνωμένων Πολιτειών από την εξάρτηση από εισαγόμενα καύσιμα.

Η NSSO εξήγησε το σκεπτικό πίσω από τους ηλιακούς δορυφόρους: «Ο Ήλιος μας είναι ο μεγαλύτερος γνωστός ενεργειακός πόρος στο ηλιακό σύστημα. Στην περιοχή της Γης, κάθε τετραγωνικό μέτρο του διαστήματος δέχεται 1.366 κιλοβάτ (1.366 watt) ηλιακής ακτινοβολίας, αλλά μέχρι να φτάσει στο έδαφος, έχει μειωθεί από την ατμοσφαιρική απορρόφηση και τη σκέδαση.

Η NSSO σχεδιάζει για τη διαστημική ηλιακή τεχνολογία της να παρέχει συνεχή και προβλέψιμη ηλιακή ενέργεια στη Γη αποφεύγοντας αυτές τις απώλειες ενέργειας. Όσον αφορά την ασφάλεια, οι ακτίνες ενός ηλιακού δορυφόρου θα ήταν αρκετά χαμηλής ισχύος στο ίδιο επίπεδο με την ενέργεια που εκπέμπεται από την πόρτα ενός φούρνου μικροκυμάτων . Τα μέτρα ασφαλείας μπορούν επίσης να περιλαμβάνουν ζώνες απαγόρευσης στην περιοχή της δέσμης και περιοχές ορίων κοντά στην κεραία λήψης.

Οι τεχνολογίες ηλιακής ενέργειας έχουν ακολουθηθεί από τα μέσα ενημέρωσης λόγω του ενδιαφέροντος που έχει δημιουργήσει η ηλιακή ενέργεια στο κοινό και στους επιστημονικούς κύκλους. Η ηλιακή ενέργεια θα πρέπει να επιδιωχθεί απλώς και μόνο επειδή η Γη λαμβάνει περισσότερη ενέργεια από τον Ήλιο σε μία ώρα από ό, τι χρησιμοποιεί σε ένα χρόνο. Από τα 382,7 τριγωνικά λιοντάρια (TW) ενέργειας που εκπέμπονται από τον Ήλιο προς όλες τις κατευθύνσεις, τα 120.000 TW φτάνουν στην επιφάνεια της Γης. Ακόμη και με απώλειες ηλιακής ενέργειας στο σύμπαν, αυτό αντιπροσωπεύει μια τεράστια ποσότητα ενέργειας.

Ορισμένες νέες ηλιακές τεχνολογίες μπορεί να υστερούν λόγω τεχνικών προκλήσεων ή υψηλού κόστους, αλλά η ηλιακή ενέργεια έχει πλεονέκτημα έναντι άλλων τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας: Η ηλιακή ενέργεια έχει λάβει μεγάλη υποστήριξη από το κοινό. Ο ακόλουθος πίνακας περιγράφει νέες ηλιακές τεχνολογίες που μπορεί να γίνουν εμπορικά εφικτές στο μέλλον. Κάθε μία από τις τεχνολογίες που περιγράφονται στον πίνακα έχει επίσης τη δυνατότητα ενσωμάτωσης ηλιακών συμπυκνωτών.

Τεχνολογίες ηλιακής ενέργειας		
Τεχνολογία	Περιγραφή	Πλεονεκτήματα
Παραβολικές κοιλότητες	Πάνελ συλλογής σε μακριές ευθείες διατάξεις	Ικανή να παράγει μεγάλες ποσότητες ηλιακής ενέργειας

ηλιακό πιάτο- Τεχνολογία Στέρλινγκ	κοίλος ηλιακός συλλέκτης που περιέχει συμπυκνωτή και συνδέεται απευθείας με γεννήτρια	Μεγάλη παραγωγή ενέργειας
Ηλιακός πύργος	πάνελ συλλογής διατεταγμένα γύρω από έναν ψηλό κυλινδρικό πύργο θερμαίνουν τον αέρα κάτω από αυτά, δημιουργώντας ένα ανοδικό ρεύμα στον πύργο, το οποίο παρέχει ενέργεια για τη λειτουργία προσαρτημένων στροβίλων	η δυνατότητα πολλαπλασιασμού της παραγόμενης ενέργειας μόνο των ηλιακών συλλεκτών δεν απαιτεί εισροή ενέργειας
διαστημική ηλιακή ενέργεια	δορυφορικοί συλλέκτες λαμβάνουν ηλιακή ακτινοβολία και ο δορυφόρος τη μεταδίδει στη Γη ως ραδιοκύματα ή υπέρυθρο φως	συλλέγει τη μέγιστη ποσότητα ηλιακής ενέργειας που κατευθύνεται προς τη Γη χωρίς απώλειες στην ατμόσφαιρα
Λεπτά φίλμ	ηλιακά κύτταρα που μετρούν εκατοντάδες φορές λεπτότερα από τους ηλιακούς συλλέκτες συλλέγουν ηλιακή ενέργεια σε διάφορες επιφάνειες	εξοικονόμηση χώρου και δυνατότητα προσαρμογής σε περισσότερα σημεία από τα πάνελ

Μηχανικοί στο Ινστιτούτο Τεχνολογίας της Μασαχουσέτης (MIT) εργάζονται για να συνδυάσουν λεπτές ηλιακές φίλμ με ηλιακούς συγκεντρωτές με σκοπό την ανάπτυξη μιας νέας τεχνολογίας στα παράθυρα. Ο ηλεκτρολόγος μηχανικός του MIT Marc A. Baldo εξήγησε το 2008 στο δελτίο ειδήσεων του ινστιτούτου: «Το φως συλλέγεται σε μια μεγάλη περιοχή (όπως ένα παράθυρο) και συγκεντρώνεται ή συγκεντρώνεται στις άκρες». Ο Baldo είπε ότι ο συγκεντρωτής αυξάνει την ηλεκτρική ισχύ από κάθε ηλιακό κύτταρο "κατά ένα συντελεστή πάνω από 40." Οι ηλιακοί συγκεντρωτές μπορεί να έχουν δύο πρακτικές χρήσεις που θα μπορούσαν να εισέλθουν στην ηλιακή αγορά σε σύντομο χρονικό

διάστημα. Πρώτον, οι συμπυκνωτές μπορούν να τοποθετηθούν κατά μήκος των άκρων ενός υαλοπίνακα για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας για εσωτερική χρήση. Δεύτερον, μπορούν να εγκατασταθούν συγκεντρωτές για να βοηθήσουν στην ενίσχυση της παραγωγής ενέργειας από τους παραδοσιακούς ηλιακούς συλλέκτες.

Παρά τις βελτιώσεις που εξακολουθεί να απαιτεί η ηλιακή ενέργεια, αυτή η καθαρή ενέργεια παραμένει μία από τις ελκυστικές επιλογές για το μέλλον τόσο για τους ιδιοκτήτες κατοικιών όσο και για τις κοινότητες.

5.4 ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΚΑΙ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Τόσο η υδροηλεκτρική όσο και η γεωθερμική ενέργεια χρησιμοποιούν ενέργεια που αποθηκεύεται σε διαφορετικές μορφές νερού. Η υδροηλεκτρική ενέργεια χρησιμοποιεί υγρό νερό. Η γεωθερμική ενέργεια προέρχεται από υπόγειες πηγές θερμαινόμενου νερού ή άλλες πηγές θερμότητας στο φλοιό της Γης. Τόσο η υδροηλεκτρική όσο και η γεωθερμική ενέργεια συμπεριφέρονται ως ανανεώσιμες πηγές ενέργειας επειδή η Γη αναγεννά το νερό στον κύκλο του νερού.

Η υδροηλεκτρική ενέργεια, που ονομάζεται επίσης υδροηλεκτρική ενέργεια, χρησιμοποιεί την τεράστια ποσότητα ενέργειας που υπάρχει σε μεγάλους όγκους νερού. Ο κύριος τρόπος δέσμευσης της υδροηλεκτρικής ενέργειας ήταν η κατασκευή μεγάλων φραγμάτων κατά μήκος των ποταμών, ώστε το νερό που πλησιάζει το φράγμα να δημιουργηθεί και να σχηματιστεί ένας ταμιευτήρας. Το νερό του ταμιευτήρα μέσω των σωλήνων του φράγματος, που ονομάζονται penstocks, μετατρέπει τις τουρμπίνες, οι οποίες τροφοδοτούν γεννήτριες που παράγουν ηλεκτρική ενέργεια. Μετάδοση γραμμές μεταφέρουν την ηλεκτρική ενέργεια σε κοντινές ή μακρινές κοινότητες. Στις Ηνωμένες Πολιτείες, η υδροηλεκτρική ενέργεια παρέχει περισσότερο από το 70 τοις εκατό του συνόλου της ανανεώσιμης παραγωγής ενέργειας.

Η υδροηλεκτρική ενέργεια αντιπροσωπεύει περίπου το 25 τοις εκατό της παγκόσμιας παραγωγής ενέργειας, αλλά αντιπροσωπεύει μόνο το 7 τοις εκατό της συνολικής παραγωγής ενέργειας στις Ηνωμένες Πολιτείες. η Δυτική Ακτή εξαρτάται από την υδροηλεκτρική ενέργεια σε μεγαλύτερο βαθμό από το υπόλοιπο έθνος. Περισσότερο από το ήμισυ της συνολικής υδροηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται στις Ηνωμένες Πολιτείες παράγεται στην Ουάσιγκτον, το Όρεγκον, την Καλιφόρνια και τη Μοντάνα. μια ποσότητα ενέργειας που ισούται με σχεδόν 500 εκατομμύρια βαρέλια πετρελαίου.

Γιατί η υδροηλεκτρική ενέργεια φαίνεται να λαμβάνει μικρότερο ενδιαφέρον από την ηλιακή ενέργεια και άλλες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας; Αν και τα φράγματα παράγουν καθαρή ενέργεια και μικρή ρύπανση, δημιουργούν άλλους πληθυσμούς σολομού και πέστροφας των ΗΠΑ έχουν μειωθεί σημαντικά τουλάχιστον από τη δεκαετία του 1980 και πολλοί περιβαλλοντολόγοι πιστεύουν ότι τα φράγματα έχουν διαδραματίσει μεγάλο ρόλο προλαμβάνοντας το ψάρι από το να

κολυμπήσει στους ανάντη τόπους ωτοκίας. Οι οικολόγοι έχουν πειραματιστεί με σκάλες για να παρέχουν υδάτινες οδούς για να παρακάμψουν τα φράγματα κατά τη διάρκεια των ανάντη μεταναστεύσεων. Δεν υπάρχει αμφιβολία ότι η αποκατάσταση των κρίσιμων οικοτόπων γλυκού νερού θα αυξήσει την επιβίωση.

Η βιομηχανία υδροηλεκτρικής ενέργειας και οι περιβαλλοντολόγοι έχουν ασχοληθεί και με άλλες πτυχές του περιβάλλοντος, δηλαδή την καταστροφή των οικοτόπων. Η κατασκευή ενός νέου φράγματος μεταβάλλει μόνιμα τα παρόχθια οικοσυστήματα, καθώς τα φράγματα παρασύρονται ανάντη εδάφη και μεταβάλλουν το φυσικό κατόντη χαμηλό.

Οι διαφορετικοί τύποι υπόγειου θερμαινόμενου νερού συμβάλλουν στη γεωθερμική ενέργεια. Κάθε ένας από αυτούς τους τύπους εμφανίζεται στη Γη παγιδευμένος μεταξύ βραχωδών σχηματισμών, σε ρωγμές στο βράχο ή μέσα σε πορώδη πετρώματα. (2) ξηρός ατμός που περιέχει μόνο υδρατμούς και καθόλου σταγονίδια και (3) ζεστό νερό. Υπάρχουν επίσης διαφορετικοί τύποι σταθμών ηλεκτροπαραγωγής για τη μετατροπή της θερμικής ενέργειας από γεωθερμικές πηγές σε ηλεκτρική ενέργεια:

- Οι μονάδες ξηρού ατμού αντλούν ατμό απευθείας από την υπόγεια πηγή στις τουρμπίνες του εργοστασίου.
- Οι μονάδες ατμού flash εξάγουν ζεστό νερό, το μετατρέπουν σε ατμό και χρησιμοποιούν τον ατμό για να οδηγήσουν τις τουρμπίνες ενώ αφήνουν το ψυχρό νερό χαμηλά πίσω στο υπέδαφος.
- Οι δυαδικοί σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής μεταφέρουν τη θερμότητα νερού ή ατμού σε άλλο υγρό, το οποίο οδηγεί τους στρόβιλους

Τα σπίτια μπορούν να χρησιμοποιήσουν γεωθερμική ενέργεια από το νερό εγκαθιστώντας είτε αντλία θερμότητας είτε γεωθερμικό εναλλάκτη. Μια αντλία θερμότητας συλλέγει θερμότητα από υπόγειες πηγές - μερικές φορές χρησιμοποιώντας ένα διάτρητο πηγάδι - το χειμώνα και αποθηκεύει την υπερβολική καλοκαιρινή θερμότητα στο υπέδαφος. Ένας γεωθερμικός εναλλάκτης περιέχει ένα παρόμοιο σύστημα στο οποίο οι θαμμένοι σωλήνες κατευθύνουν το θερμαινόμενο νερό από υπόγεια πηγή το χειμώνα και να μεταφέρει ζεστό νερό από το σπίτι στο έδαφος το καλοκαίρι.

Υδροηλεκτρική ενέργεια και γεωθερμική ενέργεια	
Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
Υδροηλεκτρική ενέργεια	
Μεγάλη παραγωγή ενέργειας	Υψηλό κόστος κατασκευής
Αποτελεσματική μετατροπή της κινητικής ενέργειας σε ηλεκτρική ενέργεια	Εκτοπίζει την πανίδα και τους ανθρώπους

Ηλεκτρική ενέργεια χαμηλού κόστους για τους πελάτες	Μεταβάλλει τις φυσικές πλωτές οδούς
Παρέχει σταθερή πηγή νερού άρδευσης	Παρεμβαίνει στην αναπαραγωγή του σολομού
Διαρκεί πολλά χρόνια με σωστή συντήρηση	σταματά τη φυσική σειρά θρεπτικών συστατικών οικοτόπων
	Κίνδυνος κατάρρευσης
Γεωθερμική ενέργεια	
Σταθερή ελεύθερη πηγή ενέργειας	Περιορισμένος αριθμός τοποθεσιών
Χαμηλή διατάραξη της γης	Μερικές φορές παράγει λίγη ισχύ ανά φρεάτιο
Υψηλή ικανότητα μετατροπής ενέργειας	Δυσκολία για αποθήκευση ή διαμόρφωση
Ελάχιστη κατασκευή εκτός από την μονάδα παραγωγής ενέργειας	Εκπομπές, οσμές και θόρυβος
Χαμηλή ρύπανση	

Η γεωθερμική ενέργεια προσφέρει επίσης ένα είδος παραγωγής ενέργειας που ονομάζεται τεχνολογία θερμών πετρωμάτων. Αυτό το είδος της γεωθερμικής του ενέργειας προέρχεται από τα ακόλουθα τρία μη υδάτινα ξινά: (1) το λιωμένο πέτρωμα της Γης που ονομάζεται μάγμα. (2) θερμό ξηρό πέτρωμα, το οποίο είναι πέτρωμα που θερμαίνεται από στρώμα μάγματος κάτω από αυτό· ή (3) δεξαμενές θερμών πετρωμάτων, οι οποίες περιέχουν πετρώματα που θερμαίνονται σε θερμοκρασίες πάνω από τις κανονικές από κοντινές θερμές ζώνες που περιέχουν είτε μάγμα είτε ατμό.

Οι εταιρείες που αξιοποιούν τη γεωθερμική ενέργεια το κάνουν κάνοντας γεωτρήσεις στους σχηματισμούς που περιέχουν θερμότητα που ονομάζονται κρυσταλλικά πετρώματα τόσο βαθιά όσο 16.500 πόδια (3 μίλια ή 5 χιλιόμετρα) στο φλοιό της Γης. Ο σταθμός παραγωγής ενέργειας αντλεί νερό κάτω από ένα από τα πηγάδια, που ονομάζεται πηγάδι έγχυσης, το οποίο ωθεί το θερμαινόμενο νερό προς τα πάνω μέσω φρεατίων παραγωγής. Μια υπέργεια εγκατάσταση συλλαμβάνει θερμική ενέργεια από το νερό που φτάνει στην επιφάνεια σε περίπου 390 ° F (199 ° C). Καθώς το νερό ψύχεται, επιστρέφει υπόγεια σε ένα ξεχωριστό σύνολο πηγαδιών. Κατά μία έννοια, ένας γεωθερμικός σταθμός παραγωγής ενέργειας λειτουργεί τον δικό του μικροσκοπικό κύκλο νερού για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Τα προϊόντα γεωθερμικής ενέργειας μπορεί να απέχουν δεκαετίες από το να ανταγωνιστούν τις μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, αλλά οι Ηνωμένες Πολιτείες και άλλες χώρες έχουν σε εξέλιξη γεωθερμικά ερευνητικά προγράμματα. Το Υπουργείο Εσωτερικών των ΗΠΑ έχει ξεκινήσει ένα πρόγραμμα σε συνεργασία με το Γραφείο Διαχείρισης Γης(BLM) και τη Δασική Υπηρεσία των ΗΠΑ (FS) για την κατασκευή μονάδων γεωθερμικής ενέργειας. Η BLM ή η FS θα μισθώσουν διαφορετικά τμήματα της δυτικής γης που διαχειρίζονται, εκτός από τα εθνικά πάρκα, για εταιρείες ηλεκτρικής ενέργειας για την κατασκευή γεωθερμικών εγκαταστάσεων. Ο Dirk Kempthorne, πρώην υφυπουργός Εσωτερικών, δήλωσε τον Δεκέμβριο του 2008, κατά την έγκριση του προγράμματος, «Η γεωθερμική ενέργεια θα διαδραματίσει βασικό ρόλο στην τροφοδοσία του ενεργειακού μέλλοντος της Αμερικής. Όλοι εκτός από το 10 τοις εκατό των γεωθερμικών πόρων μας βρίσκονται σε ομοσπονδιακά εδάφη και η διευκόλυνση της μίσθωσης και της ανάπτυξής τους είναι ζωτικής σημασίας για την παροχή της ασφαλούς, καθαρής ενέργειας που χρειάζονται τα αμερικανικά σπίτια και επιχειρήσεις». Οι ομοσπονδιακές υπηρεσίες που συμμετέχουν στο έργο αναμένουν να παράγουν 5.500 MW ενέργειας από 12 δυτικές πολιτείες, συμπεριλαμβανομένης της Αλάσκας έως το 2015 και να επεκταθούν σε περισσότερα από 12.000 MW έως το 2025.

Οι κύριες γεωθερμικές πηγές της Γης βρίσκονται κατά μήκος μιας γραμμής που περιβάλλει ολόκληρο τον Ειρηνικό Ωκεανό κατά μήκος του Βόρειου και Νότιου Ημισφαιρίου. Η γραμμή του, η οποία ονομάζεται Δακτύλιος της Φωτιάς, αντιπροσωπεύει σημαντικά όρια τεκτονικών πλακών όπου ο σεισμός και η ηφαιστειακή δραστηριότητα είναι τα υψηλότερα. Σαράντα έξι χώρες στον Ειρηνικό Ωκεανό χρησιμοποιούν τώρα το Δακτυλίδι της Φωτιάς για ένα μέρος των ενεργειακών τους αναγκών. Στις Ηνωμένες Πολιτείες, το μεγαλύτερο μέρος της χρήσης γεωθερμικής ενέργειας συμβαίνει στην Καλιφόρνια, όπου 2.500 MW από γεωθερμικές πηγές παρέχουν ηλεκτρική ενέργεια σε 6 εκατομμύρια ανθρώπους.

Η γεωθερμική ενέργεια δεν έχει αυξηθεί γρήγορα κυρίως λόγω των περιορισμένων διαθέσιμων πηγών θερμότητας στον πλανήτη. Ωστόσο, η πρόοδος συνεχίζεται σε αυτόν τον τομέα, με σκοπό την εκμετάλλευση αυτής της ελεύθερης και σχεδόν απεριόριστης πηγής ενέργειας. Ακολουθεί πίνακας που περιγράφει τρεις αναδυόμενες γεωθερμικές τεχνολογίες

5.5 ΠΥΡΗΝΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Η πυρηνική ενέργεια μπορεί να θεωρηθεί ως μη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας επειδή χρησιμοποιεί ουράνιο, το οποίο είναι ένα μη ανανεώσιμο στοιχείο που βρίσκεται στο φλοιό της Γης. Οι επιστήμονες μπορούν επίσης να υποστηρίξουν ότι η πυρηνική ενέργεια ανήκει στην κατηγορία των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας επειδή μια πυρηνική αντίδραση είναι μια

αυτοσυντηρούμενη διαδικασία. Ανεξάρτητα από το πώς ένα άτομο επιλέγει να δει την πυρηνική ενέργεια, αυτή η μορφή ενέργειας έχει ξεπεράσει τις διαμάχες που συνεχίζονται σήμερα.

Αναδυόμενες γεωθερμικές τεχνολογίες	
Τεχνολογία	περιγραφή
ενισχυμένο γεωθερμικό σύστημα	βελτιωμένες μέθοδοι στην τεχνολογία θερμών πετρωμάτων για τη δέσμευση θερμότητας εκτός νερού
γεωσυμπιεσμένα-γεωθερμικά συστήματα	εξόρυξη φυσικού αερίου σε συνδυασμό με γεωθερμική ενέργεια
συμπαραγωγή υδρογονανθράκων-γεωθερμικών	δέσμευση ενέργειας από τα θερμαινόμενα υγρά που περνούν μέσα από αποθέματα πετρελαίου και φυσικού αερίου

Οι πυρηνικοί αντιδραστήρες είναι εγκαταστάσεις που παράγουν ηλεκτρική ενέργεια από πυρηνικές αντιδράσεις με ουράνιο 235 και πλουτώνιο 239. Ο αντιδραστήρας παράγει μια αποτελεσματική παροχή ενέργειας, αλλά δημιουργεί επίσης ραδιενεργά απόβλητα. Τα ραδιενεργά απόβλητα αποτελούν σοβαρή απειλή για την υγεία των έμβιων όντων και απειλή, διότι τα υλικά αυτά μπορούν να παραμείνουν επικίνδυνα για αιώνες. Η εξεύρεση ασφαλούς χώρου αποθήκευσης ραδιενεργών αποβλήτων ήταν ένα από τα κύρια μελήματα της βιομηχανίας πυρηνικής ενέργειας. Οι πυρηνικοί σταθμοί που λειτουργούν και συντηρούνται σωστά παράγουν καθαρή ενέργεια χωρίς να καταστρέφουν τον αέρα, αλλά τα μειονεκτήματα της πυρηνικής ενέργειας μπορεί να είναι αρκετά σοβαρά σε σύγκριση με τα πλεονεκτήματά της, όπως περιγράφει ο ακόλουθος πίνακας.

Οι πολέμιοι της πυρηνικής ενέργειας επικαλούνται τις ακόλουθες τρεις ανησυχίες ότι θεωρούν ότι υπερισχύουν των όποιων πλεονεκτημάτων της πυρηνικής ενέργειας: (1) την πιθανότητα καταστροφικού ατυχήματος που μολύνει το περιβάλλον με ραδιενέργεια και σκοτώνει ανθρώπους και άγρια ζώα· (2) συσσώρευση ραδιενεργών αποβλήτων που δεν αποικοδομούνται σε ασφαλή επίπεδα εδώ και χιλιάδες χρόνια· και (3) η ευκαιρία για τρομοκρατική επίθεση σε πυρηνικούς σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής ή σε μεταφορές αποβλήτων.

Η διεθνής ομάδα περιβαλλοντικής δράσης Greenpeace έχει δηλώσει την κατηγορηματική αντίθεσή της στους κινδύνους που ενέχει η πυρηνική ενέργεια για το περιβάλλον και την ανθρωπότητα.

«Παρά τα όσα μας λέει η πυρηνική βιομηχανία», δήλωσε η Greenpeace , «η κατασκευή αρκετών πυρηνικών σταθμών για να επιτευχθεί ουσιαστική μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου θα κόστιζε τρισεκατομμύρια δολάρια, θα δημιουργούσε δεκάδες χιλιάδες τόνους θανατηφόρων ραδιενεργών αποβλήτων υψηλού επιπέδου, θα συνέβαλε στην περαιτέρω διάδοση υλικών πυρηνικών όπλων και θα οδηγούσε σε ατύχημα κλίμακας Τσερνομπίλ μία φορά κάθε δεκαετία». Το ατύχημα του Chernobyl ήταν μια έκρηξη το 1986 σε έναν πυρηνικό αντιδραστήρα στο Τσερνόμπιλ της Ουκρανίας, το οποίο παρήγαγε ένα ραδιενεργό νέφος που εισήλθε στην ατμόσφαιρα και έκανε τον γύρο του κόσμου, σκότωσε εκατοντάδες ανθρώπους αμέσως και κόστισε τη ζωή περίπου 15.000 ανθρώπων τα επόμενα χρόνια. Το Τσερνομπίλ παραμένει η χειρότερη πυρηνική καταστροφή στον κόσμο.

Η πυρηνική ενέργεια αντιπροσωπεύει περίπου το 20 τοις εκατό της ενέργειας που χρησιμοποιείται στις Ηνωμένες Πολιτείες, που παράγεται από περίπου 65 πυρηνικούς σταθμούς που περιέχουν συνολικά 104 πυρηνικούς αντιδραστήρες. Η πυρηνική ενέργεια προσφέρει κάποιο αναμφισβήτητο όφελος στην προσπάθεια μείωσης της χρήσης ορυκτών καυσίμων και μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου . Ένας μόνο αντιδραστήρας μπορεί να παράγει αρκετή ηλεκτρική ενέργεια σε ένα χρόνο για να τροφοδοτήσει 740.000 νοικοκυριά σύμφωνα με το Ινστιτούτο Πυρηνικής Ενέργειας (NEI). Για να κάνουν το ίδιο χρησιμοποιώντας ορυκτά καύσιμα, αυτά τα νοικοκυριά θα χρειάζονταν 13,7 εκατομμύρια βαρέλια πετρελαίου, 66 δισεκατομμύρια κυβικά πόδια (1,9 δισεκατομμύρια m³) φυσικού αερίου ή 3,4 εκατομμύρια τόνους (3,1 εκατομμύρια μετρικούς τόνους) κάρβουνο. Εκτός από αυτά τα στατιστικά στοιχεία που

κάνουν μια καλή υπόθεση για την πυρηνική ενέργεια, το NEI έχει επισημάνει, "Οι πυρηνικοί σταθμοί βοηθούν στη συμμόρφωση με τον νόμο για τον καθαρό αέρα του 1970, ο οποίος έθεσε πρότυπα για τη βελτίωση της ποιότητας του αέρα του έθνους . Επειδή παράγουν θερμότητα από την κατανάλωση αντί να καίνε καύσιμα, δεν παράγουν αέρια θερμοκηπίου ή εκπομπές που σχετίζονται με την όξινη βροχή ή την αστική αιθαλομίχλη. Η χρήση περισσότερης πυρηνικής ενέργειας δίνει στα κράτη πρόσθετη δυνατότητα να συμμορφωθούν με τις απαιτήσεις καθαρού αέρα." Η θετική του άποψη δεν έχει κατευνάσει τους φόβους των πιο πιστών αντιπάλων της πυρηνικής ενέργειας.

Πυρηνική ενέργεια	
Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
Σταθερή παροχή ενέργειας	Χαμηλή ενεργειακή απόδοση για το κόστος λειτουργίας
Οι πόροι ουρανίου παραμένουν άφθονοι	Πιθανά επικίνδυνα ατυχήματα

Χαμηλές εκπομπές	Μακροπρόθεσμη αποθήκευση αποβλήτων που ονομάζονται αναλωμένα καύσιμα
Προστατεύει τα ορυκτά καύσιμα	Τα εξαρτήματα και ο εξοπλισμός περιέχουν χαμηλά επίπεδα ραδιενέργειας
Καθιερωμένη τεχνολογία	Απαιτεί επιμελή ασφάλεια
Οι σταθμοί παραγωγής ενέργειας δεν απαιτούν πολύ Γη	Το ζεστό νερό διεργασίας που απελευθερώνεται στο περιβάλλον τραυματίζει και σκοτώνει τους υδρόβιους οργανισμούς
Λίγες μονάδες μπορούν να παράγουν μεγάλες ποσότητες ηλεκτρικής ενέργειας	

Μπορεί η πυρηνική ενέργεια να επιβιώσει από την ιστορία της και τους επικριτές της; Τα εργοστάσια που συνεχίζουν να παρέχουν σημαντική ποσότητα κατανάλωσης ενέργειας στις ΗΠΑ αρχίζουν να παρουσιάζουν φθορά και πολλά φυτά θα πρέπει να αντικατασταθούν την επόμενη δεκαετία. Μέχρι το 2012, περίπου 230 πυρηνικοί αντιδραστήρες παγκοσμίως και 20 στην

Οι Ηνωμένες Πολιτείες θα πρέπει να συνταξιοδοτηθούν. Ένας γερασμένος αντιδραστήρας αυξάνει τον κίνδυνο βλάβης και ατυχημάτων. Παρά την υπόσχεση της πυρηνικής ενέργειας πριν από 50 χρόνια, όταν ξεκίνησε η βιομηχανία, η πυρηνική ενέργεια δεν έχει σημειώσει μεγάλη πρόοδο και βρίσκεται σε ένα τέλμα με τη συμμετοχή του κοινού, της κυβέρνησης και της βιομηχανίας.

Τα ραδιενεργά απόβλητα προκαλούν ανησυχία λόγω του κινδύνου που διατρέχουν για την ανθρώπινη υγεία και του πολύ μεγάλου χρονικού διαστήματος που απαιτείται για την αποσύνθεση ορισμένων ραδιενεργών στοιχείων σε ασφαλή επίπεδα. Οι Ηνωμένες Πολιτείες έχουν κατασκευάσει μια μόνιμη αποθήκη πυρηνικών αποβλήτων στο όρος Yucca σε ένα απομακρυσμένο τμήμα της Νεβάδα, αλλά η αντίθεση στη μεταφορά τόνων αποβλήτων που ταξιδεύουν σιδηροδρομικώς στην περιοχή και η συνολική ασφάλεια της εγκατάστασης έχουν καθυστερήσει. Το άνοιγμα του βουνού Yucca. Άλλα προβλήματα εντός της πυρηνικής βιομηχανίας από την ίδρυσή της είναι ότι το κόστος κατασκευής πυρηνικών σταθμών έχει υπερβεί τους προϋπολογισμούς τους. οι μονάδες έχουν υψηλό λειτουργικό κόστος· και υπήρξε κακή διαχείριση στα προγράμματα ασφαλείας.

Το μέλλον της πυρηνικής ενέργειας ως εναλλακτική λύση στην ενέργεια από ορυκτά καύσιμα εξακολουθεί να είναι ένα αναπάντητο

ερώτημα. Η πυρηνική βιομηχανία έχει κάνει κακή δουλειά διδάσκοντας το κοινό σχετικά με την τεχνολογία της και τους νέους μηχανισμούς για τη διασφάλιση της ασφάλειας. Οι περιβαλλοντικές οργανώσεις που αντιτίθενται στην πυρηνική ενέργεια κάλυψαν το κενό και σήμερα ένας σημαντικός αριθμός ανθρώπων δεν επιθυμεί αυτή τη μορφή ενέργειας. Η πυρηνική ενέργεια παρουσιάζει ένα σύνθετο πρόβλημα. Κάποια στιγμή στο εγγύς μέλλον, οι επιστήμονες, το κοινό και οι ηγέτες των κυβερνήσεων πρέπει να σταθμίσουν το κόστος των κινδύνων από την πυρηνική ενέργεια έναντι των πραγματικών και άμεσων κινδύνων της κλιματικής αλλαγής.

5.6 ΑΜΕΣΗ ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΑΝΘΡΑΚΑ

Η άμεση μετατροπή άνθρακα είναι οποιαδήποτε χημική διαδικασία που αλλάζει μια μορφή άνθρακα σε άλλη μορφή με ταυτόχρονη παραγωγή ενέργειας, συνήθως ως ηλεκτρική ενέργεια. Οι κυψέλες καυσίμου έχουν κατασκευαστεί με βάση την αρχή της άμεσης μετατροπής του άνθρακα σε ενέργεια με την παραγωγή χαμηλών ηλεκτρονίων που μεταφέρουν ηλεκτρικό ρεύμα. Έχουν πλέον προταθεί καινοτομίες στην άμεση μετατροπή άνθρακα που θα μετατρέψουν πολύ μεγαλύτερες ποσότητες ατμοσφαιρικού άνθρακα σε χρησιμοποίησιμη μορφή.

Τα ορυκτά καύσιμα, η βιομάζα, τα συνθετικά καύσιμα και το βιοντίζελ λειτουργούν ως καύσιμα επειδή περιέχουν ενώσεις άνθρακα που απελευθερώνουν ενέργεια κατά την παραγωγή. Η ενέργεια που διατηρείται εντός των χημικών δεσμών μεταξύ του άνθρακα και άλλων στοιχείων, συνήθως υδρογόνου, χρησιμεύει ως μορφή αποθήκευσης ενέργειας σε αυτά τα καύσιμα

Λαμβάνοντας υπόψη όλους τους κινητήρες καύσης που χρησιμοποιούνται σήμερα και το γεγονός ότι όλα τα ζωντανά πράγματα δεν μπορούν να υπάρξουν χωρίς ενώσεις άνθρακα, φαίνεται ότι η χημεία του άνθρακα τροφοδοτεί τον πλανήτη.

Η εξάρτηση από τα καύσιμα άνθρακα έχει προκαλέσει συσσώρευση υποπροϊόντων που περιέχουν άνθρακα στην ατμόσφαιρα με τη μορφή CO₂ και μεθανίου. Οι περισσότεροι άνθρωποι γνωρίζουν ότι αυτά τα αέρια του θερμοκηπίου προκαλούν υπερθέρμανση του πλανήτη κρατώντας την υπερβολική θερμότητα στην ατμόσφαιρα της Ανατολής. Λιγότερο κατανοητός είναι ο χρόνος που τα αέρια παραμένουν στην ατμόσφαιρα. Ο δημοσιογράφος του περιοδικού Time Robert Kunzig προειδοποίησε το 2008, «Μόλις σταματήσουμε να καίμε ορυκτά καύσιμα, μπορεί να χρειαστούν έως και 100.000 χρόνια για να φύγει το CO₂ που ρίχνουμε στην ατμόσφαιρα.» Τα φυτά, το νερό και το έδαφος της Γης απορροφούν μια σημαντική ποσότητα άνθρακα, αλλά οι εκπομπές άνθρακα ξεπερνούν την κατανάλωση άνθρακα. Οι φωτοσυνθετικοί οργανισμοί απορροφούν CO₂. Μέρος του άνθρακα εγκαθίσταται επίσης στο έδαφος ή σε ιζήματα κάτω από το έδαφος και αρχίζει μια αργή ανεξιχνίαστη επιστροφή στα ορυκτά καύσιμα. Αλλά ο Kunzig προειδοποίησε ότι οι επιστήμονες έχουν διαπιστώσει ότι ο ωκεανός και η

γη δεν απορροφούν τόσο ΠΟΛΥ CO₂ όσο κάποτε, ίσως επειδή οι εκπομπές άνθρακα της ανθρωπότητας έχουν αρχίσει να υπερφορτώνουν τον φυσικό κύκλο άνθρακα της Γης.

Το μεγαλύτερο μέρος του ατμοσφαιρικού CO₂ επιστρέφει στη Γη με απορρόφηση στο ωκεάνιο φυτοπλαγκτόν, μικροσκοπικούς φυτικούς οργανισμούς που χρησιμεύουν ως τροφή για εκατομμύρια άλλους οργανισμούς. Τα επίπεδα φυτοπλαγκτού έχουν μειωθεί σε τμήματα των ωκεανών του κόσμου, λόγω της ρύπανσης, της κλιματικής αλλαγής και άλλων παραγόντων στα κατεστραμμένα ωκεάνια οικοσυστήματα. Μερικοί επιστήμονες έχουν αναρωτηθεί αν η τεχνολογία μπορεί να βρει έναν τρόπο να αποκαταστήσει την απορροφητική ικανότητα του ωκεανού ή ακόμα και να την αυξήσει για τον έλεγχο του ατμοσφαιρικού άνθρακα. Η εταιρεία Climos του Σαν Φρανσίσκο έχει εκπονήσει σχέδιο για την προσθήκη θρεπτικών ουσιών στα ύδατα των ωκεανών για την αναζωογόνηση του φυτοπλαγκτού. Σε αυτή τη μέθοδο που ονομάζεται σιδηροσπορά, τα πλοία θα ρίξουν μείγματα πλούσια σε σίδηρο στη θάλασσα - περίπου 20 κιλά σιδήρου ανά τετραγωνικό μίλι (3,5 κιλά / χλμ²). Ο επικεφαλής επιστημονικός διευθυντής του Climos Margaret Leinen δήλωσε στο Time: «Δεν το σκεφτόμαστε αυτό ως επίλυση του προβλήματος. Το εξετάζουμε ως μία από ένα ολόκληρο χαρτοφυλάκιο τεχνικών.» Το φιλόδοξο σχέδιό του δεν έχει ακόμη αποδειχθεί ως ένας τρόπος μείωσης του CO₂ στην ατμόσφαιρα, αλλά οι ειδικοί για το κλίμα έχουν μάθει να εγκρίνουν οποιαδήποτε καινοτομία για να επιβραδύνουν την υπερθέρμανση του πλανήτη.

Άλλοι επιστήμονες έχουν διερευνήσει παρόμοιες ιδέες για την απομάκρυνση του άνθρακα από την ατμόσφαιρα και τη μετατροπή του σε χρήσιμα καύσιμα. Ένας μεταπτυχιακός φοιτητής του Χάρβαρντ Kurt House έχει αναπτύξει ένα σχέδιο για τη χημεία του ωκεανού, έτσι ώστε να μπορεί και πάλι να απορροφήσει πολύ μεγάλες ποσότητες CO₂. Το σχέδιο του σπιτιού περιλαμβάνει τα ακόλουθα βήματα:

- Αντλήστε θαλασσινό νερό σε εγκαταστάσεις που διασπούν το άλας (χλωριούχο νάτριο) σε θετικά φορτισμένα μόρια χλωριούχου και αρνητικά φορτισμένου.
- Αφαιρέστε το χλώριο, το οποίο θα έκανε το νερό πιο βασικό.
- Επιστρέψτε το όξινο νερό στον ωκεανό.
- Ο ωκεανός ενεργεί για να ανακτήσει το ισοζύγιο όξινης βάσης απορροφώντας περισσότερο CO₂ από τον αέρα.

Ο Allen Wright της Global Research Technologies στην Αριζόνα πρότεινε μια τρίτη προσέγγιση στη μετατροπή του άνθρακα. Ο Ράιτ και ο φυσικός Κλάους Λάκνερ του Πανεπιστημίου Κολούμπια έχουν κατασκευάσει πλυντρίδες για να απομακρύνουν το CO₂ απευθείας από τον αέρα. Καθώς ο αέρας κινείται μέσα από τα φύλλα της πλυντρίδας, το CO₂ κολλάει στο ειδικά διαμορφωμένο πλαστικό. Οι

επιστήμονες οραματίζονται πολύ μεγαλύτερες πλυντρίδες και φύλλα κατανεμημένα σε όλες τις ηπείρους για την απομάκρυνση των εκπομπών άνθρακα από τη σφαίρα των ατμομηχανών. Ο Ράιτ παρατήρησε το 2008 στον δημοσιογράφο Ρόμπερτ Κούνζιγκ: «Αν κατασκευάσαμε ένα [ένα scrubber] στο μέγεθος του Σινικού Τείχους της Κίνας και αφαιρούσαμε το 100 τοις εκατό του CO₂ που θα περνούσε από μέσα του, θα αιχμαλώτιζε τις μισές από όλες τις εκπομπές στον κόσμο». Όπως ο House και οι επιστήμονες της Climos, η τεχνολογία καθαρισμού προσπαθεί να αντιμετωπίσει το πρόβλημα της υπερθέρμανσης του πλανήτη σε εξαιρετικά μεγάλη κλίμακα

Τα παραδείγματα μετατροπής άνθρακα που περιγράφονται εδώ έχουν αληθοφάνεια σε εργαστηριακά πειράματα, αλλά κανείς δεν τα έχει εφαρμόσει σε μεγάλη κλίμακα για να επηρεάσει πραγματικά την κλιματική αλλαγή. Η αλλαγή της ωκεάνιας χημείας του πλανήτη αντιπροσωπεύει μια μνημειώδη εργασία και ο αντίκτυπος της προσθήκης μεγάλων ποσοτήτων σιδήρου ή αλλοιωμένου θαλασσινού νερού στα οικοσυστήματα είναι άγνωστος. Ορισμένες από τις μεθόδους παράγουν επίσης μεγάλες ποσότητες υλικού που πρέπει να διαχειριστούν. Η τεχνική του οίκου για τον συντονισμό του θαλασσινού νερού πιο βασικά έχει ως αποτέλεσμα μεγάλες ποσότητες οξέος στην ξηρά που απαιτούν απόρριψη. Προς το παρόν, κανείς δεν έχει προτείνει μια καλή λύση για τη διαχείριση της περίσσειας οξέος.

Τι γίνεται όμως αν αυτές οι ιδέες λειτουργούν; Ο Ράιτ έχει προτείνει ότι το CO₂ που εξέρχεται από τις πλυντρίδες του μπορεί να συνδυαστεί με υδρογόνο για να φτιάξει μια νέα παρτίδα καυσίμων υδρογονανθράκων για τα αυτοκίνητα. Αν και τα αυτοκίνητα θα απελευθέρωναν περισσότερες εκπομπές, οι πλυντρίδες απλώς θα αφαιρούσαν τις εκπομπές ξανά και ξανά για να δημιουργήσουν έναν βιώσιμο βρόχο άνθρακα.

Οι μέθοδοι αυτές μπορεί να μην εφαρμοστούν στο εγγύς μέλλον, αλλά δείχνουν ότι οι καινοτόμοι στοχαστές δεν ήταν έτοιμοι να αντιμετωπίσουν το περιβάλλον σε μαζική κλίμακα. Η άμεση μετατροπή άνθρακα, όπως η ιδέα της πλυντρίδας σε καύσιμο, μπορεί να γίνει μία από τις τεχνολογίες επόμενης γενιάς για τη βιωσιμότητα.

5.7 ΚΥΨΕΛΕΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ

Οι κυψέλες καυσίμου μετατρέπουν τη χημική ενέργεια σε ηλεκτρική ενέργεια. Οι κυψέλες καυσίμου αναπτύσσονται ραγδαία από τη δεκαετία του 1990 ως εναλλακτική πηγή ενέργειας για οικιακά ηλεκτρονικά προϊόντα ή για οχήματα που αντικαθιστούν μπαταρίες και ορυκτά καύσιμα αντίστοιχα. Η μετατροπή της χημικής ενέργειας σε ηλεκτρική ενέργεια μπορεί να γίνει με έναν από τους δύο τύπους κυψελών καυσίμου: χημική ή βιολογική. Οι χημικές κυψέλες καυσίμου παράγουν ηλεκτρική ενέργεια εκτελώντας μια χημική αντίδραση. Συνήθως η θερμότητα παρέχει την αρχική ενέργεια για να ξεκινήσει η διαδικασία. Οι βιολογικές κυψέλες καυσίμου περιέχουν ένα ή περισσότερα συστατικά από τη φύση και τα ένζυμα ελέγχουν τις αντιδράσεις τους αντί για υψηλές θερμοκρασίες.

Οι κυψέλες καυσίμου άνθρακα αντιδρούν μια ένωση άνθρακα με οξυγόνο για να παράγουν ροή ηλεκτρονίων. Αν και αυτός ο τύπος κυψέλης καυσίμου μπορεί να χρησιμοποιήσει απόβλητα που περιέχουν άνθρακα ως καύσιμο, παράγει επίσης CO₂ ως τελικό προϊόν του. Σε μια κυψέλη καυσίμου άνθρακα, συμβαίνουν οι ίδιες χημικές αντιδράσεις όπως και στην καύση, αλλά η διαδικασία λειτουργεί περισσότερο αποδοτικά από την καύση και παράγει περισσότερη ενέργεια ανά μονάδα καυσίμου.

Οι κυψέλες καυσίμου υδρογόνου δημιουργούν επίσης μία ροή ηλεκτρονίων για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, αλλά αυτές οι κυψέλες καυσίμου χρησιμοποιούν υδρογόνο και όχι άνθρακα σε μια αντίδραση με οξυγόνο. Το πλεονέκτημα της κυψέλης καυσίμου υδρογόνου έναντι της κυψέλης καυσίμου άνθρακα έγκειται στο γεγονός ότι παράγει νερό και όχι CO₂ κατά την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Ο Βρετανός φυσικός William Grove σχεδίασε τον πρόδρομο της σύγχρονης κυψέλης καυσίμου υδρογόνου το 1839 με βάση τη γνώση ότι ένα ηλεκτρικό ρεύμα θα μπορούσε να χωρίσει μόρια νερού σε μόρια υδρογόνου και οξυγόνου. Υποθέτοντας ότι η αντίδραση θα μπορούσε να γίνει για να τρέξει προς την αντίθετη κατεύθυνση, θα μπορούσε να παραχθεί νερό και το προκύπτον χαμηλό ηλεκτρόνιο θα δημιουργούσε ένα ηλεκτρικό ρεύμα μεταξύ της ανόδου (έναν θετικά φορτισμένος πόλος) και της καθόδου (έναν αρνητικά φορτισμένος πόλος) του κυττάρου. Η κυψέλη καυσίμου του Grove πραγματοποίησε τις ακόλουθες αντιδράσεις:

- πλευρά ανόδου: $2\text{H}_2 \rightarrow 4\text{H}^+ + 4 \text{ ηλεκτρόνια}$
- πλευρά καθόδου: $\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4 \text{ ηλεκτρόνια} \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$
- συνολική αντίδραση κυττάρων υδρογόνου: $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$

Η τεχνολογία κυψελών καυσίμου έχει προχωρήσει από μικρούς αντιδραστήρες, όπως αυτός που εφευρέθηκε από την Grove, σε γεννήτριες υψηλής τάσης για δύο κύριους σκοπούς: μεταφορές και σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

- αντικατάσταση αέριο στροβίλων σε σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής
- αντικαταστήστε τους βενζινοκινητήρες στα οχήματα
- Αντικαταστήστε τις μπαταρίες σε υπολογιστές και ηλεκτρονικά

Έξι τύποι κυψελών καυσίμου που χρησιμοποιούν διαφορετική εσωτερική χημεία έχουν προταθεί ως ένας τρόπος μείωσης της εξάρτησης από τα ορυκτά καύσιμα. Ο ακόλουθος πίνακας παρουσιάζει την τρέχουσα τεχνολογία κυψελών καυσίμου μεγάλης κλίμακας.

Οι χημικές κυψέλες καυσίμου έχουν το πλεονέκτημα ότι χρησιμεύουν ως γεωργική γεννήτρια χωρίς την ανάγκη ορυκτών καυσίμων. Σε πολλές περιπτώσεις, αυτές οι κυψέλες καυσίμου δεν εκπέμπουν επικίνδυνες εκπομπές. Ωστόσο, η τεχνολογία κυψελών καυσίμου έχει επίσης παρεμποδιστεί από το υψηλό κόστος, τις υψηλές θερμοκρασίες λειτουργίας και την αστάθεια που προκαλείται από τις αστάθμητες ουσίες στην κυψέλη αντίδρασης.

Οι βιολογικές κυψέλες καυσίμου είναι μια άλλη αναδυόμενη τεχνολογία στη δημιουργία ενέργειας με ένα, ακόμη, άγνωστο μέλλον. Βιολογικά καύσιμα τα κύτταρα χρησιμοποιούν μικρόβια και τα ένζυμα τους να δρουν σε καύσιμα όπως η μεθανόλη ή το υδρογόνο για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Τα βιολογικά συστήματα έχουν πλεονεκτήματα έναντι των χημικών κυψελών καυσίμου, επειδή τα βιολογικά συστήματα δεν απαιτούν οξέα ή άλλες δυνητικά επιβλαβείς χημικές ουσίες και λειτουργούν σε θερμοκρασία δωματίου.

Τύποι κυψελών καυσίμου		
Κυψέλη καυσίμου	Κύριο χαρακτηριστικό λειτουργίας	Χρήσεις
αλκαλικός	αντιδρά καθαρό υδρογόνο με καθαρό οξυγόνο	διαστημικά οχήματα
άμεση μεθανόλη	Το αλκοόλ διαχωρίζει τα δύο ηλεκτρόδια και φιλοξενεί ένα ρεύμα	αυτοκίνητα, λεωφορεία, συσκευές
τηγμένο ανθρακικό άλας	ανθρακικό κρατημένο σε πολύ υψηλή θερμοκρασία 1,112-1,202 ° F (600- 650 ° C) διαχωρίζει τα δύο ηλεκτρόδια για να δημιουργήσει ρεύμα. αργός χρόνος προθέρμανσης	μεγάλες μονάδες παραγωγής ενέργειας
φωσφορικό οξύ	το φωσφορικό οξύ διαχωρίζει τα δύο ηλεκτρόδια και φιλοξενεί ένα ρεύμα. αργή προθέρμανση	μονάδες μέσης ηλεκτροπαραγωγής
μεμβράνη ανταλλαγής πολυμερών	το συνθετικό πολυμερές διαχωρίζει τα δύο ηλεκτρόδια και φιλοξενεί ένα ρεύμα με τη βοήθεια καταλύτη. τρέχει αντίδραση σε μέτριες θερμοκρασίες 140-176 ° F (60-80 ° C)	αυτοκίνητα, λεωφορεία

στερεό οξείδιο	τα στερεά υλικά παρέχουν μια μήτρα για ροή ηλεκτρονίων, αργός χρόνος προθέρμανσης και υψηλές θερμοκρασίες 1.292-1.832° (700-1000)	όλα τα μεγέθη σταθμών παραγωγής ενέργειας
----------------	---	---

Οι επιχειρηματίες που επιδιώκουν να αναπτύξουν βιολογικές κυψέλες καυσίμου που μπορούν να διαδραματίσουν ρόλο ως ανανεώσιμη πηγή ενέργειας έχουν μελετήσει διάφορα μικρόβια - φύκια, βακτήρια, ιούς - για να πραγματοποιήσουν τις αντιδράσεις κυψελών καυσίμου. Το αποτέλεσμα αυτών των αντιδράσεων θα είναι τα βιοκαύσιμα που μπορούν να αντικαταστήσουν τα ορυκτά καύσιμα ή την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Η εταιρεία Solazyme της Καλιφόρνιας έχει χρησιμοποιήσει κυρίως φύκια για την παραγωγή βιοντίζελ. Ο συνιδρυτής της εταιρείας Harrison Dillon δήλωσε σε ένα δελτίο τύπου του 2008, "Σε αυτήν την αναζήτηση λύσεων, ο Solazyme ή πήρε μια διαδικασία 150 εκατομμυρίων ετών για την παραγωγή πετρελαίου και το συμπύκνωσε σε λίγες μέρες για να παράγει ανανεώσιμα πετρέλαιο που μπορεί να μετατραπεί σε καύσιμα που όχι μόνο αντιμετωπίζουν αυτές τις προκλήσεις, αλλά έχουν ήδη αποδειχθεί ότι είναι πλήρως επεκτάσιμα σε εμπορικό επίπεδο." Υποθέτοντας ότι αυτή και παρόμοιες εταιρείες μπορούν να κατασκευάσουν μεγάλες μονάδες βιοπαραγωγής, όπως προτείνει ο Dillon, τα φύκια μπορεί να είναι ένας σημαντικός παράγοντας για την εναλλακτική ενέργεια.

Οι βιολόγοι έχουν επίσης πειραματιστεί με ιούς και βακτήρια για χρήση σε κυψέλες καυσίμου. Η Angela Belcher είναι βιολόγος που εφαρμόζει το υπόβαθρό της στην ηλεκτρολογία και την επιστήμη των υλικών για να αναπτύξει μικροσκοπικές μπαταρίες που αποτελούνται από ιούς επικαλυμμένους με μέταλλα που πραγματοποιούν ηλεκτρικό φορτίο. Οι ιοί δεν έχουν διάμετρο μεγαλύτερη από μερικά μικρά. (Ένα μικρόμετρο ισούται με 1 εκατομμύριο του μέτρου.) Εάν οι μπαταρίες ιών μπορούν να αναπτυχθούν για πρακτική χρήση, θα είναι πολύ μικρές και ελαφριές. Το σύστημα ιών-μετάλλων θα μπορούσε να αναπτυχθεί για να λειτουργήσει ως ημιαγωγός σε ηλεκτρονικές συσκευές. Το 2008, η Belcher περιέγραψε το έργο της ομάδας της σε τέτοιους ημιαγωγούς στο MIT: «Εργαζόμαστε σε υλικά καθόδου υψηλής ειδικής χωρητικότητας χρησιμοποιώντας βιολογική επεξεργασία και επιτυγχάνοντας πολύ καλά αποτελέσματα. Τώρα έχουμε πλήρεις καθόδους μπαταριών με βάση τον ιό καθώς και ανόδους. Εργαζόμαστε επίσης σε υλικά για ηλιακές κυψέλες, καταλύτες, κυψέλες καυσίμου και δέσμευση άνθρακα». Πρόσφατα, η ομάδα της Belcher κατασκεύασε επαναφορτιζόμενες μπαταρίες λιθίου στις οποίες οι

ιοί κατασκευάζουν το αγώγιμο υλικό της μπαταρίας. Η Belcher έχει επίσης κατασκευάσει σύρματα μεγέθους νανοκλίμακας κατασκευασμένα από οξειδίο του κοβαλτίου που κατασκευάζεται από ιούς.

Η τεχνολογία κυψελών καυσίμου περιέχει μια ποικιλία προσεγγίσεων για την ανακατασκευή συμβατικών μπαταριών σε μπαταρίες που βασίζονται στη βιολογία. Η ποικιλία των εφαρμογών στις οποίες αυτές οι κυψέλες ισχύος πιθανώς λειτουργούν υποδηλώνει επίσης ότι η τεχνολογία κυψελών καυσίμου έχει λαμπρό μέλλον.

5.8 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η τεχνολογία καθαρής ενέργειας περιλαμβάνει μια εκπληκτική ποικιλία ιδεών για μη ορυκτά καύσιμα, μη ρυπογόνα τροφοδοτικά. Οι τεχνολογίες *hese* έχουν επί του παρόντος μια ενθαρρυντική υποστήριξη από κυβερνητικές υπηρεσίες, ηγέτες και πανεπιστήμια. Δεν είναι κάθε τεχνολογία ρεαλιστική λόγω του υψηλού κόστους ή των τεχνικών προκλήσεων, αλλά σίγουρα ορισμένες νέες τεχνολογίες καθαρής ενέργειας είναι δυνατές και στον ορίζοντα.

Για να επιτύχουν οι πιο καινοτόμες προσεγγίσεις στην εναλλακτική ενέργεια, το κοινό πρέπει να κατανοήσει τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα κάθε τεχνολογίας. Οι ηγέτες στη βιομηχανία ανανεώσιμων πηγών ενέργειας πρέπει να διαβεβαιώσουν τους σκεπτικιστές ότι εργάζονται για να μειώσουν τις επιπτώσεις κάθε μειονεκτήματος και να υποσχεθούν έναν νέο τρόπο ταξιδιού, ανάβοντας ένα φως, ή θέρμανση σπιτιών. Οι πιο επιτυχημένες εναλλακτικές πηγές ενέργειας θα είναι επίσης πιθανότατα εκείνες που παρέχουν μια απρόσκοπτη αλλαγή για τους καταναλωτές. Εάν ένα άτομο κάνει κλικ σε έναν υπολογιστή, αυτό το άτομο δεν θα πρέπει να παρατηρήσει καμία διαφορά στο αν η ηλεκτρική ενέργεια προέρχεται από ένα εργοστάσιο ηλιακής ενέργειας ή ένα υδροηλεκτρικό φράγμα ή ακόμα και ένα εργοστάσιο παραγωγής ενέργειας με άνθρακα. Χαμηλό κόστος, ευκολία χρήσης και ελάχιστη αναστάτωση στις καθημερινές ρουτίνες είναι οι καλύτεροι τρόποι για να αποκτήσετε πελάτες.

Με αυτό το επιχειρηματικό σχέδιο στο χέρι, η βιομηχανία καθαρής ενέργειας αναμένεται να κάνει τις ακόλουθες ανακαλύψεις στο εγγύς μέλλον: ηλιακοί κόμβοι για να κάνουν την ηλιακή ενέργεια πιο αποδοτική· την αύξηση των εμπορικών σταθμών ηλιακής ενέργειας· την εμφάνιση εμπορικών αιολικών πάρκων· πρακτική κυψέλη καυσίμου για χρήση σε οχήματα ή ηλεκτρονικά είδη· και βελτιώσεις στα ηλιακά φίλμ. Οι καθαρές μορφές ενέργειας, ιδίως η αιολική και η ηλιακή ενέργεια, απαιτούν επίσης έναν τρόπο αποθήκευσης της ενέργειας την οποία συλλέγουν για όταν χρειαστεί. Επί του παρόντος, λίγες μέθοδοι υπάρχουν για τη σύλληψη και τη διατήρηση της αιολικής ενέργειας για όταν ο ουρανός είναι ήρεμος ή για την ηλιακή ενέργεια κατά τη διάρκεια της νύχτας. Πολλές άλλες τεχνολογίες καθαρής ενέργειας αντιπροσωπεύουν οφέλη για την επόμενη γενιά επιστημόνων. Όλες αυτές οι μακροχρόνιες τεχνολογίες

έχουν ήδη έρευνα πίσω τους στην οποία οι επιστήμονες θα βασιστούν: καινοτομίες ηλιακής ενέργειας όπως ηλιακοί πύργοι και ηλιακοί δορυφόροι· συνεχής ανάπτυξη της γεωθερμικής ενέργειας· την εμφάνιση κυματικής και παλιρροϊκής δύναμης. Στο μακρινό μέλλον, οι επιστήμονες μπορούν να εφεύρουν μηχανικές συσκευές για την άντληση CO₂ απευθείας από τον αέρα και να ανακαλύψουν ένα μέσο για την επιστροφή της υγείας στα οικοσυστήματα των ωκεανών

Οι καθαρές μορφές ενέργειας έχουν ένα συναρπαστικό και πολλά υποσχόμενο μέλλον στην πράσινη τεχνολογία. Οι άνθρωποι εκτός των περιβαλλοντικών επιστημών μπορούν να παρηγορηθούν με τη συνειδητοποίηση ότι οι ιδέες στην καθαρή ενέργεια αναπτύσσονται ταχύτερα από ό, τι εξαφανίζονται οι φυσικοί πόροι.

6. ΠΡΑΣΙΝΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

Στη δεκαετία του 1970, ένα άτομο που ψωνίζει για ένα νέο σπίτι πιθανότατα θα είχε βρει πολλά ελκυστικά σπίτια σε διαμορφωμένη ιδιοκτησία με σύγχρονες ανέσεις. Μεγάλα παράθυρα άνοιξαν σε υπέροχη θέα και το ηλεκτρικό φως έλουσε κάθε δωμάτιο στο φως, ακόμη και τις ηλιόλουστες μέρες. Μια μονάδα κλιματισμού και ένας φούρνος λαδιού εξασφάλισαν ότι οι εσωτερικές θερμοκρασίες δεν παρέκκλιναν ποτέ από μια άνετη περιοχή.

Φυσικά, χρειάστηκαν αρκετά λεπτά για να ανοίξει η βρύση πριν το ζεστό νερό φτάσει στον προορισμό του. Οι ισχυροί άνεμοι μερικές φορές σφύριζαν μέσα από κενά στις σφραγίδες παραθύρων και θυρών και οι καταιγίδες χτυπούσαν το ηλεκτρικό ρεύμα. Ένας μεταφορέας σκουπιδιών μάζευε σκουπίδια μία φορά την εβδομάδα, και αυτό ήταν καλό γιατί τα τρόφιμα και μια ποικιλία οικιακών προϊόντων και ηλεκτρονικών ειδών παρήγαγαν μεγάλες ποσότητες απορριφθεισών συσκευασιών. Οι συσκευασίες, τα απορρίμματα, τα μπουκάλια και τα κουτιά και τα απορρίμματα κουζίνας βγήκαν όλα σε ένα μόνο δοχείο απορριμμάτων που ορίζεται από το κράσπεδο.

Κανείς δεν μίλησε για την πράσινη οικοδόμηση στη δεκαετία του 1970. Οι περιβαλλοντικά ευαισθητοποιημένοι άνθρωποι είχαν αρχίσει να επισημαίνουν ότι οι φυσικοί πόροι είχαν γίνει τεταμένοι, αλλά το μέσο οικογενειακό νοικοκυριό δεν είδε πρόβλημα. Τα δέντρα περικύκλωσαν τις γειτονιές, τα αυτοκίνητα πήγαν γρήγορα και περίπου τα καταστήματα έβγαλαν ένα νέο μοντέλο ραδιοφώνου ή τηλεόρασης. Οι άνθρωποι που ήταν σοβαροί για τη διατήρηση ενός υγιούς περιβάλλοντος συμμετείχαν σε τοπικά προγράμματα ανακύκλωσης, αν υπήρχε στην πόλη τους. Ο περιβαλλοντισμός επεκτάθηκε ελάχιστα πέρα από την ανακύκλωση.

Η κατασκευή στις Ηνωμένες Πολιτείες παρείχε υψηλή ποιότητα ζωής σε σύγκριση με άλλα μέρη του κόσμου, αλλά έφερε επίσης απόβλητα όλων των ειδών όπως ενέργεια, νερό, γη, πρώτες ύλες και επαναχρησιμοποιήσιμα υλικά. Μέχρι τη δεκαετία του 1980, οι άνθρωποι είχαν κατανοήσει το πρόβλημα των αποβλήτων. Τα απόβλητα συσσωρεύονταν στο περιβάλλον και από τη δεκαετία του 1980 άρχισαν να εμφανίζονται τρομερά προβλήματα υγείας, τα οποία επιδεινώθηκαν λόγω των χημικών ουσιών στο περιβάλλον. Δεκαετίες κακής διαχείρισης αποβλήτων και πόρων πρόλαβαν πολλές κοινότητες. Το πράσινο οικοδομικό περιβάλλον αναπτύχθηκε από την επιθυμία των ανθρώπων να προσέχουν περισσότερο στη χρήση των πόρων, ιδιαίτερα των πόρων που ήταν αδύνατο να αναπληρωθούν σε μια ανθρώπινη ζωή: δάση, μέταλλα, ορυκτά και πιθανώς καθαρός αέρας και καθαρό νερό.

Η πράσινη δόμηση αναφέρεται σε έναν τρόπο κατασκευής κτιρίων χωρίς να γίνονται τα λάθη που έκαναν οι προηγούμενες γενιές επειδή δεν συνειδητοποιούσαν πλήρως τις επιπτώσεις που είχαν οι ενέργειές τους

στο περιβάλλον. Η διαδικασία πράσινης οικοδόμησης μπορεί να χωριστεί σε έξι κύριους τομείς εστίασης, οι οποίοι συμβάλλουν σε ένα υγιέστερο περιβάλλον διαβίωσης για τους ανθρώπους και δημιουργούν ελάχιστη ενόχληση στον φυσικό κόσμο. έξι διαδικασίες είναι (1) η χρήση ενέργειας, (2) χρήση γης και νερού, (3) υλικά, (4) μέθοδοι κατασκευής, (5) ενσωμάτωση με την κοινότητα και (6) ποιότητα εσωτερικού περιβάλλοντος. Οι πράσινοι κατασκευαστές λαμβάνουν σήμερα υπόψη και τους έξι τομείς εστίασης κατά τον σχεδιασμό νέων κατασκευών.

Οι πράσινοι κατασκευαστές και σχεδιαστές στοχεύουν επίσης στους ακόλουθους τρεις στόχους σε κάθε νέο έργο που ξεκινούν: (1) σχεδιασμός κατασκευής και εξωραϊσμός για την ελαχιστοποίηση της επίδρασης ενός κτιρίου στα οικοσυστήματα. (2) μεγιστοποίηση της χρήσης ανακυκλωμένων υλικών και μείωση των αποβλήτων κατασκευών και (3) δημιουργία δομής που βελτιώνει το περιβάλλον.

Για την επίτευξη αυτών των στόχων, οι πράσινοι κατασκευαστές αναλύουν τους έξι επιμέρους τομείς εστίασης στον κατασκευαστικό τομέα σε πιο λεπτομερή βήματα. Μια απόφαση σε κάθε βήμα της διαδικασίας οικοδόμησης επιτρέπει σε έναν οικοδόμο και έναν ιδιοκτήτη σπιτιού να επιλέξουν υλικά ή μεθόδους που βλάπτουν λιγότερο το περιβάλλον. Επομένως, ένα πράσινο κτίριο μπορεί να διαφέρει αρκετά από ένα άλλο πράσινο κτίριο λίγες πόρτες μακριά. Ένα κτίριο μπορεί ίσως να περιέχει 90 τοις εκατό ανακυκλωμένα δομικά υλικά, με τα υπόλοιπα υλικά να κατασκευάζονται μόνο από πιστοποιημένες βιώσιμες πηγές που δεν προκαλούν συνολική βλάβη στο περιβάλλον. Ένας δεύτερος ιδιοκτήτης σπιτιού μπορεί να ασχολείται λιγότερο με τα υλικά κατασκευής, αλλά μπορεί να δίνει έμφαση στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας επιλέγοντας την πιο σημαντική μόνωση και παράθυρα και προσθέτοντας ένα γκρι σύστημα επαναχρησιμοποίησης νερού.

Το κεφάλαιό αυτό περιγράφει τις διάφορες αποφάσεις που χρησιμοποιούνται από τους κατασκευαστές και τους ιδιοκτήτες για την κατασκευή ενός κτιρίου που ασκεί ελάχιστη επίδραση στο περιβάλλον. Κάθε απόφαση που λαμβάνεται με πρόθεση να βοηθήσει το περιβάλλον δίνει ένα όφελος, ακόμη και αν το όφελος είναι μικρό. Μέχρι τώρα, οι άνθρωποι δεν χρειάζεται να χτίσουν ένα σπίτι ανανεώσιμων πηγών ενέργειας 100 τοις εκατό που ανακυκλώνει όλα τα απόβλητά του. Το περιβάλλον θα λάβει επίσης ευεργεσίες όταν ένα άτομο επιλέγει πιστοποιημένα βιώσιμα ξύλα, ανακυκλώνει γυαλί, χαρτί, πλαστικά και αλουμίνιο και γυρίζει συσκευές όταν δεν χρησιμοποιούνται. Το κεφάλαιό του ξεκινά με ένα σύντομο υπόβαθρο πράσινου κτιρίου και στη συνέχεια εξετάζει συγκεκριμένους παράγοντες που κάνουν ένα κτίριο «πράσινο». Οι κύριοι παράγοντες που καλύπτονται είναι η ενέργεια και η θέρμανση, η ψύξη και ο εξαερισμός, η μόνωση, ο φωτισμός και τα παράθυρα, η εξοικονόμηση νερού και η διαχείριση αποβλήτων. Το κεφάλαιο περιγράφει επίσης ένα ιδανικό σπίτι και περιλαμβάνει μια μελέτη περίπτωσης για ένα τέτοιο σπίτι που ακολουθεί τις αρχές του πράσινου κτιρίου.

6.1 Η ΠΡΑΣΙΝΗ ΚΤΙΣΗ ΩΡΙΜΑΖΕΙ

Ένα πράσινο σχέδιο κτιρίου ξεκινά με τη συμμόρφωση με τα εξής: μείωση, επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση. Έχοντας κατά νου αυτές τις δράσεις, βοηθά τους σχεδιαστές κτιρίων να μειώσουν την ποσότητα των υλικών που χρησιμοποιούνται, τα απόβλητα που παράγουν και τον αντίκτυπο που θα έχει ένα νέο κτίριο στο οικολογικό αποτύπωμα. Ευτυχώς, η σημερινή βιομηχανία ανακύκλωσης έχει σημειώσει γρήγορα κέρδη, έτσι ώστε σχεδόν κάθε παρθένο υλικό κατασκευής να μπορεί να αντικατασταθεί με ένα βιώσιμο υλικό που έχει καλύτερες ιδιότητες.

Η προσοχή στα δομικά υλικά ξεκίνησε στις Ηνωμένες Πολιτείες τη δεκαετία του 1930 με την εισαγωγή του κλιματισμού, του φθορίζων φωτισμού και του δομικού χάλυβα. Οι αρχιτέκτονες σχεδίασαν κτίρια που αποσυνδέουν τους εσωτερικούς χώρους από τους εξωτερικούς χώρους εγκαθιστώντας ισχυρά συστήματα θέρμανσης, εξαερισμού, κλιματισμού (HVAC). Οι άνθρωποι ανέπτυξαν την ιδέα ότι η ζωή τους δεν είχε καμία σχέση με τη φύση. Η κατασκευαστική βιομηχανία έφερε εφευρετικές ιδέες στη δουλειά τους, αλλά η έλλειψη επικοινωνίας οδήγησε σε έργα που δεν έλαβαν υπόψη ολόκληρο τον σκοπό ενός κτιρίου ή τον σχέση με το περιβάλλον.

GreenBuilding.com εξήγησε ότι μόλις τη δεκαετία του 1970 «μια μικρή ομάδα προοδευτικών αρχιτεκτόνων, περιβαλλοντολόγων και οικολόγων εμπνευσμένων από το έργο των Victor Olgyay (Σχεδιασμός με κλίμα), Ralph Knowles (Μορφή και Σταθερότητα) και Rachel Carson (Σιωπηλή Άνοιξη) αρχίζουν να αμφισβητούν τη σκοπιμότητα της οικοδόμησης με αυτόν τον τρόπο. Το Αμερικανικό Ινστιτούτο Αρχιτεκτόνων (ΔΑΑ) απάντησε σε μια αμερικανική ενεργειακή κρίση το 1973 που είχε ξεκινήσει με την αύξηση των τιμών του πετρελαίου από ξένους προμηθευτές. Ο ΔΑΑ κατασκεύασε ένα πρόγραμμα δεκαετιών αναζητώντας τις καλύτερες λύσεις στην ηλιακή ενέργεια, τη μείωση των αποβλήτων, εξοικονόμηση νερού και βιώσιμα υλικά. Μέχρι το 1993, ο ΔΑΑ είχε επιλέξει τη βιωσιμότητα ως θέμα για τη συνάντηση της Διεθνούς Ένωσης Αρχιτεκτόνων/ΔαΑ Παγκόσμιο Συνέδριο Αρχιτεκτόνων. η εκδήλωσή του έχει αναφερθεί ως το σημείο καμπής όπου το κίνημα των πράσινων κτιρίων έγινε βιομηχανία.

Από τη δεκαετία του 1990 και μετά, ιδιωτικά και κυβερνητικά ιδρύματα έχουν δημοσιεύσει αρκετούς οδηγούς σχεδιασμού για πράσινα κτίρια. Οι επαγγελματικές ενώσεις έχουν προκηρύξει διεθνείς διαγωνισμούς σχεδίου καθ' όλη τη διάρκεια της δεκαετίας. Το 1999, ο Πρόεδρος Μπιλ Κλίντον υπέγραψε το Εκτελεστικό Διάταγμα 12852 που ίδρυσε ένα Συμβούλιο για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη.

Σήμερα, εκατοντάδες οικοδόμοι, σχεδιαστές και αρχιτέκτονες και δεκάδες επαγγελματικές ενώσεις προσφέρουν συμβουλές και εκπαίδευση στα πράσινα κτίρια. Όλες αυτές οι έτοιμες πληροφορίες έχουν ίσως κάνει μερικούς ανθρώπους να χάσουν την εστίαση στην έννοια του πράσινου κτιρίου σε μια βιασύνη να ενταχθούν στην πράσινη τάση. Η συγγραφέας του περιοδικού San Francisco Chronicle, Jane Powell, εξέφρασε αυτή τη

γνώμη το 2007: «Η οικοδόμηση ή η αναδιαμόρφωση καταναλώνει πόρους, ακόμη και αν αυτοί οι πόροι ανακυκλώνονται ή διασώζονται. Το πιο πράσινο πράγμα που μπορείτε να κάνετε είναι να συνεχίσετε τη ζωή ενός υπάρχοντος κτιρίου, του οποίου οι πόροι έχουν ήδη εξορυχθεί. . . εδώ είναι μια πολύ συνηθισμένη πρακτική κατεδάφισης ενός μικρού υπάρχοντος κτιρίου για να ρίξει . . . ένα μεγαλύτερο «πράσινο» κτίριο, λες και το μικρό κτίριο είχε προσφερθεί εθελοντικά να είναι το . . . θυσία στο βωμό της 'έξυπνης ανάπτυξης'. Ο Πάουελ έκανε μια έγκυρη παρατήρηση. Οι αδιάκριτες πράσινες επιλογές δεν βοηθούν το περιβάλλον περισσότερο από την αντικατάσταση ενός δίχρονου σποροοχήματος με ολοκαίνουργιο υβριδικό αυτοκίνητο. Επιπλέον, το πράσινο κτίριο έχει γίνει μοντέρνο και οι οικιακοί χρήστες δεν κατανοούν πάντα τις αποφάσεις που έχουν μεγαλύτερη σημασία για το περιβάλλον.

Ο Πάουελ επεσήμανε ότι το 1970 το μέσο σπίτι μετρούσε 1.500 τετραγωνικά πόδια (139 m²), αλλά μέχρι το 2007 είχε φτάσει τα 2.200 τετραγωνικά πόδια (204 m²). Μερικοί ευκατάστατοι ιδιοκτήτες σπιτιού έχουν χτίσει 6,000 τετραγωνικά πόδια (557 m²) μεγαθήρια, ή μεγαλύτεροι, που διαλαλούν ως πράσινα κτίρια. Οι ιδιοκτήτες σπιτιού μπορεί να πιστεύουν ότι βοηθούν το περιβάλλον χτίζοντας μεγάλες κατασκευές από βιώσιμα υλικά, αλλά το ενεργειακό κόστος της κατασκευής και της συντήρησης αυτών των σπιτιών συμβάλλει σε μια υπερβολική επιβάρυνση της ανθρωπότητας οικολογικό αποτύπωμα.

Ακολουθούν συνοπτικά κάποιες ενέργειες που το κίνημα της πράσινης δόμησης έχει κάνει κοινό τόπο στα σημερινά κατασκευαστικά έργα. Απαριθμεί επίσης προβλήματα που συνεχίζουν να προκύπτουν στην κατασκευή, τις δραστηριότητες σε εσωτερικούς χώρους ή την τοποθεσία.

Το πράσινο κτίριο είναι μια σωστή και ουσιαστική επιλογή στη βιωσιμότητα. Αλλά οι αποφάσεις που λαμβάνονται για την οικοδόμηση πράσινου πρέπει να σταθμίζονται προσεκτικά προκειμένου να επιτευχθεί ο επιθυμητός σκοπός. Παρακάτω αναπτύσσεται ο ορισμός για την «Ηγεσία στον Ενεργειακό και Περιβαλλοντικό Σχεδιασμό (LEED)», και εξηγεί πώς οι άνθρωποι λαμβάνουν καθοδήγηση για τη λήψη καλών πράσινων αποφάσεων στα κτίρια και αποφεύγουν τις κακοτοπιές που καταστρέφουν το περιβάλλον.

6.2 ΤΙ ΕΙΝΑΙ Η ΗΓΕΣΙΑ ΣΤΟΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ (LEED)

Το LEED είναι ένα πρόγραμμα που εκπονήθηκε από το Συμβούλιο Πράσινων Κτιρίων των ΗΠΑ που βρίσκεται στην Ουάσιγκτον, DC, για την πιστοποίηση βιώσιμων κατασκευών όπως τα σπίτια, σχολεία, δημόσια κτίρια και επιχειρηματικές δομές. Το πρόγραμμα περιέχει ένα Πράσινο Σύστημα Αξιολόγησης Κτιρίων και ένα σχετικό πρόγραμμα πιστοποίησης που προσδιορίζει πόσο επιτυχημένα τα νέα κτίρια τηρούν τις αρχές της βιωσιμότητας. Σήμερα, τα ακόλουθα επαγγέλματα προσφέρονται

εθελοντικά να ακολουθήσουν τις οδηγίες LEED για την πιστοποίηση νέων ή ανακαινισμένων κτιρίων όπως είναι: η αρχιτεκτονική, ο σχεδιασμός, η εσωτερική διακόσμηση, ο εξωραϊσμός, η μηχανική και κατασκευές. Τα κτηματομεσιτικά και δανειστικά επαγγέλματα δίνουν επίσης μεγάλη προσοχή στα κτίρια που έχουν λάβει πιστοποίηση LEED, επειδή η πιστοποίηση καθιστά τα κτίρια πιο επιθυμητά για κοινότητες. Πολλές τοπικές αρχές και πανεπιστήμια τώρα απαιτούν πιστοποίηση LEED για νέα κατασκευή. Το LEED περιέχει ατομικά συστήματα αξιολόγησης για εννέα διαφορετικού τύπου κατασκευής όπως είναι: νέα κτίρια, υπάρχοντα κτίρια, εμπορικό κτίριο, εσωτερικοί χώροι, πυρήνες κτιρίων και κοχύλια, έργα λιανικής, σχολεία, εγκαταστάσεις υγειονομικής περίθαλψης, σπίτια, και τις εξελίξεις της γειτονιάς. (Ακόμα και γκαράζ στάθμευσης στη Σάντα Μόνικα της Καλιφόρνια, έχει κερδίσει πιστοποίηση LEED.) Με νέο σπίτι, για παράδειγμα, θα μπορούσε να λάβετε πόντους LEED με βάση αποφάσεις στους τομείς του σχεδιασμού, της τοποθεσίας, της κατανάλωσης νερού, της χρήση ενέργειας, τις εκπομπές, τα υλικά και την ποιότητα αέρα εσωτερικών χώρων. Τα ανακαινισμένα κτίρια μπορεί να κερδίσουν πιστοποίηση LEED παρόμοια με την πιστοποίηση νέου κτιρίου. Το Συμβούλιο Πράσινων Κτιρίων των ΗΠΑ απονέμει βαθμούς σε διάφορες κατηγορίες, επομένως κάθε νέο κτίριο έχει τον δικό του μοναδικό τρόπο απόκτησης πιστοποίησης ακολουθώντας τις γενικές κατηγορίες σημείων η καθεμία που έχουν πολλούς συγκεκριμένους τομείς για την επίτευξη βιωσιμότητας:

- διαδικασία καινοτομίας και σχεδιασμού, σχέδια για τη μείωση της κατασκευής και της ενέργειας απορριμμάτων με χαμηλότερο κόστος και συμπαγείς δομές
- τοποθεσία και συνδέσεις, κατάλληλη έκταση για το μέγεθος του κτιρίου και την πρόσβαση σε δημόσιες συγκοινωνίες
- βιώσιμες τοποθεσίες, εξωραϊσμός για μεγιστοποίηση της απόδοσης θέρμανσης και ψύξης, διαχείριση των επιφανειακών υδάτων και μη τοξικός έλεγχος παρασίτων
- αποδοτικότητα νερού, επαναχρησιμοποίηση νερού, χωρίς διαρροές, άρδευση υψηλής απόδοσης, κατ' απαίτηση θερμοσίφωνες
- ενέργεια και ατμόσφαιρα, μείωση των συστημάτων απελευθέρωσης διοξειδίου του άνθρακα, καλή ποιότητα αέρα σε εσωτερικούς χώρους
- υλικά και πόροι, ανακύκλωση, ελαχιστοποιημένες συσκευασίες, ανακυκλωμένα κτίρια υλικά, βιοδιασπώμενα προϊόντα
- ποιότητα περιβάλλοντος εσωτερικών χώρων, αερισμός, εξαερισμός, φίλτρο αέρα, χαμηλές εκπομπές
- χρώματα και χαλιά, μέγιστη χρήση του φωτός της ημέρας, προστασία από ραδόνιο ευαισθητοποίηση και εκπαίδευση, προώθηση των

βημάτων πιστοποίησης που λαμβάνονται από τους σχεδιαστές, τους κατασκευαστές και τους ιδιοκτήτες κατοικιών

Ο παρακάτω πίνακας συνοψίζει τα επίπεδα πιστοποίησης για κατοικίες. Προκειμένου ένα κτίριο να λάβει πιστοποίηση LEED, ένας κατασκευαστής πρέπει να κάνει τα ακόλουθα βήματα:

- Εγγραφείτε στο πρόγραμμα LEED.
- Φτιάξτε τη δομή με τους καθορισμένους στόχους.
- Λάβετε επιθεώρηση από έναν επίσημο βαθμολογητή LEED.
- Έντυπα υπογραφής που πιστοποιούν την υπευθυνότητα για τη διατήρηση της απόδοσης LEED.
- Λάβετε τελική πιστοποίηση από το Συμβούλιο Πράσινων Κτιρίων των ΗΠΑ.

Επίπεδα πιστοποίησης LEED σε σπίτια		
Επίπεδο πιστοποίησης	Αριθμός LEED, απαιτούμενη βαθμοί	Κύρια χαρακτηριστικά
Πιστοποιημένο	45-59	<p>Η σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας</p> <p>ελαχιστοποιεί τα κατασκευαστικά απόβλητα</p> <p>καλή μόνωση</p> <p>παράθυρα με διπλά τζάμια</p> <p>εξάλειψη του νερού και της θερμότητας</p>
Ασημένιο	60-74	<p>εξοικονόμηση ενέργειας σε όλα τα συστήματα</p> <p>χρήση ανακυκλωμένων οικοδομικών υλικών για τους περισσότερους της δομής</p> <p>αποδοτικότητα νερού</p> <p>θέρμανση και ψύξη</p>

Χρυσό	75-89	η πλειοψηφία των επίπλων και των κτιρίων ,υλικά που διασώθηκαν, ανακαινίστηκαν ή επαναχρησιμοποιήθηκαν Σύστημα επαναχρησιμοποίησης νερού υψηλής απόδοσης εξαιρετική ποιότητα αέρα εσωτερικού χώρου
Πλατινένιο	90-136	μέγιστη απόδοση σε ενέργεια και πόρους χρήσης ανώτερη άνεση και φωτισμός εσωτερικού χώρου δραματική μείωση του διοξειδίου του άνθρακα εκπομπών μηδενικά ή σχεδόν μηδενικά απόβλητα τα περισσότερα ή όλα τα συστήματα έχουν αποσυνδεθεί από το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας
Συνολικοί διαθέσιμοι πόντοι: 136		
Πηγή: U.S green building council		

Η πιστοποίηση δεν χρειάζεται να περιορίζεται σε αστικές περιοχές. Οι αρχές LEED ισχύουν για αγροτικές κατοικίες, αστικά ή προαστιακά σπίτια, κατοικίες στο κέντρο της πόλης, μονοκατοικίες ή πολυκατοικίες και ενοικιαζόμενα ακίνητα. Κάθε χρόνο το Συμβούλιο Πράσινων Κτιρίων ενημερώνει τις απαιτήσεις του για την πιστοποίηση LEED σε όλες τις κατηγορίες βαθμών του για να παραμένει ενημερωμένο με τις νέες βιώσιμες τεχνολογίες. Το ποσοστό των νέων έργων που υποβάλλουν αίτηση για πιστοποίηση LEED ξεπέρασε το 50 τοις εκατό από τα τέλη της δεκαετίας του 1990. από το 2005, ο αριθμός των εγγεγραμμένων και πιστοποιημένων έργων έχει αυξηθεί κατά 250%. Το πιο σημαντικό, το πρόγραμμα LEED βοηθά στο σχεδιασμό κτιρίων στα οποία έχουν συντονιστεί όλα τα χαρακτηριστικά μιας κατασκευής για θέρμανση,

φωτισμός, χρήση νερού κ.λπ. για μέγιστη αποδοτικότητα. Το πρόγραμμα LEED κάνει τη φράση «οικοδόμηση πράσινων» περισσότερο από μια ένδειξη. Η πιστοποίηση ειδοποιεί όλους ότι η κατασκευή έχει σχεδιαστεί και εφαρμοστεί για τη μείωση του οικολογικού αποτυπώματος.

6.3 ΕΛΕΓΧΟΝΤΑΣ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΤΗΝ ΡΟΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

Το σύστημα ενέργειας και θέρμανσης ενός κτιρίου αποτελείται από τη μονάδα παραγωγής ενέργειας, την αποθήκευση ενέργειας και θερμότητας και τις γραμμές διανομής. Πολλά στοιχεία αυξάνουν την αποδοτικότητα του τρόπου με τον οποίο η ενέργεια συλλαμβάνεται, αποθηκεύεται και διανέμεται ως θερμότητα ή ως ηλεκτρική ενέργεια. Μερικά παραδείγματα προϊόντων που καθιστούν ένα συνολικό σύστημα θέρμανσης ενέργειας πιο αποδοτικό είναι οι έξυπνες συσκευές που ρυθμίζουν την ισχύ κατά τη διάρκεια χρόνων αιχμής, τα έξυπνα ηλεκτρονικά που κλείνουν ή μειώνουν τη χρήση ενέργειας όταν είναι αδρανείς και οι στιγμιαίοι θερμοσίφωνες που εξοικονομούν ενέργεια και εξοικονομούν νερό.

Τάσεις και προβλήματα πράσινων κτιρίων προς επίλυση	
Αποδεκτά ή γίνονται αποδεκτά	Συνεχιζόμενα προβλήματα που χρειάζονται λύση
Στο σπίτι	
Μεγάλη διάρκεια ζωής-φωτισμός φθορισμού	Ηλεκτρική ενέργεια από σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής που κινούνται με ορυκτά καύσιμα
Αποτελεσματική μόνωση	Απόβλητα ηλεκτρικής ενέργειας
Μονωτικά παράθυρα	Πάντα σε λειτουργία ηλεκτρονικά
Ανακυκλωμένα δομικά υλικά που διασώζονται, μέταλλα	Υπερμεγέθη σπίτια
Μείωση των αποβλήτων	Υψηλή κατανάλωση ενέργειας
Ηλιακή ενέργεια	Περίσσεια συσκευασμένων προϊόντων
Στην κοινότητα	
Υβριδικά οχήματα	Περιορισμένα μέσα μαζικής μεταφοράς
Μεγαλύτερη χρήση των μέσων μαζικής μεταφοράς τις ημέρες (μειωμένη χρήση προσωπικών	Μεγάλες μετακινήσεις

οχημάτων με αυξημένη χρήση ποδηλάτων ή μέσων μαζικής μεταφοράς)	
	Εξάρτηση από βενζινοκίνητα οχήματα
	Αναποτελεσματικά προγράμματα ανακύκλωσης

Οι κάτοικοι ενός κτιρίου μπορούν επίσης να ελέγχουν τη χρήση ενέργειας με τη συμπεριφορά τους. Οι κύριες δράσεις που βοηθούν στην εξοικονόμηση ενέργειας είναι οι ακόλουθες, αλλά οι εταιρείες ενέργειας προσθέτουν συχνά νέες συμβουλές εξοικονόμησης ενέργειας σε αυτήν τη λίστα.

- κλείσιμο φώτων και ηλεκτρονικών συσκευών όταν δεν χρησιμοποιούνται
- μονάδες σύνδεσης, όπως συστήματα υπολογιστών και συστήματα ψυχαγωγίας, σε ειδικό πολύπριζο για την ενεργοποίηση και ολοκλήρης της εγκατάστασης
- ρύθμιση θερμοκρασίας σε εύρος 18-20 °C (65 έως 68 °F)

κλείσιμο τυχόν αεραγωγών θέρμανσης που δεν χρησιμοποιούνται

- ρύθμιση πλυντηρίων ρούχων σε πλύσεις με ζεστό ή κρύο νερό
- πλύσιμο μόνο πλήρων φορτίων σε πλυντήρια ρούχων και πλυντήρια πιάτων
- στέγνωμα με αέρα πλυμένων ρούχων όποτε είναι δυνατόν
- όταν τρέχει νερό για να το ζεστάνει, χρησιμοποιώντας την περίσσεια νερού για τα φυτά
- χρήση συσκευών πριν από τις 9:00 π.μ. ή ώρα 6:00 μ.μ. για να αποφύγετε τις ώρες αιχμής

Τα πράσινα κτίρια περιέχουν καινοτομίες που βοηθούν στην παρακολούθηση της χρήσης ενέργειας και στη διανομή της θερμότητας με όσο το δυνατόν πιο αποδοτικό τρόπο. Τα μη πράσινα κτίρια βασίζονται εδώ και δεκαετίες σε φούρνους αερίου ή πετρελαίου για θέρμανση. Τα πράσινα κτίρια υποκαθιστούν το φυσικό αέριο και το πετρέλαιο από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, κυρίως με τη χρήση ηλιακών συλλεκτών τοποθετημένων στην οροφή. Η ηλιακή ενέργεια, η θέρμανση ή η ψύξη μπορούν να προέρχονται είτε με παθητικά είτε με ενεργά μέσα.

Οι παθητικές μέθοδοι βασίζονται σε φυσικές διεργασίες, όπως το ηλιακό φως για θέρμανση και το αεράκι για ψύξη και εξαερισμό. Η παθητική θέρμανση περιλαμβάνει την τοποθέτηση μεγάλα παράθυρα σε

τοίχους με νότιο προσανατολισμό και χρησιμοποιώντας υλικά απορρόφησης θερμότητας για τοίχους και πατώματα.

Οι ενεργές μέθοδοι χρησιμοποιούν πηγές ενέργειας όπως η ηλιακή και περιλαμβάνουν επίσης συσκευές για την αποθήκευση και τη διανομή της ενέργειας που συλλέγεται από ηλιακούς συλλέκτες. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν δύο τύποι ενεργών συστημάτων στα οποία οι ηλιακοί συλλέκτες δρουν σε συνδυασμό με διεργασίες θέρμανσης ή ψύξης: ζεστό νερό συλλέκτες που θερμαίνουν το νερό που κυκλοφορεί μέσα τους ή συλλέκτες αέρα που θερμαίνουν τον αέρα που πρόκειται να διανεμηθεί σε όλο το κτίριο από ανεμιστήρες.

Οι αντλίες ξύλου και οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας παίζουν επίσης ρόλο στα πράσινα κτίρια, συνήθως σπίτια και όχι σε μεγαλύτερα δημόσια κτίρια. Ο ακόλουθος πίνακας περιγράφει τα παθητικά και ενεργητικά συστήματα που παρέχουν θερμική ενέργεια στα νοικοκυριά.

Τα νοικοκυριά μπορούν να ελέγξουν καλύτερα το HVAC τους εάν το μέγεθος του σπιτιού είναι η χρήση του. Με άλλα λόγια, ένα σπίτι τεσσάρων υπνοδωματίων με δύο μπάνια μπορεί να ταιριάζει σε μια οικογένεια έξι ατόμων, αλλά το ίδιο σπίτι σπαταλά χώρο και ενέργεια HVAC όταν καταλαμβάνεται μόνο από δύο άτομα. Τα περισσότερα συστήματα διανομής και θέρμανσης ενέργειας σε πράσινα κτίρια λειτουργούν καλύτερα όταν το σύστημα έχει το κατάλληλο μέγεθος για το μέγεθος της δομής.

Τα συστήματα θέρμανσης πράσινων κτιρίων είναι εύκολα συντηρημένα και έχουν μακρά περίοδο χρήσης. Τα παθητικά συστήματα εξοικονομούν περισσότερη ενέργεια και χρήματα από τα ενεργά συστήματα, αλλά τα σπίτια που βασίζονται σε παθητικά συστήματα απαιτούν επιπλέον προγραμματισμό στο σχεδιασμό και τον προσανατολισμό στο τοπίο. Για τη βέλτιστη χρήση των συστημάτων παθητικής ενέργειας, οι αρχιτέκτονες και οι κατασκευαστές ενσωματώνουν τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- μεγάλα παράθυρα με νότιο προσανατολισμό για μεγιστοποίηση της σύλληψης του ηλιακού φωτός για θέρμανση και φωτισμό
- ανασυρόμενη σκίαση για να μπλοκάρει λίγο ηλιακό φως σε ζεστές εποχές
- κατάλληλη μόνωση για την υποστήριξη της αποτελεσματικότητας των HVAC
- προσανατολισμό του σπιτιού στο χώρο για τη μεγιστοποίηση της απόδοσης των ηλιακών συλλεκτών και της παθητικής θέρμανσης

Ακόμη και τα μεγάλα κτίρια έχουν επιτύχει στις αρχές που βοηθούν να γίνουν τα σπίτια πράσινα. Για παράδειγμα, στην πανεπιστημιούπολη του Πανεπιστημίου του Χάρβαρντ στο Κέιμπριτζ της Μασαχουσέτης, το συγκρότημα Blackstone χρησιμοποιεί ένα ηλιακό θερμικό σύστημα για την παραγωγή θερμότητας. Ηλιακοί συλλέκτες οροφής μεταφέρουν τη θερμότητα του Ήλιου σε σωλήνες που περιέχουν συνεχώς αντιψυκτικό υγρό (Το αντιψυκτικό προστατεύει από θερμοκρασίες που είναι πολύ

ζεστές ή πολύ κρύες, ανάλογα με την εποχή.) Κυκλοφορεί στη βάση του κτιρίου όπου ένας εναλλάκτης θερμότητας μεταφέρει τη θερμότητα από το αντιψυκτικό στο σύστημα ζεστού νερού του κτιρίου.

Σύστημα θέρμανσης πράσινων κτιρίων		
Σύστημα	Πως λειτουργεί	Χρήση ενέργειας
αντλία θερμότητας πηγής αέρα	αντλεί θερμότητα από το εξωτερικό στο εσωτερικό με μεταφορά αέρα-αέρα ή μεταφορά αέρα-νερού	ενεργή
τζάκια , σόμπες	καύση ξύλου ή άλλης βιομάζας για θέρμανση χώρων	ενεργή
κλίβανος εξαναγκασμένου αέρα	Αποτελεσματική μετατροπή αερίου σε θερμότητα με δυνατότητα γρήγορης αλλαγής της θερμοκρασίας και αερισμού ενός δωματίου	ενεργή
γεωθερμική αντλία θερμότητας	συλλέγει θερμότητα από το έδαφος και μετακινεί τον θερμαινόμενο αέρα στο σπίτι	ενεργή
υδραυλική ακτινοβόλος θέρμανσης	το ζεστό νερό εξαναγκάζεται μέσω καλοριφέρ που βρίσκονται σε όλο το σπίτι	ενεργή
φωτοβολταϊκά	οι μπαταρίες αποθηκεύουν ενέργεια που συλλαμβάνεται από φωτοβολταϊκά στοιχεία μέχρι να χρειαστεί, χωρίς είσοδο από το τοπικό ηλεκτρικό δίκτυο	ενεργή

ηλιακός θερμοσίφωνας	ηλιακή θέρμανση νερού οικιακής χρήσης αντί για θέρμανση πετρελαίου ή φυσικού αερίου	ενεργή
θερμαντήρες χώρου	μικροί θερμαντήρες απευθείας συνδεδεμένοι με ηλιακούς συλλέκτες που θερμαίνουν νερό/αέρα και απελευθερώνουν θερμότητα σε περιορισμένο χώρο	ενεργή
θερμική μάζα	το τούβλο, η τοιχοποιία, το κεραμίδι και το σκυρόδεμα απορροφούν θερμότητα κατά τη διάρκεια της ημέρας και απελευθερώνουν αργά θερμότητα σε εσωτερικούς χώρους τη νύχτα	παθητική
παράθυρα	τα παράθυρα διπλής στρώσης και τα ειδικά τζάμια διατηρούν τη θερμότητα	παθητική

Η Επιτροπή Κοινής Ωφέλειας (PUC) στο Σαν Φρανσίσκο έχει αρχίσει να σχεδιάζει ένα κτίριο 12 ορόφων με πρόσθετα χαρακτηριστικά. «Ήθελα να σχεδιάσουμε μια κατασκευή εντελώς ασύνδετη με το ηλεκτρικό δίκτυο». Εταιρείες ηλεκτρικής ενέργειας και άλλες επιχειρήσεις μπορούν να δώσουν παρόμοια παραδείγματα που δείχνουν ότι το πράσινο κτίριο δεν περιορίζεται σε μικρές κατοικίες αλλά λειτουργεί σχεδόν σε οποιαδήποτε δομή.

6.4 ΨΥΞΗ ΚΑΙ ΕΞΑΕΡΙΣΜΟΣ

Όπως και η θέρμανση, η ψύξη και ο εξαερισμός έχουν παθητικές μεθόδους για την εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας. Η παθητική ψύξη χρησιμοποιεί προσεκτικά τοποθετημένους προβόλους παραθύρων για σκίαση, παράθυρα με επιλεκτικές επιστρώσεις που μειώνουν το ηλιακό

φως και προσανατολισμό ενός κτιρίου για να επωφεληθείτε από το αεράκι μέσα από ανοιχτά παράθυρα.

Η ψύξη ενός πράσινου κτιρίου ακολουθεί την ίδια αρχή με τη θέρμανση ενός κτιρίου: Οι παθητικές μέθοδοι πρέπει να κάνουν το μεγαλύτερο μέρος της ψύξης που υποστηρίζεται από απλά και όχι πολύπλοκα ενεργά συστήματα. Οι δομές που βοηθούν στη διατήρηση ενός κτιρίου δροσερού σε ζεστό καιρό είναι οι εξής: σκίαση προεξοχών και δέντρων, ανοιγμένα παράθυρα τη νύχτα για να δέχονται δροσερό αέρα, ανεμιστήρες οροφής στη θέση των κλιματιστικών και καλή μόνωση. Οι κάτοικοι των πράσινων κτιρίων χρησιμοποιούν πρόσθετες τακτικές για να διατηρήσουν τους εσωτερικούς χώρους δροσερούς, όπως: αποφεύγοντας την ψύξη των κενών δωματίων. μεταφορά συσκευών (καταψύκτης, πλυντήριο και στεγνωτήριο) στο υπόγειο ή στο γκαράζ ώστε να μην θερμαίνουν τους εσωτερικούς χώρους, ελαχιστοποίηση της χρήσης του φούρνου τις πιο ζεστές ημέρες, λειτουργία συσκευών όπως πλυντήρια και στεγνωτήρια το βράδυ, εξαερισμός του στεγνωτηρίου ρούχων προς τα έξω και χρήση ανεμιστήρων εξαίτησης για την εξαέρωση της υγρασίας του μπάνιου ή του ντους προς τα έξω.

Οι ιδιοκτήτες σπιτιού που χρησιμοποιούν ηλεκτρικό κλιματισμό μπορούν να μειώσουν την κατανάλωση ενέργειας χρησιμοποιώντας το σύστημα μόνο όταν χρειάζεται, διατηρώντας τη μονάδα καλά συντηρημένη και αντικαθιστώντας παλαιότερα παράθυρα ή εξωτερικές μονάδες με νέα μοντέλα εξοικονόμησης ενέργειας.

Τα πράσινα κτίρια θα πρέπει να περιέχουν συστήματα κλιματισμού που έχουν μία ή και τις δύο από τις αξιολογήσεις που εμφανίζονται στον ακόλουθο πίνακα. Ένα εθελοντικό πρόγραμμα για κατασκευαστές συσκευών που ονομάζεται EnergyStar χαρακτηρίζει τα κλιματιστικά με βαθμολογία που υποδεικνύει το επίπεδο ενεργειακής απόδοσης της μονάδας. Οι καταναλωτές θα πρέπει να επιλέξουν κλιματιστικά που έχουν βαθμολογηθεί με ή πάνω από τις βαθμολογίες που περιγράφονται στον παρακάτω πίνακα. Οι μονάδες κλιματισμού με βαθμολογία EnergyStar περιέχουν άλλες χρήσιμες επιλογές για την εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας: μεταβλητές ταχύτητες, επιλογή μόνο ανεμιστήρα και αντικαταστάσιμο φίλτρο.

Αξιολόγηση κλιματιστικών εξοικονόμησης ενέργειας		
Βαθμολογία ενεργειακής απόδοσης	υπολογισμός	Απαιτήσεις της energy star
Λόγος ενεργειακής απόδοσης	ψυκτική ισχύς στη βρετανική θερμική μονάδα (Btu) διαιρούμενη με την κατανάλωση ισχύος σε <i>βατώρες</i> (Wh)	κεντρικό AC: 11 δωμάτιο AC: 9.4

Λόγος εποχιακής ενεργειακής απόδοσης (SEER)	εποχιακή παραγωγή ψύξης στο Btu διαιρούμενη με την εποχιακή εισροή ενέργειας σε βατώρες για μια μέση U.S. κλίμα	κεντρικό AC: 14 δωμάτιο AC: δεν βαθμολογείται από SEER
---	---	---

Οι ιδιοκτήτες πράσινων κτιρίων μπορούν να αποφασίσουν να χρησιμοποιήσουν είτε ένα από τα δύο εναλλακτικά κλιματιστικά: ψύκτες εξάτμισης ή κλιματιστικά χωρίς αγωγούς (που ονομάζονται επίσης split-system). Οι ψύκτες εξάτμισης ψεκάζουν μια ομίχλη νερού στο σπίτι που ψύχει το εσωτερικό καθώς το νερό εξατμίζεται. Οι αγωγοί κλιματισμού χωρίς αγωγούς αποτελούνται από σωλήνες που κυκλοφορούν δροσερό ψυκτικό μέσο από εξωτερικό χώρο μονάδα σε μεμονωμένα δωμάτια. Κάθε δωμάτιο περιέχει ένα μικρό ανεμιστήρα που μεταφέρει τον αέρα που ψύχεται από το ψυκτικό στο εσωτερικό του δωματίου.

Ο εξαερισμός ήταν πάντα η ευκολότερη εργασία: Ανοίξτε ένα παράθυρο. Αλλά πολλά σύγχρονα κτίρια περιέχουν σφραγισμένα παράθυρα και βασίζονται πλήρως στον κλιματισμό και τη θέρμανση για τη ρύθμιση των εσωτερικών θερμοκρασιών. Συνεπώς, τα πράσινα κτίρια περιέχουν καινοτόμα συστήματα εξαερισμού που ελαχιστοποιούν τα απόβλητα ενέργειας.

Τα κτίρια μπορούν να χρησιμοποιούν τέσσερις διαφορετικούς τύπους συστημάτων εξαερισμού εξοικονόμησης ενέργειας. Οι τύποι παρατίθενται εδώ κατά σειρά ζήτησης και κόστους ενέργειας, από το χαμηλότερο στο υψηλότερο. Πρώτον, ο φυσικός αερισμός γίνεται με ανοιχτές κεφαλές και με ελαττωματικές σφραγίδες γύρω από παράθυρα και πόρτες. Δεύτερον, ο εξαερισμός μόνο με εξάτμιση αφαιρεί τον εσωτερικό αέρα προς τα έξω και βοηθά στον έλεγχο της εσωτερικής υγρασίας, αλλά εξαρτάται από τον φυσικό αερισμό για την είσοδο καθαρού αέρα. Τέταρτον, ο κεντρικός εξαερισμός αποτελείται από ένα σύστημα που τραβά καθαρό αέρα σε ένα κτίριο με τον ίδιο ρυθμό που εξαντλεί τον μπαγιάτικο αέρα. Ο κεντρικός αερισμός σε πράσινα κτίρια περιλαμβάνει εναλλάκτη θερμότητας που βοηθά στη ρύθμιση της θερμοκρασίας. Πολλά πράσινα κτίρια συνδυάζουν την ηλιακή ενέργεια με τα συστήματα HVAC για να μειώσουν τη χρήση ενέργειας και το κόστος.

6.5 ΜΟΝΩΣΗ

Η μόνωση διαδραματίζει κρίσιμο ρόλο στην εξοικονόμηση ενέργειας μειώνοντας το έργο που πρέπει να κάνουν τα συστήματα θέρμανσης και ψύξης για τη ρύθμιση ενός εσωτερικού περιβάλλοντος. Η

Θερμότητα ταξιδεύει μέσα από ένα κτίριο με τους ακόλουθους τρεις τρόπους:

- αγωγιμότητα, η θερμότητα μεταφέρεται απευθείας μέσω υλικών από μόριο σε μόριο
- μεταφορά, μεταφορά θερμότητας στον αέρα ή το νερό
- ακτινοβολία, η θερμότητα ταξιδεύει από μια θερμή επιφάνεια μέσω του αέρα σε μια ψυχρότερη επιφάνεια

Η μόνωση ενεργεί για τη μείωση της απώλειας θερμότητας με αγωγή. Η καλή μόνωση εμποδίζει την κίνηση της θερμότητας από ένα ζεστό υλικό σε ένα δροσερό υλικό ή αντίστροφα. Ως εκ τούτου, το χειμώνα η μόνωση διατηρεί τους τοίχους ενός κτιρίου και από τη μεταφορά θερμότητας προς τους εξωτερικούς χώρους, και το καλοκαίρι κάνει το αντίθετο εμποδίζοντας τη θερμότητα να έρθει σε εσωτερικούς χώρους

Η μόνωση αποτελούνταν για πολλά χρόνια από αφρούς από χημικές ενώσεις που ονομάζονται χλωροφθοράνθρακες (CFC) και υδροχλωρολουοροκάρβουνα (HCFCs). Οι ενώσεις αυτές έχουν αποδειχθεί επικίνδυνες για την υγεία και την ατμόσφαιρα, οπότε οι πράσινοι κατασκευαστές τώρα τις αποφεύγουν. Τα πράσινα κτίρια έχουν πολλές επιλογές για υλικά που μονώνουν καλά και δεν προκαλούν ανησυχίες για την υγεία. Σε ορισμένες περιπτώσεις, αυτά τα υλικά είναι επίσης ανακυκλώσιμα από άλλες χρήσεις και έτσι βοηθούν στη μείωση των αποβλήτων. Κάθε υλικό συσχετίζεται με μια τιμή R που μεταφέρει τη θερμική αντίσταση του υλικού, που σημαίνει την ικανότητα του ζευγαριού να επιβραδύνει τη μεταφορά θερμότητας.

Πράσινα μονωτικά υλικά δόμησης			
Μονωτικό υλικό	R-τιμή ανά ίντσα (2,5cm)	Κοινές χρήσεις	Πλεονεκτήματα
Batt (μόνωση από συνθετικές ίνες)			
Υαλοβάμβακας	2.9-3.8	Τοίχοι, πόρτες, σοφίτες	Εύκολη εγκατάσταση

βαμβάκι	3.0-3.7	Καρφιά πλαϊσίου, δοκοί	
Χαλαρό γέμισμα			
Κυταρρίνη, πυκνή συσκευασία	3.4-3.6	Τοίχοι, οροφές, σοφίτες	Καλό για ακανόνιστου σχήματος περιοχές και δυσπρόσιτα μέρη
Υαλοβάμβακας, πυκνή συσκευασία	3.4-4.2	Τοίχοι, οροφές, σοφίτες	
Ορυκτοβάμβακας(πετροβάμβακας)	2.2-2.9	Τοίχοι και οροφές που χρειάζονται στεγανοποίηση αέρα	
Ψεκασμένη μόνωση			
Αφρός πολυουρεθάνης	5.6-6.2	Τοίχοι, σοφίτες, πόρτες	Σφραγίζει τον αέρα καθώς και μονώνει και καλύπτει δυσπρόσιτα μέρη
Αφρός πολυκυεενίου	3.6-4.3	Τοίχοι, σοφίτες, πόρτες	
Υγρή κυταρρίνη ψεκασμού	2.9-3.4	Τοίχοι, σοφίτες, πόρτες	
Υαλοβάμβακας με ψεκασμό	3.7-3.8	Τοίχοι, σοφίτες, πόρτες	
Σανίδα αφρού			
Διογκωμένο πολυστηρένιο	3.9-4.2	Τοίχοι και πόρτες τοιχοποιίας υπογείων	Υψηλή μονωτική τιμή ανά μικρό πάχος, καλύπτει καρφιά και κοιλότητες
Εξηλασμένη πολυστερίνη	5.0	Τοίχοι και πόρτες τοιχοποιίας υπογείων	
πολυσυσκευασμένο	5.6-7.0	Εξωτερικοί τοίχοι	

Πολυουρεθάνη	5.6-7.0	Εξωτερικοί τοίχοι	
Φαινολική μόνωση, κλειστών κυψελών	8.2	Εξωτερικοί τοίχοι	
Φαινολική μόνωση, ανοιχτών κυψελών	4.4	Εξωτερικοί τοίχοι	
Πηγή: David Johnston και Kim Master. Πράσινη ανακαίνιση—Αλλάζοντας τον κόσμο ένα δωμάτιο τη φορά (Νησί Gabriola, British Columbia, Καναδάς: New Society Publishers, 2004)			

Από τις επιλογές μόνωσης που διατίθενται σήμερα, πολλές προέρχονται από βιολογικές πηγές. Η κυτταρίνη είναι ένα ινώδες μόριο στα φυτά που αποτελεί μέρος των εφημερίδων και του χαρτονιού. Η μόνωση από κυτταρίνη μπορεί έτσι να γίνει από ανακυκλωμένη εφημερίδα και κυματοειδή κουτιά από χαρτόνι. Η βιολογική καλλιέργεια, όπως τα υλικά με βάση τη σόγια, μπορεί να είναι ανοικτού τύπου ή ποικιλίας κλειστών κυτάρων. Αυτό αναφέρεται στο επίπεδο επεξεργασίας που γίνεται στα κελύφη πριν το υλικό γίνει μόνωση. Η βιολογική μόνωση θα πρέπει να επιλέγεται έναντι του αφρού όποτε είναι δυνατόν, επειδή οι αφροί παράγουν ορισμένα αέρια θερμοκηπίου κατά τη διάρκεια της κατασκευής. Ανεξάρτητα από το μονωτικό που χρησιμοποιείται σε ένα πράσινο κτίριο, οι νόμοι απαιτούν όλες οι μονώσεις να περιέχουν επιβραδυντικά για να μειώσουν τις πιθανότητες καύσης ενός εύφλεκτου υλικού. Επιβραδυντικά πυρκαγιάς μπορούν να προστεθούν στη μόνωση κατά τη διάρκεια της κατασκευής ή να ψεκαστούν στην επιφάνεια της μόνωσης πριν από την εγκατάσταση.

6.7 ΦΩΣ ΗΜΕΡΑΣ

Ο φωτισμός της ημέρας συνίσταται στη μέγιστη χρήση φυσικού φωτός σε εσωτερικούς χώρους για να ελαχιστοποιηθεί η ανάγκη για τεχνητό ηλεκτρικό φωτισμό κατά τη διάρκεια της ημέρας. Οι πράσινες κατασκευές συνδυάζουν μια σειρά στρατηγικών για να φέρουν περισσότερο φως από έξω σε όλες τις γωνίες του κτιρίου. Όλες οι ακόλουθες τεχνικές φωτισμού ημέρας δεν απαιτούν ενέργεια μετά την κατασκευή τους.

- παράθυρα γραφείου—οριζόντια, στενά παράθυρα ψηλά στους τοίχους για να αιχμαλωτίσουν το χαμηλό χειμερινό ηλιακό φως
- φωτεινά ράφια—οριζόντιο, επιλεκτικό επίπεδο κοντά σε ένα

παράθυρο που αντανακλά το φως βαθύτερα σε ένα δωμάτιο

- φρεάτια φωτισμού— φρεάτια με παράθυρα που τρέχουν κάθετα κατά μήκος του εξωτερικού ενός κτιρίου
- αντανακλαστικές επιφάνειες— υαλοπίνακες που επαναφέρουν το φως βαθύτερα σε ένα δωμάτιο
- ηλιακοί σωλήνες ή σωλήνες — σωλήνες που τρέχουν από έναν μικρό θολωτό φεγγίτη στην οροφή, μέσα από μία σοφίτα και ανοίγουν στην οροφή ενός δωματίου για να δεχτούν το φως στα εσωτερικά δωμάτια
- φεγγίτες— ευρείες εγκαταστάσεις οροφής για να δέχονται φως μέσα από την οροφή
- προσανατολισμός παραθύρων — παράθυρα με ανατολικό ή δυτικό προσανατολισμό για αύξηση του φυσικού φωτισμού
- τοποθέτηση παραθύρων—ύψος παραθύρων για μεγιστοποίηση του ηλιακού φωτός σε σχέση με το γεωγραφικό πλάτος ενός κτιρίου στο ημισφαίριο

Ένα καλό σύστημα φωτισμού ημέρας θα πρέπει να ελαχιστοποιεί τη χρήση ηλεκτρικής ενέργειας και να υποστηρίζει τα συστήματα θέρμανσης. Οι σχεδιαστές πράσινων κτιρίων χρησιμοποιούν προγράμματα υπολογιστών για να προβλέψουν την ποσότητα και την κατεύθυνση του ηλιακού φωτός που θα λάβει ένα κτίριο κατά τη διάρκεια κάθε εποχής. Με αυτά τα αποτελέσματα, οι κάτοικοι μπορούν να τοποθετήσουν και να προσανατολίσουν τα παράθυρα για να παρέχουν τις καλύτερες συνθήκες φωτός της ημέρας. Αφού σχεδιάσουν τη βέλτιστη τοποθέτηση των παραθύρων, οι αρχιτέκτονες στη συνέχεια περιλαμβάνουν άλλες δομές όπως φεγγίτες και παράθυρα γραφείου για να συμπληρώσουν το φυσικό ηλιακό φως που εισέρχεται στο κτίριο.

Η εταιρεία ενέργειας Pacifi Gas and Electric (PG&E) οστήριξε ένα πρόγραμμα που ονομάζεται Πρωτοβουλία για τον φωτισμό της ημέρας για να εξυπηρετήσει τους δύο ακόλουθους σκοπούς: να ενθαρρύνει καλύτερα σχέδια κτιρίων για το φως της ημέρας και να αυξήσει την ευαισθητοποίηση σχετικά με τα οφέλη των φως της ημέρας. Το 1999, η Πρωτοβουλία για τον Φωτισμό της Ημέρας υποστήριξε μια μελέτη για τον προσδιορισμό των επιπτώσεων της βελτιωμένης έκθεσης στο φως της ημέρας στους μαθητές στα σχολεία. Η PG&E δήλωσε στην έκθεσή της Daylighting in Schools ότι η μελέτη «καθιέρωσε μια θετική συσχέτιση μεταξύ των υψηλότερων βαθμολογιών των τεστ και της παρουσίας του φωτός της ημέρας στις αίθουσες διδασκαλίας». Από εκείνη τη μελέτη, άλλοι έχουν δείξει ότι ο φωτισμός της ημέρας οδηγεί σε βελτιωμένη ορατότητα, διάθεση και συμπεριφορά στους μαθητές κατά τη διάρκεια των σχολικών ωρών, οδηγώντας σε βελτιωμένη μάθηση.

Εκτός από τα σχολεία, άλλοι τύποι κτιρίων έχουν βελτιώσει τον φωτισμό της ημέρας με σκοπό την αύξηση της προσοχής, του

ενδιαφέροντος και της γενικής αίσθησης της ευημερίας μεταξύ των προστατών τους. Οι ακόλουθοι τύποι κτιρίων έχουν διερευνήσει ιδέες για καλύτερο φωτισμό της ημέρας: μουσεία, καταστήματα λιανικής πώλησης, σούπερ μάρκετ, κτίρια, γραφεία γιατρών και αθλητικοί σύλλογοι.

Η Emily Rabin έγραψε για GreenBiz.com το 2006, "Ένας καλός σχεδιασμός ημέρας μπορεί να εξοικονομήσει έως και το 75 τοις εκατό της ενέργειας που χρησιμοποιείται για ηλεκτρικό φωτισμό σε ένα κτίριο." Αλλά ο φωτισμός της ημέρας σημαίνει περισσότερα από την προσθήκη πολλών παραθύρων σε ένα κτίριο. Η TrueLove επεσήμανε ότι ο καλύτερος δυνατός φωτισμός της ημέρας συμβαίνει μόνο εάν αρχιτέκτονες, μηχανικοί και κατασκευαστές συνεργάζονται για να κατανοήσουν πώς ταξιδεύει το φως μέσα σε ένα κτίριο. Για παράδειγμα, τα μεγάλα παράθυρα αφήνουν το φως του ήλιου, αλλά μπορούν επίσης να δεχτούν σημαντική θερμότητα και αντανάκλαση. Ως αποτέλεσμα, οι ένοικοι του κτιρίου μπορούν να κλείσουν τις περσίδες των παραθύρων και να καταφύγουν σε ηλεκτρικό φωτισμό. Για τους λόγους αυτούς, ο φωτισμός της ημέρας έχει εξελιχθεί σε μια σημαντική ειδικότητα στο σχεδιασμό πράσινων κτιρίων.

6.8 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΠΑΡΑΘΥΡΩΝ

Η τρέχουσα τεχνολογία παραθύρων παίζει ρόλο στη θέρμανση, την ψύξη, τη μόνωση, τον εξαερισμό, τον φωτισμό και την ηλεκτρική χρήση των πράσινων κτιρίων. Η κακή τεχνολογία παραθύρων αφαιρεί από τα κέρδη που προκύπτουν από την επιλογή της σωστής μόνωσης, των δομικών υλικών και άλλων εξαρτημάτων ενός πράσινου κτιρίου.

Τα παράθυρα και η ηλιακή ενέργεια συνεργάζονται για να δημιουργήσουν μια βιώσιμη δομή, επειδή τα παράθυρα έχουν σημαντικό αντίκτυπο στην εξοικονόμηση ενέργειας ενός κτιρίου. Στα συμβατικά κτίρια, η ενέργεια που χάνεται με τη μορφή θερμότητας που διαφεύγει μέσω των παραθύρων ευθύνεται για το 25 τοις εκατό της απώλειας θερμότητας ολόκληρου του κτιρίου.

Το πόσο καλά συμβάλλουν τα παράθυρα στην εσωτερική άνεση μπορεί να βοηθηθεί από τρία στοιχεία του ίδιου του κτιρίου. Πρώτον, τα πλαίσια παραθύρων χαμηλής αγωγιμότητας από ξύλο, βινύλιο ή υαλοβάμβακα αντί για αλουμίνιο ή χάλυβα παράγουν λιγότερη θερμότητα. Δεύτερον, τα παράθυρα ευθυγραμμισμένα με υλικά που διαθέτουν θερμική μάζα βοηθούν το παράθυρο και το υλικό να συνεργάζονται στην αποδοχή και τη συγκράτηση θερμότητας. Τρίτον, καλύμματα παραθύρων και ανασυρόμενες προεξοχές βοηθούν τα παράθυρα να δέχονται θερμότητα το χειμώνα και να απωθούν τη θερμότητα το καλοκαίρι. Η τεχνολογία του γυαλιού παραθύρων έχει επίσης προχωρήσει στον τομέα της εξοικονόμησης ενέργειας. Ο ακόλουθος πίνακας συνοψίζει τις πιο υποσχόμενες τεχνολογίες παραθύρων που εφαρμόζονται σήμερα σε πράσινα κτίρια.

Τεχνολογίες παραθύρων για εξοικονόμηση ενέργειας	
Τεχνολογία	Περιγραφή
υαλοπίνακες	μειώνει την ανεπιθύμητη θερμότητα ή μεγιστοποιεί τη μεταφορά θερμότητας, ανάλογα με τον τύπο του υαλοπίνακα και τον προσανατολισμό του παραθύρου
υψηλή μετάδοση	συνήθως χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με παράθυρα χαμηλής εκπομπής για να επιτρέψει στο μέγιστο ηλιακό φως να διασχίσει το γυαλί
χαμηλής εκπομπής (χαμηλής-E)	λεπτή επίστρωση ή μια απόχρωση στο εσωτερικό γυαλί αντανακλά θερμότητα πίσω σε ένα δωμάτιο σε ψυχρά κλίματα. ή στο εξωτερικό γυαλί σε ζεστά κλίματα
παράθυρα πολλαπλών μετατοπίσεων	οι διπλοί ή τριπλοί υαλοπίνακες μονώνουν δύο φορές περισσότερο από τα παράθυρα μονής στρώσης. Το αέριο αργού ή κρυπτού μεταξύ των υαλοπινάκων επιβραδύνει τη μεταφορά θερμότητας
υπερπαράθυρα	λεπτά πλαστικά μεταξύ υαλοπινάκων τριών ή περισσότερων υαλοπινάκων

Τα παράθυρα λαμβάνουν χαρακτηρισμούς που ονομάζονται τιμή U, η οποία είναι το αντίστροφο της τιμής R της έκδοσης.

$$\text{Τιμή } U = 1 / \text{τιμή } R$$

Οι οικοδόμοι επιλέγουν παράθυρα με βάση την ποσότητα φωτός και θερμότητας που χρειάζεται ένα κτίριο ή ένα δωμάτιο. Τα περισσότερα πράσινα κτίρια χρησιμοποιούν παράθυρα με τιμή U κοντά στο 0,20. Τα παράθυρα χαμηλής E έχουν U-τιμές περίπου 0,35, τα υπερπαράθυρα κυμαίνονται σε τιμές U από 0,15 έως 0,30. Οι οικοδόμοι και οι ιδιοκτήτες σπιτιού επιλέγουν τον τύπο της τεχνολογίας με βάση το φως του ήλιου που δέχεται ένα κτίριο και το κυρίαρχο κλίμα του. Η αύξηση του ηλιακού

συντελεστή θερμότητας (SHGC) αντιπροσωπεύει μια άλλη βαθμολογία που χρησιμοποιείται από τους κατασκευαστές παραθύρων για να περιγράψει πόσο καλά ένα παράθυρο μεταδίδει το φως του ήλιου. Οι χαμηλές τιμές SHGC, σε ένα εύρος μεταξύ 0 και 1, υποδεικνύουν ότι μεταδίδεται λιγότερο ηλιακό φως και οι υψηλές τιμές SHGC υποδεικνύουν ότι μεταδίδεται περισσότερο ηλιακό φως

Τα ηλιακά φίλμ για παράθυρα διαφέρουν από τα ηλιακά φίλμ που αρχίζουν να αντικαθιστούν τους ηλιακούς συλλέκτες. Τα παράθυρα αποτελούνται από λεπτές επικαλύψεις πάνω από το γυαλί με σκοπό να βοηθήσουν στον έλεγχο της θερμοκρασίας και να εμποδίσουν τη μετάδοση του υπεριώδους (UV) φωτός. Η υπεριώδης ακτινοβολία έχει συνδεθεί με ορισμένους καρκίνους, ειδικά τον καρκίνο του δέρματος, και επίσης εξασθενεί τα έπιπλα και τα κατοικίδια ζώα. Η Διεθνής Ένωση Παραθύρων με έδρα το Martinsville της Βιρτζίνια, απαριθμεί τα ακόλουθα χαρακτηριστικά των φίλμ παραθύρων:

- αποκλεισμός έως και 99 τοις εκατό της υπεριώδους ακτινοβολίας
- μειωμένη μετάδοση θερμότητας
- μειωμένη αντανάκλαση
- αντοχή σε γρατσουνιές και θραύση

Οι νέοι τύποι παραθύρων μπορεί κάποια μέρα να περιέχουν γυαλί ηλιακών κυττάρων στο οποίο ο κατασκευαστής ενσωματώνει εξαιρετικά λεπτές ηλιακές κυψέλες στον υαλοπίνακα. Τα παράθυρα γίνονται μέρος της συνολικής αξιοποίησης ηλιακής ενέργειας που χρησιμοποιεί το κτίριο. Η πρόοδος των υγρών κρυσταλλικών οθονών (LCD) και η νανοτεχνολογία έχουν κάνει τη χρήση ηλιακών παραθύρων εφικτή για το εγγύς μέλλον. Ο Τσαρλς Γκέι, διευθυντής στην ηλιακή βιομηχανία, δήλωσε στο Reuters το 2007, "ανεβαίνουν [το φως του ήλιου στην ενέργεια] για τους λεπτούς φίλμ. Δεν έχουν υπάρξει για τόσο καιρό [ως ηλιακοί συλλέκτες] και είμαστε ακόμα στη φάση της μάθησης. Η επιτυχία στην ανάπτυξη παραθύρων ηλιακών κυττάρων θα είναι ένα σημαντικό βήμα προς τα εμπρός για τη μεγιστοποίηση της συνολικής ηλιακής ενέργειας που μπορεί να συλληφθεί και να χρησιμοποιηθεί από ένα πράσινο κτίριο.

Η τεχνολογία των παραθύρων λειτουργεί σε συνδυασμό με τα υλικά κατασκευής και άλλους παράγοντες, όπως ο προσανατολισμός του κτιρίου, για να κάνει μια πράσινη κατασκευή να φτάσει στο ενεργειακό της αποκορύφωμα.

6.9 ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΙΣΗ ΝΕΡΟΥ

Η καθαρή πηγή γλυκού νερού ενός κτιρίου κατατάσσεται τόσο ψηλά σε σημασία όσο και η πηγή ενέργειάς του. Οποιοσδήποτε ζωντανός οργανισμός δεν μπορεί να υπάρξει πολύ χωρίς νερό. Τα πράσινα κτίρια

ενσωματώνουν τεχνικές για τη διατήρηση της ζήτησης γλυκού νερού με την επαναχρησιμοποίηση μέρους του νερού και τη σύλληψη της βροχής

Μια τυπική τετραμελής οικογένεια των ΗΠΑ χρησιμοποιεί περίπου 350 γανόλια (1.325 λίτρα) νερού την ημέρα στο σπίτι. Αυτό δεν συμπεριλαμβάνει την πρόσθετη χρήση νερού εκτός σπιτιού στην εργασία ή στο σχολείο. Οι εύκολες αλλαγές στη συμπεριφορά μπορούν να μειώσουν τη σπατάλη νερού, όπως τα εξής:

- ντους αντί για λουτρό
- συλλέγοντας το νερό που τρέχει **ενώ** περιμένετε ζεστό νερό για χρήση σε πότισμα φυτών, κατοικίδιων ζώων κ.λπ.
- κλείσιμο του νερού μεταξύ κάθε αντικειμένου κατά το πλύσιμο των πιάτων
- εξοικονόμηση ρούχων και πιάτων για πλήρη πλύση
- φύτευση βλάστησης ανθεκτικής στην ξηρασία πότισμα κήπων μόνο νωρίς το πρωί ή το βράδυ

Οι προμηθευτές υδραυλικών εγκαταστάσεων διαθέτουν επίσης μια ποικιλία προϊόντων που μειώνουν τη χρήση νερού και τα απόβλητα νερού. Ο ακόλουθος πίνακας παρέχει πληροφορίες σχετικά με τις πιο αποτελεσματικές και συχνά χρησιμοποιούμενες συσκευές εξοικονόμησης νερού για πράσινα κτίρια ή συμβατικά κτίρια.

Συσκευές εξοικονόμησης νερού	
Συσκευή	Πως εξοικονομεί νερό
τουαλέτα κομποστοποίησης	απομακρύνει τα απόβλητα σε μια περιοχή κομποστοποίησης χωρίς να εξαρτάται από τη χρήση νερού
Πλυντήριο πιάτων	Τα νέα μοντέλα πάγκου μπορούν να μειώσουν τον κανονικό όγκο του πλυντηρίου πιάτων σχεδόν κατά το ήμισυ
Διπλή τουαλέτα	ένας όγκος για την εξαγωγή των στερεών αποβλήτων και μικρότερος όγκος για την εξαγωγή υγρών αποβλήτων
Θερμοσίφωνας	Η ηλεκτρική μονάδα θέρμανσης κοντά στη βρύση θερμαίνει γρήγορα μικρούς όγκους νερού και στη συνέχεια σταματάει

	αυτόματα όταν σταματήσει η ροή
Περιοριστές ροής	η περιορισμένη εσωτερική διάμετρος της συσκευής επιτρέπει τη διέλευση λιγότερου νερού, περίπου 2,5 γαλόνια (9,5 l) ανά λεπτό
Πλυντήριο εμπρόσθιας φόρτωσης	μειώνει τον όγκο κατά το ένα τρίτο έως το ήμισυ των μηχανών κορυφαίας φόρτωσης, οι οποίες χρησιμοποιούν 8-14 γαλόνια (30-53 l) νερού ανά φορτίο
Επαναχρησιμοποίηση γκρίζου νερού	αναδρομολογημένα λύματα από ντους, νεροχύτες και ο κύκλος ξεβγάλματος ρούχων πηγαίνει στις τουαλέτες ή την άρδευση
Χαμηλή ροή στο ντουζ και στην βρύση	αερίζει το νερό για να μειώσει τον όγκο της ροής
Τουαλέτα χαμηλής εκροής	μειώνει τον κανονικό όγκο USH κατά το ήμισυ από 4-5 γαλόνια (15-19 l) ανά εκροή σε 1,6 γαλόνια (6,1 l) ανά ΥΓ.

Εταιρείες κοινής ωφέλειας νερού σε όλες τις ΗΠΑ δίνουν συμβουλές για το πώς να εξοικονομήσετε νερό μέσα και έξω από το σπίτι. Τα πράσινα κτίρια διαφέρουν από τα παραδοσιακά κτίρια, επειδή οι πράσινοι κατασκευαστές δίνουν ιδιαίτερη προσοχή στη διαχείριση του γκρίζου νερού και στη συλλογή του βρόχινου νερού. Η επαναχρησιμοποίηση του γκρίζου νερού κερδίζει σε δημοτικότητα εδώ και αρκετά χρόνια, ειδικά ως πηγή νερού για κήπους. Ορισμένα χαρακτηριστικά των πράσινων κτιρίων μπορούν να διατηρήσουν επιπλέον νερό συλλέγοντας το νερό της βροχής και αποθηκεύοντάς το σε μια υπέργεια ή υπόγεια δεξαμενή. Πολλά θερμοκήπια έχουν στέρνες, οι οποίες είναι ανοιχτές δεξαμενές που απλά συλλέγουν κάθε βροχή που πέφτει μέσα τους. το νερό στη συνέχεια τρέχει σε μια δεξαμενή αποθήκευσης. Οι αρχιτέκτονες προσθέτουν χαρακτηριστικά όπως κατευθυνόμενες υδρορροές κατά μήκος της άκρης της οροφής για να μεταφέρουν το νερό της βροχής στη δεξαμενή.

Η πρακτική της συλλογής βρόχινου νερού για χρήση ονομάζεται συγκομιδή βρόχινου νερού. Το νερό της βροχής είναι συνήθως απαλό (περιέχει λίγα μέταλλα ή άλατα) και καθαρό. Απαιτεί ελάχιστη ή

καθόλου επεξεργασία πριν το χρησιμοποιήσει ένα νοικοκυριό για πλύσιμο, πλύσιμο πιάτων ή πλύσιμο ρούχων. Το νερό της βροχής που πρόκειται να εξοικονομηθεί για πόση θα πρέπει να υποβληθεί σε επεξεργασία περνώντας το από ένα φίλτρο εγκατεστημένο μεταξύ της δεξαμενής αποθήκευσης και των βρυσών. Τα αντιδραστήρια επεξεργασίας περιέχουν τα ακόλουθα δύο συστατικά : έναν άνθρακα που απομακρύνει την οργανική ύλη και έναν μεμβρανικό φίλτρο που απομακρύνει τα σωματίδια.

6.10 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΡΕΥΜΑΤΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Διαχείριση νερού μέσα σε ένα πράσινο κτίριο σημαίνει διαχείριση λυμάτων και άλλων αποβλήτων. Η διαχείριση των απορριμμάτων ξεκινά με τις κατασκευαστικές δραστηριότητες ενός νέου πράσινου κτιρίου και συνεχίζεται μέχρι την καθημερινότητα των κατοίκων. Οι πράσινοι οικοδόμοι έχουν αποφασίσει να χρησιμοποιούν μεθόδους που μειώνουν τα απόβλητα ξύλου και άλλων υπερβολών αλλά η κατασκευή δημιουργεί αναπόφευκτα κάποια απόβλητα. Ο καλός σχεδιασμός κατασκευών περιλαμβάνει έναν κατάλογο τοποθεσιών όπου τα απόβλητα ξύλου, σκυροδέματος, πέτρας , γρανίτη, υφάσματος και μόνωσης μπορούν να σταλούν για επαναχρησιμοποίηση.

Μέσα σε ένα πράσινο σπίτι, οι ιδιοκτήτες διαχειρίζονται τα δικά τους ρεύματα αποβλήτων, τα οποία είναι οι συνολικοί τύποι και ποσότητες αποβλήτων που παράγει το κτίριο σε μια χρονική περίοδο. Τα κύρια ρεύματα αποβλήτων αποτελούνται από απόβλητα τροφίμων, χαρτί και άλλα ανακυκλώσιμα υλικά, υγρά απόβλητα από τουαλέτες, πλυντήρια, νεροχύτες και ντους και στερεά ανθρώπινα απόβλητα. Τα περισσότερα νοικοκυριά μειώνουν τα φορτία αποβλήτων τους διαχωρίζοντας τα ανακυκλώσιμα υλικά που συλλέγονται από έναν μεταφορέα αποβλήτων. Τα πράσινα κτίρια περιλαμβάνουν πρόσθετα χαρακτηριστικά για να αποτρέψουν την είσοδο των άλλων αποβλήτων στις μεγαλύτερες κοινοτικές ροές αποβλήτων.

Πολλές μικρές και εξειδικευμένες εταιρείες διαθέτουν προϊόντα για τη μείωση των οικιακών απορριμμάτων. Οι τουαλέτες κομποστοποίησης έχουν κερδίσει αποδοχή ως ένας ασφαλής τρόπος για τη μείωση των στερεών αποβλήτων και την εξάλειψη των κινδύνων για την υγεία. Οι τουαλέτες κομποστοποίησης λειτουργούν με έναν από τους δύο τρόπους. Πρώτον, μια τουαλέτα μπορεί να περιέχει ένα δοχείο που παρέχει ένζυμα για τη διάσπαση των αποβλήτων. Δεύτερον, η τουαλέτα μπορεί να επεξεργαστεί τα απόβλητα με ένζυμα και στη συνέχεια να κατευθύνει τα μερικώς επεξεργασμένα απόβλητα σε έναν τεχνητό υγρότοπο. Οι ειδικοί μπορούν να κατασκευάσουν υγροτόπους που περιέχουν μια ποικιλία φυτών και παρέχουν ένα αργό αλλά σταθερό χαμηλό νερό, τα οποία βοηθούν τα φυσικά μικρόβια να αποσυνθέσουν τα απόβλητα. Επομένως, οι κατασκευασμένοι

υγρότοποι λειτουργούν ακριβώς όπως οι φυσικοί υγρότοποι εργάζονται στην αποσύνθεση της οργανικής ύλης.

Άλλες τεχνικές στη μείωση των αποβλήτων συνίστανται σε ένα υπαίθριο σωρό κομποστοποίησης για απορρίμματα κουζίνας εκτός κρέατος, ένα σύστημα επαναχρησιμοποίησης γκρίζου νερού και τη συλλογή ρούχων για χρήση στην περιοδική ενίσχυση της μόνωσης του σπιτιού.

6.11 ΕΚΤΟΣ ΕΝΡΓΕΙΑΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ

Τα άτομα που έχουν δεσμευτεί να ζουν χωρίς υπερφορολόγηση των φυσικών πόρων της Γης έχουν βρει εφευρετικούς τρόπους ύπαρξης του ενεργειακού δικτύου. Ακόμη και μικρές κοινότητες έχουν αναπτύξει τρόπους ζωής μέσω της συνεργασίας όλων των περιοχών της κοινότητας. Το Rock Port (πληθυσμός 1.300) στη βορειοδυτική γωνία του Μιζούρι μετέτρεψε τη χρήση ενέργειας το 2008 σε ένα πλήρως διασυνδεδεμένο σύστημα που τροφοδοτείται από τέσσερις τεράστιες ανεμογεννήτριες. Οι σκεπτικιστές στο Rock Port αμφέβαλλαν ότι η πόλη, ακόμη και μια τόσο μικρή όσο η δική τους, θα μπορούσε να πάει από το δίκτυο, αλλά η γη τους βρίσκεται στις κεντρικές πεδιάδες όπου φυσάει άνεμος και φυσά δυνατά. Ένας κάτοικος Έρικ Τσάμπερλεν, ο οποίος ηγήθηκε της μετάβασης εκτός δικτύου παραδέχτηκε «Δεν Πίστευα ποτέ ότι θα συνέβαινε αυτό; Τώρα, όχι σε ένα εκατομμύριο χρόνια . . . είναι πέρα από τη φαντασία μου». Σε περιόδους υψηλών ανέμων, το Rock Port παράγει περισσότερη ηλεκτρική ενέργεια από ό,τι μπορεί να χρησιμοποιήσει, οπότε η πόλη βάζει το πλεόνασμα στο δημοτικό ενεργειακό δίκτυο. Σε χαμηλούς ανέμους, η πόλη συμπληρώνει τη διαφορά αντλώντας ηλεκτρική ενέργεια από το δίκτυο. Το μέλλον του Rock Port μπορεί να περιλαμβάνει την εγκατάσταση συστημάτων αποθήκευσης ενέργειας, έτσι ώστε η πλεονάζουσα ενέργεια που παράγουν οι ανεμογεννήτριες να μπορεί να εξοικονομηθεί για αργότερα.

Το Rock Port του Μιζούρι αποδεικνύει ότι η διαβίωση εκτός δικτύου μπορεί να λάβει χώρα σε έναν ολόκληρο δήμο, αν και αυτή η πόλη είναι μικρή. Ίσως ο απλούστερος τρόπος για να μετακινηθεί όλο και μεγαλύτερο ποσοστό νοικοκυριών και επιχειρήσεων έξω από το ενεργειακό δίκτυο βρίσκεται στα χέρια κάθε ατόμου. Ο συγγραφέας του περιβάλλοντος Alex Steffen έγραψε το 2006 στο βιβλίο *Worldchanging: A User's Guide for the 21st Century*, «Αν τα σπίτια με ηλιακούς συλλέκτες στις στέγες τους και ανεμογεννήτριες στις αυλές τους σας κάνουν να σκεφτείτε κοινότητες και χίπις, η διανοητική σας εικόνα είναι ξεπερασμένη. Όποιος έχει λίγο από τη νοοτροπία να επωφεληθεί από την εγκατάσταση ενός οικιακού ενεργειακού συστήματος. Οι εγκαταστάσεις αυτές μπορούν να σας εξοικονομήσουν πραγματικά χρήματα μακροπρόθεσμα και να παρέχουν το μεγαλύτερο μέρος ή το σύνολο της δύναμής σας με καθαρούς, εγχώριους τρόπους. Με άλλα

λόγια , δεν φαίνεται να υπάρχει λόγος να μην μετατραπεί μια υπάρχουσα κατασκευή σε κάποιο είδος ανανεώσιμης πηγής ενέργειας.

Οι υποστηρικτές της αιολικής ενέργειας πιστεύουν ότι η δημιουργία επικοινωνιών δικτύου που τροφοδοτούνται από αιολική ενέργεια μπορεί να είναι φθηνότερη και πιο εφικτή από την εγκατάσταση συστημάτων ηλιακής ενέργειας. Αντί να αναλάβουν το τεράστιο έργο της μετατροπής μεγάλων πόλεων ή κωμοπόλεων, μικρότερες κοινότητες με λιγότερους από 10.000 ανθρώπους μπορεί να είναι η καλύτερη προσέγγιση. Ο συνήγορος της κοινοτικής αιολικής ενέργειας Mike Bowman είπε στο E/The Environmental Magazine το 2009, «Έχουμε ένα σύστημα διανομής σε αυτή τη χώρα όπου το 80 τοις εκατό της γεωγραφίας εξυπηρετείται από αγροτικά ηλεκτρικά. Αυτό που έχουμε σήμερα, 70 χρόνια μετά, είναι ένα σύστημα που εφαρμόζεται για την παροχή μικρών ποσοτήτων ενέργειας σε χιλιάδες μέρη ταυτόχρονα». Με άλλα λόγια, στις ΗΠΑ οι επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας στον τομέα της ενέργειας διαθέτουν ήδη μια καλή υποδομή διανομής για τη μεταφορά ανανεώσιμης ενέργειας σε χιλιάδες μικρές κοινότητες.

Ο Bowman επεσήμανε τα πλεονεκτήματα των αιολικών σταθμών κοινοτικής κλίμακας σε σύγκριση με τα μεγάλα εταιρικά αιολικά πάρκα. Οι ακόλουθες προτάσεις θα μπορούσαν να εφαρμοστούν όπως και στις επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας που παρέχουν ηλιακή ενέργεια, γεωθερμική ενέργεια ή ενέργεια από βιομάζα:

- Οι διασυνδεδεμένες εγκαταστάσεις μεσαίου μεγέθους μπορούν να κάνουν καλύτερη χρήση της τοπικής γεωγραφίας από τους μεμονωμένους μεγάλους σταθμούς παραγωγής ενέργειας.
- Τα περισσότερα τρέχοντα δίκτυα γραμμών μεταφοράς δεν διαθέτουν αρκετές γραμμές στα σωστά σημεία για τη μεταφορά ηλεκτρικής ενέργειας από ηλιακά ή αιολικά πάρκα ή γεωθερμικές πηγές.
- Οι διευθυντές των εγκαταστάσεων θα μπορούσαν να ελέγχουν καλύτερα τη διανομή και την αποθήκευση όταν η πηγή ενέργειας έρχεται σε λειτουργία.
- Τα μικρά συστήματα μπορούν να χρησιμοποιούν υπάρχουσες γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας.

Η ηλιακή, η αιολική, η γεωθερμική ενέργεια και άλλες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας έχουν δημιουργήσει αρκετές ιστορίες επιτυχίας στις Ηνωμένες Πολιτείες και στο εξωτερικό για να δείξουν ότι αυτές οι μέθοδοι του δικτύου είναι δυνατές πιστώσεις και μια δέσμευση από την κοινότητα. Το κοινό έχει στη διάθεσή του μια γενναιοδωρία πόρων για να κάνει τη ζωή του δικτύου πρακτική. Η καλύτερη ευκαιρία για επιτυχία θα είναι πιθανότατα μια ισχυρή οικονομία που υποστηρίζει μια καινοτόμο και αναπτυσσόμενη πράσινη βιομηχανία.

6.12 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα πράσινα κτίρια αποτελούν τη ραχοκοκαλιά της βιώσιμης διαβίωσης είτε σε μεγάλες πόλεις είτε σε μικροσκοπικές αγροτικές πόλεις. Κάθε κτίριο που κατασκευάζεται σήμερα για να χρησιμοποιεί περισσότερη ηλιακή ενέργεια και λιγότερη ενέργεια από άνθρακα, περισσότερο γκρίζο νερό και λιγότερο νερό βρύσης της πόλης, καθώς και περισσότερη επιτόπια ανακύκλωση αποβλήτων και λιγότερα απόβλητα που αποστέλλονται σε μια μονάδα επεξεργασίας, συμβάλλει στην οικοδόμηση της αστάθειας της φυσικής κατάστασης. Αρχιτέκτονες, σχεδιαστές και μηχανικοί περιβάλλοντος συμβάλλουν όλοι στη δημιουργία αυτών των νέων πράσινων κτιρίων.

Τα πράσινα κτίρια μπορεί να έχουν ένα από τα λαμπρότερα μέλλοντα όλων των πρωτοβουλιών βιωσιμότητας, επειδή οι νέες τεχνολογίες σε αυτόν τον τομέα αναδύονται γρήγορα. Προγράμματα όπως το LEED βοηθούν τόσο τους ιδιοκτήτες σπιτιού όσο και τις επιχειρήσεις, παρέχοντας κίνητρα για την οικοδόμηση πράσινου και καθώς ένας αυξανόμενος αριθμός πόλεων απαιτεί νέα κτίρια για να χτιστούν πράσινα, οι Ηνωμένες Πολιτείες ενδέχεται να κινηθούν προς το κάποτε αδιανόητο καθεστώς της κοινωνίας του δικτύου. Αν και οι Ηνωμένες Πολιτείες και άλλες χώρες παραμένουν σήμερα πολύ μακριά από αυτόν τον στόχο, η επιθυμία και η τεχνολογία επικεντρώνονται καθημερινά περισσότερο στην επίτευξη κάποιου βαθμού βιωσιμότητας στο εγγύς παρά στο μακρινό μέλλον.

Προκειμένου να κάνουν το μεγάλο βήμα για τη ζωή του δικτύου, οι κατασκευαστές ξεκινούν με απλά βήματα στην κατασκευή ενεργειακών συστημάτων θέρμανσης, ψύξης και ηλεκτρικών συστημάτων. Οι νέες τεχνολογίες στη μόνωση, τα παράθυρα, την ανακύκλωση νερού και τη διαχείριση αποβλήτων υποστηρίζουν αυτά τα συστήματα. Οι πράσινοι κατασκευαστές έχουν εξαιρετικά παραδείγματα κατοικιών που έχουν μεταβεί από την κατανάλωση ενέργειας στις δομές παραγωγής ενέργειας και η πράσινη δόμηση έχει γίνει μία από τις ταχύτερα αναπτυσσόμενες πτυχές του κατασκευαστικού κλάδου.

Το μέλλον του σχεδιασμού πράσινων κτιρίων θα καθοδηγείται από τις νεότερες τεχνολογίες στους μηχανισμούς ανάδρασης, έτσι ώστε οι συσκευές, τα δωμάτια και ολόκληρες κατασκευές να μπορούν να χρησιμοποιούν ενέργεια στο αποκορύφωμα θα είναι μια σημαντική πρόοδος από τα συμβατικά συστήματα διανομής ενέργειας στα οποία εξακολουθούν να βασίζονται οι περισσότερες πόλεις, όπως περιέγραψε ο περιβαλλοντικός συγγραφέας Michael Prager το 2009, «το σημερινό δίκτυο δεν έχει αλλάξει σχεδόν καθόλου σε έναν αιώνα: τεράστιες ποσότητες ενέργειας που παράγονται σε εργοστάσια μεγαθήρια αποστέλλονται μέσω καλωδίων μετάδοσης. το σύστημα είναι σκληρό και θρασύ. . . αλλά δεν ήταν ποτέ εγκεφαλικό και μην μιλάτε καν για τις

επικοινωνιακές του δεξιότητες. (Έχετε ποτέ σκεφτεί υποστήριξε ότι ο μόνος τρόπος με τον οποίο η εταιρεία ηλεκτρικής ενέργειας να γνωρίζει ότι η ισχύς σας είναι εκτός λειτουργίας είναι αν τους τηλεφωνήσετε και τους το πείτε;)» Με αυτή την εικόνα κατά νου, φαίνεται βέβαιο ότι οι επιστήμονες, οι μηχανικοί και το κοινό μπορούν να βελτιώσουν την τρέχουσα παραγωγή ενέργειας.

Οι νέες τεχνολογίες στο σχεδιασμό των κτιρίων, στα δομικά υλικά, στις ενεργειακές μεθόδους συναρμολόγησης νέων κτιρίων και σε ένα διευρυμένο φάσμα ανανεώσιμων πηγών ενέργεια θα είναι το μέλλον των πράσινων κτιρίων. Σε πολλά μέρη, αυτό το ενθαρρυντικό μέλλον έχει ήδη ξεκινήσει.

7. ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΠΟ ΣΤΕΡΕΑ ΒΙΟΜΑΖΑ

Τα υγρά βιοκαύσιμα και η στερεή βιομάζα προέρχονται από ύλες που περιέχουν οργανικές Ενώσεις. Αυτές οι Ουσίες συχνά αναφέρονται συλλογικά ως πηγές βιοενέργειας. Τα περισσότερα από τα βιοκαύσιμα και τη βιομάζα που έχουν οραματιστεί όπως μεγάλες μελλοντικές πηγές ενέργειας έρχονται από καλλιέργειες και παράγωγα καλλιέργειας που απομένουν μετά τη συγκομιδή. Τα βιοκαύσιμα αποτελούνται κυρίως από αιθανόλη, μία αλκοόλη προερχόμενη από φυτική ύλη (επίσης Ονομάζεται κόκκος αλκοόλ); Η φυτική ύλη από την οποία παράγεται η αιθανόλη αποτελεί βιομάζα.

Η αιθανόλη και το βιοντίζελ είναι τα δύο κύρια βιοκαύσιμα που χρησιμοποιούνται σήμερα. Ένα γαλόνι (3.78 l) αιθανόλης περιέχει περίπου το 67 τοις εκατό της ενέργειας που παρέχεται από ένα γαλόνι βενζίνης. Το βιοντίζελ προέρχεται από την επεξεργασία φυτικών ελαίων από διάφορα φυτά όπως καλαμπόκι ή σόγια ή από φυτικά λίπη. Το βιοντίζελ περιέχει ένα διαφορετικό μείγμα υδρογονανθράκων από την αιθανόλη, έτσι έχει μια διαφορετική ποσότητα ενέργειας: Ένα γαλόνι βιοντίζελ περιέχει περίπου το 86 τοις εκατό της ενέργειας που παρέχεται από ένα γαλόνι βενζίνης.

Τα βιοκαύσιμα έγιναν το κύριο επίκεντρο της αναπτυσσόμενης βιομηχανίας εναλλακτικών καυσίμων τη δεκαετία του 1990. Καθώς το ενδιαφέρον για νέα καύσιμα και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας άνθισε, οι παγκόσμιες επενδύσεις σε βιοκαύσιμα αυξήθηκαν από 5 δισεκατομμύρια δολάρια το 1995 σε 38 δισεκατομμύρια δολάρια το 2005 και θα ξεπεράσουν τα 100 δισεκατομμύρια δολάρια κατά το 2010. Αλλά η κραυγή για βιοκαύσιμα δημιούργησε ακούσιες επιπτώσεις σε όλο τον κόσμο με αύξηση των τιμών του καλαμποκιού, την κύρια πηγή καυσίμου αιθανόλης, μεγαλύτερη από οποιαδήποτε αύξηση που είχαν δει οι αγρότες από τον Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο. Οι καλλιεργητές των Η.Π.Α. και οι αγρότες σε άλλες χώρες άδραξαν την ευκαιρία να κερδίσουν περισσότερα καλλιεργώντας καλαμπόκι για τη βιομηχανία βιοκαυσίμων από το να παραμείνουν με καλλιέργειες με χαμηλότερες αμοιβές. Από το 2003 έως το 2008, η ποσότητα καλαμποκιού των ΗΠΑ που φυτεύτηκε έχει διπλασιαστεί.

Οι υψηλές τιμές των σιτηρών σήμαιναν αυξημένες τιμές των ειδών που χρησιμοποιούν σιτηρά, όπως το βόειο κρέας, τα πουλερικά και τα δημητριακά πρωινού, μεταξύ εκατοντάδων άλλων προϊόντων. Οι παγκόσμιες τιμές των τροφίμων έχουν αρχίσει να αυξάνονται και αυτή η αύξηση έχει οδηγήσει σε περιβαλλοντική ζημία. Ένα σενάριο που περιέγραψε το περιοδικό Time το 2008 εξήγησε την επίδραση των βιοκαυσίμων στην οικονομία και με τη σειρά του στο περιβάλλον, ως εξής:

- Ένα πέμπτο της καλλιέργειας καλαμποκιού των ΗΠΑ εκτρέπεται σε διυλιστήρια αιθανόλης και όχι στην παραγωγή τροφίμων.

- Η αυξημένη τη ζήτηση για καλαμπόκι αυξάνει τις παγκόσμιες τιμές καλαμποκιού.
- Η επιπλέον γη που φυτεύεται με καλαμπόκι κάνει την προσφορά άλλων καλλιεργειών, όπως η σόγια, να μειώνεται.
- Οι τιμές της σόγιας αυξάνονται.
- Οι γεωργοί που ήδη καλλιεργούν σόγια στις αναπτυσσόμενες χώρες αποφασίζουν να αυξήσουν την καλλιέργειά του για να επωφεληθούν από την αυξανόμενη αξία της σόγιας.
- Οι αγρότες μετατρέπουν τα βοσκοτόπια σε καλλιέργεια, εκτοπίζοντας τους κτηνοτρόφους.
- Οι κτηνοτρόφοι αφαιρούν τα δάση για περισσότερους βοσκότοπους.

Τα δάση που εξαφανίζονται στο όνομα των βιοκαυσίμων ισοδυναμούν με απώλεια βιοτόπων για τα απειλούμενα είδη. Φτωχές περιοχές που δεν μπορούν να καλλιεργήσουν άφθονες σοδειές οποιουδήποτε είδους πέφτουν θύματα της εκτόξευσης των τιμών των τροφίμων. Η καλλιέργεια καλαμποκιού για την παραγωγή αιθανόλης καταναλώνει επιπλέον καύσιμα για φορτηγά και θεριζοαλωνιστικές μηχανές και για τη λειτουργία διυλιστηρίων αιθανόλης (που ονομάζονται βιολογικά εργοστάσια). Ο David Pimental του Πανεπιστημίου Cornell είπε ωμά το 2007: «Τα βιοκαύσιμα είναι μια συνολική σπατάλη και μας παραπλανούν από το να φτάσουμε σε αυτό που πραγματικά πρέπει να κάνουμε: συντήρηση. Τα βιοκαύσιμα είναι απειλή, όχι υπηρεσία». Παγκόσμιες περιβαλλοντικές οργανώσεις και οικονομολόγοι όπως ο Nathaneal Greene του Συμβουλίου Άμυνας Εθνικών Πόρων έχουν πλέον αναγνωρίσει: «Όλοι εξετάζουμε τους αριθμούς με έναν εντελώς νέο τρόπο». Μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας δεν μπορεί να έχει μέλλον εάν τελικά επιδεινώνει τη φτώχεια και καταστρέφει το περιβάλλον. Οι μελέτες για την αξία των βιοκαυσίμων συνεχίζονται. Ενώ οι περιβαλλοντολόγοι και ορισμένοι οικονομολόγοι έχουν εντοπίσει την αιτία του αποτελέσματος στην παραγωγή βιοκαυσίμων, οι οργανώσεις βιοκαυσίμων και τα μέλη της ομοσπονδιακής κυβέρνησης εξακολουθούν να υποστηρίζουν την έρευνα για τα βιοκαύσιμα.

Η βιομάζα ως πηγή ενέργειας έχει εν τω μεταξύ αναπτυχθεί στη σκιά των βιοκαυσίμων. Οι Ηνωμένες Πολιτείες λαμβάνουν σήμερα περίπου 45 δισεκατομμύρια κιλοβατώρες από βιομάζα ετησίως, αντιπροσωπεύοντας λιγότερο από το 2 τοις εκατό της συνολικής παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Ωστόσο η ενέργεια από βιομάζα μπορεί σύντομα να αυξηθεί, επειδή η βιομάζα δεν παρεμβαίνει στην τρέχουσα γεωργική παραγωγή και ανακυκλώνει τα οργανικά απόβλητα του κόσμου. Η βιομάζα ως πηγή ενέργειας έχει ήδη αποδειχθεί ότι λειτουργεί, όπως αναφέρεται σε αυτό το κεφάλαιο.

Το κεφάλαιό αυτό ακολουθεί την αυξανόμενη ισχύ της βιομάζας ως ανανεώσιμη πηγή ενέργειας. Καθορίζει τη βιομάζα και τη συγκρίνει με άλλες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, κρίσιμη πηγή ενέργειας σε βιώσιμες κοινότητες. Τέλος, η συζήτηση που παρουσιάζεται εδώ παρουσιάζει ιδέες για το πώς η βιομάζα μπορεί να βελτιστοποιηθεί ως μια φθηνή, χρήσιμη και οικολογικά ορθή επιλογή στην παραγωγή ενέργειας.

7.1 Η ΒΙΟΜΑΖΑ ΤΗΣ ΓΗΣ

Οι βιολόγοι θεωρούν τη βιομάζα ως το ξηρό βάρος όλης της οργανικής ύλης που παράγεται στη Γη από φυτά και φωτοσυνθετικά μικρόβια. Στην περιβαλλοντική επιστήμη, η βιομάζα είναι συνολικά φυτικά υλικά αλλά και ζωικά απόβλητα που μπορούν να καούν ως καύσιμο.

Η βιομάζα είναι η μορφή αποθήκευσης ενέργειας για όλα τα έμβια όντα στις τροφικές αλυσίδες. Η χημική ενέργεια που διατηρείται στη βιομάζα εξυπηρετεί κάθε μέλος μιας τροφικής αλυσίδας. Για παράδειγμα, η φυτική βιομάζα με τη μορφή υδατανθράκων παρέχει ενέργεια στα ζώα που βόσκουν. Η βιομάζα σε αυτά τα ζώα με τη μορφή λιπών, πρωτεϊνών και υδατανθράκων λειτουργεί ως πηγή ενέργειας για τους θηρευτές υψηλότερα στα τρόφιμα αλυσίδα. Όταν τα ζώα παράγουν απόβλητα ή όταν πεθαίνουν, η βιομάζα παρέχει ενέργεια για τα μικρόβια και για τα ζώα καθαρισμού, όπως οι κόνδορες. Ως εκ τούτου, η βιομάζα διαδραματίζει κεντρικό ρόλο στην ανακύκλωση των θρεπτικών ουσιών της Γης.

Όλη η ενέργεια του Ήλιου που αποθηκεύεται στη Γη στις ενώσεις που αποτελούν τα φυτά και τα ζώα ισούται με την ακαθάριστη πρωτογενή παραγωγικότητα (GPP) ενός οικοσυστήματος. Όταν ένα φυτό ή ζώο αξιοποιεί αυτόν τον ενεργειακό εφοδιασμό για να ζήσει, να αναπτυχθεί και να αναπαραχθεί, πρέπει να χρησιμοποιήσει μέρος της ακαθάριστης πρωτογενούς παραγωγικότητας για τη δική του ανάγκη. Μόλις καλυφθούν αυτές οι ανάγκες, η ενέργεια που εκμισθώνεται ονομάζεται καθαρή πρωτογενής παραγωγικότητα (NPP), η οποία είναι διαθέσιμη για χρήση από άλλους οργανισμούς.

$NPP = GPP - R$, όπου R είναι η ενέργεια που απαιτείται για τα συστήματα ενός οργανισμού

Ένα μέρος της ενέργειας στη βιομάζα εξαφανίζεται ως θερμότητα κάθε φορά που η ενέργεια αλλάζει από τη μία μορφή στην άλλη. Για παράδειγμα, ένας σολομός σε έναν ποταμό της Αλάσκας καταναλώνει υδρόβια χόρτα για ενέργεια, αλλά το ψάρι δεν μπορεί να μετατρέψει το 100 τοις εκατό της φυτικής ενέργειας σε ζωική ενέργεια. Μέρος της ενέργειας του γρασιδιού διαχέεται ως θερμότητα. Ομοίως, μια αρκούδα γκρίζλι που τρέφεται με τον σολομό μπορεί να μεταφέρει μόνο ένα μέρος της ενέργειας που είναι αποθηκευμένη στη σάρκα του σολομού. Η υπόλοιπη ενέργεια

διαχέεται επίσης ως θερμότητα. Ένα τέτοιο σταδιακό σχήμα στη μεταφορά ενέργειας της τροφικής αλυσίδας ονομάζεται οικολογική πυραμίδα. Μια μεγάλη ποσότητα ενέργειας και οργανισμών κατοικούν στο κάτω μέρος της πυραμίδας, αλλά με κάθε βήμα σε υψηλότερο επίπεδο, οι θηρευτές γίνονται λιγότερο πολυάριθμοι και η ενέργεια που είναι διαθέσιμη σε αυτούς μειώνεται.

Οι δραστηριότητες στη Γη μετατρέπουν τη βιομάζα σε ενέργεια με τρεις διαφορετικές βιοτεχνολογικές μεθόδους και μία χημική μέθοδο. Στη βιολογία, τα μικρόβια αποικοδομούν τη βιομάζα σε απλούστερες ενώσεις με την απελευθέρωση θερμότητας και αερίων. Η πρώτη μικροβιακή μέθοδος είναι η ζύμωση, η οποία μετατρέπει τη βιομάζα σε αλκοόλη και άλλα τελικά προϊόντα όπως το CO₂. Η δεύτερη μικροβιακή μέθοδος συνεπάγεται αναερόβιες αντιδράσεις, οι οποίες είναι αντιδράσεις που συμβαίνουν απουσία οξυγόνου. Οι αναερόβιες αντιδράσεις παράγουν κυρίως αέριο μεθάνιο. Η τρίτη βιολογική μέθοδος, αναπνοή, χρησιμοποιείται από ζώα και μερικά μικρόβια. Στην αναπνοή, ένας οργανισμός καταναλώνει οξυγόνο καθώς μετατρέπει τα σάκχαρα σε ενέργεια και στη συνέχεια απελευθερώνει CO₂ με άλλα τελικά προϊόντα. Η χημική μέθοδος που συμβαίνει στη Γη για την απελευθέρωση της ενέργειας της βιομάζας είναι η καύση. Ένα χτύπημα από κεραυνό μπορεί να αναφλέξει ένα δάσος και να προκαλέσει την καύση νεκρών φύλλων και κλαδιών καθώς και ζωντανών δέντρων. Η καύση του μετατρέπει τις ενώσεις που συνθέτουν τη βιομάζα σε διαφορετικές ενώσεις με την απελευθέρωση θερμικής ενέργειας. Η αξιοποίηση της ενέργειας που μπορεί να απελευθερωθεί από τη βιομάζα μέσω της καύσης είναι η βάση της παραγωγής ενέργειας από βιομάζα.

7.2 ΤΥΠΟΙ ΒΙΟΜΑΖΑΣ

Διαφορετικοί τύποι βιομάζας μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή ενέργειας σε μονάδες παραγωγής ενέργειας από βιομάζα. Όταν χρησιμοποιείται με αυτόν τον τρόπο για εμπορική ή οικιακή ενεργειακή παραγωγή, τα υλικά βιομάζας ονομάζονται πρώτες ύλες. Οι πρώτες ύλες προέρχονται από τις ακόλουθες πηγές: απόβλητα γεωργικών καλλιεργειών, απόβλητα κηπευτικών, ξύλο και ξυλάνθρακας, ιλύς επεξεργασίας χαρτοπολτού, αστικά στερεά απόβλητα (ΑΣΑ), στερεά επεξεργασίας λυμάτων, ζωικά απόβλητα και απόβλητα από την αρρώστια. Μερικές φορές χρησιμοποιούνται φυτικά έλαια και ζωικά λίπη επίσης στην κατηγορία της βιομάζας που παράγει ενέργεια.

Η ενέργεια από βιομάζα προσφέρει ένα πλεονέκτημα επειδή μπορεί να είναι οποιοδήποτε στερεό υλικό που όταν καίγεται απελευθερώνει μια αξιοποιήσιμη μορφή ενέργειας. Οι κύριοι τύποι βιομάζας που χρησιμοποιούνται σε όλο τον κόσμο διαφέρουν στην πηγή, έτσι ώστε να περιέχουν διάφορα συστατικά, τα οποία τα καθιστούν λίγο πολύ αποδοτικές ως πηγές ενέργειας. Μερικές από τις διακυμάνσεις της βιομάζας παρατίθενται στον ακόλουθο πίνακα.

Τύποι στερεής βιομάζας με μεταβλητή σύνθεση	
Στερεή βιομάζα	Πιθανά συστατικά
γεωργικά απόβλητα	μίσχοι, άχυρο, μοσχεύματα, φύλλα, γάστρα, όστρακα, αμπέλια, φλούδες φρούτων και λαχανικών, σπόροι, ζωική κοπριά
ΧΥΤΑ και MSW	χαρτί, χαρτόνι, οικιακά απορρίμματα, απορρίμματα εστιατορίων, ρούχα και υφάσματα, έπιπλα
ξύλο	πέλλετ, τσιπς και ροκανίδια, απόβλητα υλοτομίας, κλαδιά, κορυφές δέντρων, απόβλητα κατεδαφίσεων, απόβλητα κατασκευών, κομμένη ξυλεία, κάρβουνο

Ο πολιτισμός έχει χρησιμοποιήσει το ξύλο ως την κύρια πηγή ενέργειας βιομάζας εκατοντάδες αιώνες. Στις Ηνωμένες Πολιτείες το 1800, παρείχε ξύλο περίπου το 90 τοις εκατό της χρήσης ενέργειας, αλλά οι νέες πηγές ενέργειας αντικατέστησαν το ξύλο ως νέες μηχανοποιημένες καινοτομίες. Σήμερα, το ξύλο παρέχει λίγα περισσότερα από το 3 τοις εκατό της ενέργειας που χρησιμοποιείται στις Ηνωμένες Πολιτείες. Στις αναπτυσσόμενες χώρες, ωστόσο, το ξύλο κυριαρχεί σε όλες τις άλλες πηγές ενέργειας, ιδιαίτερα σε μικρές αγροτικές κοινότητες. Ο Οργανισμός Τροφίμων και Γεωργίας των Ηνωμένων Εθνών (FAO) υπολογίζει ότι περισσότεροι από 2 δισεκατομμύρια άνθρωποι σε όλο τον κόσμο καλύπτουν τις ενεργειακές τους ανάγκες με ξύλο.

Η φυτική βιομάζα όπως το ξύλο, τα υπολείμματα των καλλιεργειών και το χαρτί, περιέχει ιβρώδης ενώσεις που χρησιμεύουν ως η κύρια μορφή αποθήκευσης της ενέργειας που απελευθερώνεται κατά την καύση. Αυτές οι τρεις ίνες στη φυτική βιομάζα είναι η λιγνίνη, η κυτταρίνη και η ημικυτταρίνη, και τα υλικά με υψηλή περιεκτικότητα σε αυτές τις ίνες ονομάζονται λιγνοκυτταρινούχα βιομάζα. Αυτές οι τρεις ίνες ποικίλλουν αρκετά, όπως αποδεικνύεται από ένα ξυλώδες κούτσουρο σε σύγκριση με ένα εύπλαστο φύλλο από ένα αμπέλι. Γενικά, τα φυτικά υλικά περιέχουν την ακόλουθη σειρά ινών: λιγνίνη 15-25 τοις εκατό, κυτταρίνη 38-50 τοις εκατό και ημικυτταρίνη 23-32 τοις εκατό.

Η λιγνίνη παρέχει αντοχή στους μίσχους των φυτών και εμφανίζεται σε υψηλότερες συγκεντρώσεις σε ξυλώδη υλικά. Καύση βιομάζας με υψηλή περιεκτικότητα σε αυτά τις ίνες είναι ευεργετική για τον άνθρωπο επειδή δεν μπορεί να αφομοιώσει αυτές τις ίνες, καθώς και να

αφομοιώσουν αυτές τις ίνες τόσο καλά όπως το άμυλο και τη ζάχαρη. Δεδομένου ότι τα φυτά με υψηλή περιεκτικότητα σε ίνες δεν χρησιμεύουν καλά ως τρόφιμα για τον άνθρωπο, οι προαναφερθείσες αποτελούν μία ελκυστική επιλογή ως πηγή ενέργειας για καύση. Για τον λόγο αυτόν, η βιομάζα είναι πιο ελκυστική ως πηγή ενέργειας από τα βιοκαύσιμα, διότι, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, τα βιοκαύσιμα αφαιρούν γη από την παραγωγή τροφίμων.

Η βιομάζα αποθηκεύει ενέργεια ως χημική ενέργεια που διατηρείται κυρίως στους δεσμούς μεταξύ άνθρακα και υδρογόνου. Η καύση απελευθερώνει αυτή την ενέργεια με τη μορφή θερμότητας με την ακόλουθη διαδικασία:

καύσιμο βιομάζας + οξυγόνο + θερμότητα για την έναρξη της αντίδρασης → εξάτμιση + θερμότητα

Ο πρώτος νόμος της δυναμικής δηλώνει ότι η ενέργεια ούτε δημιουργείται ούτε καταστρέφεται. Στην καύση της βιομάζας, η ενέργεια που δημιουργείται από την ανάκτηση ισούται με την ενέργεια που κατέχουν τα συστατικά που εισέρχονται στην αντίδραση. (ο πλαινός «δεσμός φωσφορικών» [σελίδα 163] εξηγεί πώς οι άνθρωποι εκτελούν αυτή τη διαδικασία.) Ο πρώτος νόμος της θερμοδυναμικής εξηγεί επομένως την παραγωγή ενέργειας από βιομάζα. Οι μονάδες παραγωγής ενέργειας από βιομάζα, που μερικές φορές ονομάζονται μονάδες παραγωγής ενέργειας από απόβλητα (WTE), μετατρέπουν το άχρηστο μέγεθος ενέργειας που διατηρείται σε βιομάζα σε χρησιμοποιήσιμη μορφή. Οι χρησιμοποιούμενες μορφές μπορεί να είναι η θερμότητα, η ηλεκτρική ενέργεια, τα καύσιμα για την κατασκευή οχημάτων ή τα καύσιμα για τη θέρμανση ή την τροφοδότηση κτιρίων.

7.3 ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΣΕ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΚΑΥΣΙΜΑ

Η βιομάζα είναι μια ανανεώσιμη ενέργεια λόγω της απεριόριστης προσφοράς της. Τα δέντρα και τα φυτά αναγεννιούνται, τα ζώα γεννούν νεαρά ζώα και οι άνθρωποι συνεχίζουν να παράγουν απόβλητα. Η βιομάζα προσφέρει επίσης διάφορες επιλογές ως προς το πώς μπορεί να χρησιμοποιηθεί και τα τελικά προϊόντα της χρήσης της. Για παράδειγμα, η Ευρωπαϊκή Ένωση Βιομηχανιών Βιομάζας απαριθμεί επτά διαφορετικές μεθόδους επεξεργασίας για τη μετατροπή της βιομάζας σε χρησιμοποιήσιμο τελικό προϊόν, και τα διάφορα τελικά προϊόντα μπορεί να είναι βιοκαύσιμα, θερμότητα, ηλεκτρική ενέργεια, χημικές ουσίες ή άλλο είδος βιοκαυσίμου, όπως η μετατροπή του ξύλου σε ξυλάνθρακα.

Στις Ηνωμένες Πολιτείες, η βιομηχανία χρησιμοποιεί τη μεγαλύτερη ποσότητα ενέργειας από βιομάζα, σχεδόν το 80 τοις εκατό της συνολικής παραγωγής ενέργειας από βιομάζα. Περίπου το 20 τοις εκατό της ενέργειας από βιομάζα πηγαίνει σε οικιακή χρήση και μόνο το 1 τοις εκατό επί του παρόντος λειτουργεί ως πρώτη ύλη για εταιρείες ηλεκτρικής ενέργειας. Οι επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας θα ήταν συνετό να αυξήσουν

την εξάρτησή τους από τη βιομάζα, επειδή η καύση βιομάζας είναι μια απλή διαδικασία και παρόμοια με την καύση άνθρακα που παράγει τώρα το μεγαλύτερο μέρος της παγκόσμιας ηλεκτρικής ενέργειας. Όπως αναφέρθηκε, η βιομάζα επίσης, μπορεί να υποβληθεί σε επεξεργασία με διάφορους τρόπους, έτσι ώστε μια νέα μονάδα παραγωγής ενέργειας να μπορεί να επιλέξει μια τεχνολογία για την ενέργεια βιομάζας που λειτουργεί καλύτερα στην περίπτωση της. Ακολουθεί πίνακας που περιγράφει τις κυρίαρχες τεχνολογίες για τη μετατροπή της βιομάζας σε ενέργεια.

Τεχνολογίες στερεής βιομάζας				
Τεχνολογία	Διαδικασία	περιγραφή	Πρώτες ύλες	Προϊόν
Αερόβια χώνευση	βιοχημικός	μικροβιακή χώνευση σακχάρων, ακολουθούμενη από απόσταξη	Καλλιέργειες, Άχυρο, ξύλο, πολτός	Αιθανόλη
Αερόβια χώνευση	βιοχημικός	μικροβιακή χώνευση οργανικής ύλης σε σφραγισμένη δεξαμενή χωρίς οξυγόνο	κοπριά λυματολάσπη ΑΣΑ	Μεθάνιο
Παραγωγή βιοντίζελ	Χημικός	μετατροπή σε νέους υδρογονάνθρακες	Σπόροι ζωικό λίπος	Βιοντίζελ
Άμεση καύση	Θερμοχημικά	Κάψιμο	γεωργικά απόβλητα ξύλο ΑΣΑ	θερμότητα ατμός ηλεκτρισμός

Ζύμωση αλκοόλης	Βιοχημικός	μικροβιακή χώνευση οργανικής ύλης	γεωργικά απόβλητα ξύλο χαρτί	αιθανόλη μεθανόλη
αεριοποίηση	Θερμοχημικά	Θέρμανση	γεωργικά απόβλητα ξύλο ΑΣΑ	Θέρμανση αερίου
πυρόλυση	θερμοχημικά	επεξεργασία υψηλής θερμοκρασίας απουσία οξυγόνου	γεωργικά απόβλητα ξύλο ΑΣΑ	Συνθετικό λάδι ξυλάνθρακας

Η παραγωγή ενέργειας από βιομάζα περιλαμβάνει δύο τεχνολογίες που θα αυξήσουν τη συνολική αποτελεσματικότητα για την παραγωγή ενέργειας. Η πρώτη τεχνολογία ονομάζεται συν-καύση. Σε αυτή τη διαδικασία, η βιομάζα υποκαθιστά ένα μέρος του άνθρακα που καίγεται σε μια μονάδα παραγωγής ενέργειας από άνθρακα. Η συνένωση θα μπορούσε να έχει τα ακόλουθα οφέλη: μείωση των εκπομπών CO₂ από τον άνθρακα, πιθανές μειώσεις του διοξειδίου του θείου και των οξειδίων του αζώτου, ανάλογα με τη σύνθεση της βιομάζας, εύκολη τροποποίηση των υφιστάμενων μονάδων άνθρακα και άφθονη διαθεσιμότητα βιομάζας.

Η συμπαραγωγή αντιπροσωπεύει μια δεύτερη τεχνολογία που η παραγωγή ενέργειας από βιομάζα μπορεί σύντομα να τελειοποιηθεί. Η συμπαραγωγή περιλαμβάνει την ταυτόχρονη παραγωγή περισσότερων του ενός τύπων καυσίμων, όπως η θερμότητα και η ηλεκτρική ενέργεια. Σύμφωνα με την Εθνική Επιτροπή Για την Κλιματική Αλλαγή της Εθνικής Υπηρεσίας Περιβάλλοντος της Σιγκαπούρης, οι νεόδμητες μονάδες συμπαραγωγής προσφέρουν εξοικονόμηση ενέργειας 15 έως 40 τοις εκατό σε σύγκριση με τους συμβατικούς σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Οι περισσότερες μονάδες συμπαραγωγής που λειτουργούν παράγουν θερμότητα και ηλεκτρισμό.

7.4 Η ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΞΙΑ ΤΩΝ ΣΚΟΥΠΙΔΙΩΝ

Τα MSW που εγκαθίστανται κάτω από νέα φορτία αποβλήτων σε ΧΥΤΑ έχουν ενεργειακή αξία που δεν πρέπει να παραβλέπεται. Τα σκουπίδια χρησιμεύουν ως διαθέσιμη μορφή στερεής βιομάζας για την

παραγωγή ενέργειας ή καυσίμων. Τα ΧΥΤΑ περιέχουν πολύ μεγάλο αριθμό μικροβίων στα βαθύτερα στρώματα όπου αποσυνθέτουν τα οργανικά υλικά. Η αποσύνθεση που λαμβάνει χώρα σε στρώματα που συγκρατούν λίγο οξυγόνο (μια αερόβια αποσύνθεση) οδηγεί στο σχηματισμό μεθανίου. Πολλοί ΧΥΤΑ συλλέγουν αυτό το μεθάνιο και το κατευθύνουν σε ενεργειακές επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας για να χρησιμοποιηθούν το ίδιο με το φυσικό αέριο για θέρμανση και μαγείρεμα.

Η ανακύκλωση βιομάζας συμπληρώνει τις φυσικές διεργασίες στη φύση για την ανακύκλωση του άνθρακα. Τα φυτά απορροφούν από τον αέρα CO₂ που εκπνέουν τα ζώα και μετατρέπουν τον άνθρακα σε σάκχαρα που στη συνέχεια χρησιμοποιούν τα ζώα για τροφή, και συνεπώς ενέργεια. Όταν η φυτική ή ζωική ζωή πεθαίνει και αποσυντίθεται, μέρος του άνθρακα πηγαίνει στο CO₂, αλλά ένα μέρος παγιδεύεται σε ιζήματα που βυθίζονται στο μανδύα της Γης υπό τεράστια πίεση. Μετά από εκατομμύρια χρόνια, ο άνθρακας μετατρέπεται σε στερεό άνθρακα ή υγροποιείται λόγω της έντονης πίεσης και δημιουργεί το αργό πετρέλαιο. Η βιομάζα είναι επομένως μέρος μιας αρχαίας διαδικασίας που έχει καθορίσει τη ζωή και την αποθήκευση ενέργειας στη Γη. Ο μέσος Αμερικανός παράγει τουλάχιστον 4,5 λίβρες (2,0 κιλά) βιομάζας καθημερινά - περίπου 1.600 λίβρες (726 κιλά) ετησίως, με τη μορφή απλών σκουπιδιών. Η βιομάζα συσσωρεύεται φυσικά πολύ γρήγορα, οπότε η καύση της για ενέργεια φαίνεται να είναι μια εξαιρετική επιλογή τόσο για την παραγωγή ενέργειας όσο και για τον έλεγχο των αποβλήτων. Σήμερα, οι Ηνωμένες Πολιτείες καίνε το 14 τοις εκατό των στερεών αποβλήτων τους σε σχεδόν 100 εργοστάσια WTE. Περίπου 1 τόνος (0,9 metric τόνος) αυτών των σκουπιδιών δίνει την ίδια θερμική ενέργεια με 500 λίβρες (227 κιλά) άνθρακα.

Πολλοί ΧΥΤΑ εγκαθιστούν σωλήνες που φτάνουν στο σωρό αποβλήτων και συλλέγουν το μεθάνιο που παράγουν τα αναερόβια μικρόβια. Το μεθάνιό του έχει επίσης ονομαστεί βιοαέριο ή αέριο ξηράς. Οι Ηνωμένες Πολιτείες περιέχουν περίπου 400 ΧΥΤΑ που μετατρέπουν το μεθάνιο σε ενέργεια για χρήση από τις τοπικές κοινότητες. Ανάλογα με το μέγεθος της γης, αυτές οι επιχειρήσεις παράγουν αρκετή ισχύ για την παροχή ηλεκτρικής ενέργειας σε αρκετές εκατοντάδες έως μερικές χιλιάδες σπίτια κάθε χρόνο.

Οι μονάδες επεξεργασίας λυμάτων ακολουθούν παρόμοια βήματα για τη δέσμευση της μεθαμφοταμίνης που παράγεται από μικρόβια στον αναερόβιο χωνευτήρα της μονάδας. Ο Rod Bryden, στέλεχος στις εγκαταστάσεις Plasco WTE στην Οτάβα του Καναδά, δήλωσε ότι κατά το άνοιγμα του εργοστασίου το 2007, «το μερίδιο των αποβλήτων που μπορούν να μετατραπούν σε ενέργεια [με αποτέφρωση] δεν υπερβαίνει τα 18 έως 22 τοις εκατό. Στη δική μας παίρνουμε περίπου 44% με περίπου 50%, λίγο περισσότερο από την υπερδιπλάσια ισχύ». Η τεχνολογία WTE από ΧΥΤΑ ή εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων δεν διαθέτει την αίγλη των νέων τεχνολογιών στα λεπτά ηλιακά φιλμ ή στη νανοτεχνολογία, αλλά συμβάλλει σε σημαντικό μέρος της χρήσης ανανεώσιμων πόρων ενέργειας.

Ο ακόλουθος πίνακας συνοψίζει τα κύρια πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της σημερινής τεχνολογίας WTE βιομάζας.

7.5 ΜΙΑ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ ΒΙΟΜΑΖΑΣ

Η καύση βιομάζας για την παραγωγή ενέργειας βοηθά στην απομάκρυνση των πλεοναζόντων αποβλήτων από τις ακόλουθες βιομηχανίες: γεωργία, κηπουρική, δασοκομία και κατασκευές. Βοηθά επίσης στην καταστροφή των στερεών των εγκαταστάσεων επεξεργασίας λυμάτων και του περιεχομένου των προσγειώσεων, δύο υλικά που διαφορετικά θα είχαν μικρή αξία. Με τις δραστηριότητες αυτές, η παραγωγή ενέργειας από βιομάζα διαδραματίζει ρόλο στην παγκόσμια οικονομία της βιομάζας.

Η οικονομία της βιομάζας αναφέρεται σε μια λογιστική μέθοδο για την παρακολούθηση των ενώσεων άνθρακα της Γης. Αυτό περιλαμβάνει την εκτίμηση του αν οι χημικές ενώσεις άνθρακα αυξάνονται ή μειώνονται.

Παραγωγή ενέργειας από βιομάζα	
Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
Απομακρύνει την συσσώρευση στερεών αποβλήτων	Πιθανές περιβαλλοντικές ζημιές από την κοπή δασών
Μεγάλη προσφορά	Ορισμένες εκπομπές ανάλογα με τη σύνθεση και την μέθοδο καύσης
χρησιμοποιεί κατά τα άλλα αχρησιμοποίητη ξυλεία, χαρτοπολτό και χαρτί, καθώς και γεωργικά απόβλητα	Η καύση εκπέμπει καπνό και σωματίδια στον αέρα
Μέτριο έως χαμηλό κόστος	
Μειωμένες εκπομπές CO ₂	
Ανταλλακτικά καλλιεργειών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τρόφιμα	

Πριν από τη βιομηχανική επανάσταση, η ατμόσφαιρα περιείχε περίπου 280 μέρη ανά εκατομμύριο (ppm) CO₂. Καθώς η εκβιομηχάνιση

μεγάλωνε, τα μηχανήματα έκαιγαν άνθρακα, φυσικό αέριο και πετρέλαιο και οι εκπομπές από την καύση έπεφταν στον αέρα. Μέχρι τη δεκαετία του 1950, τα επίπεδα CO₂ είχαν φτάσει τα 315 ppm. Τον Μάρτιο του 2009 η ατμόσφαιρα είχε 388,79 ppm. Το επίπεδο CO₂ αυξάνεται περίπου 2 ppm ετησίως. Οι αυξήσεις του CO₂ δείχνουν ότι αυξάνονται και άλλα αέρια του θερμοκηπίου. Επειδή τα αέρια του θερμοκηπίου συγκρατούν τη θερμότητα στην ατμόσφαιρα, η ατμόσφαιρα της Γης θερμαίνεται. Στην έκθεση της IPCC για την κλιματική αλλαγή του 2007, οι επιστήμονες υπολόγισαν ότι μέχρι το τέλος του 21ου αιώνα η παγκόσμια θερμοκρασία θα έχει αυξηθεί κατά 7,2 °F (4 °C).

Περισσότεροι από 2 τρισεκατομμύρια τόνοι πάγου στη Γροιλανδία, την Αλάσκα και την Ανταρκτική έχουν λιώσει από το 2003. η ποσότητα νερού μόνο από το λιώσιμο των πάγων της Γροιλανδίας τα τελευταία χρόνια θα μπορούσε να γεμίσει 11 Chesapeake Bays. Η άνοδος της στάθμης της θάλασσας που αντιμετωπίζουμε στο μέλλον είναι ανησυχητική. Έτσι, η διαχείριση της παραγωγής ενέργειας από βιομάζα πρέπει να γίνεται έτσι ώστε να βοηθά στην απομάκρυνση του CO₂ από την ατμόσφαιρα και όχι να αυξάνει τα επίπεδα του θερμοκηπίου. Η καύση βιομάζας παράγει CO₂. Αλλά αν τα νέα φυτά αναπτυχθούν ταχύτερα από ό,τι καίγεται η βιομάζα, η διάρκεια ζωής των φυτών μπορεί να αφαιρέσει περισσότερο CO₂ από την ατμόσφαιρα από ό,τι η καύση βιομάζας. Πρόβλεψη προς τα πού κατευθύνονται τα επίπεδα CO₂ και πώς το αυξημένο επίπεδο θα βλάψει το περιβάλλον δεν είναι εύκολο. Ο κόσμος ρίχνει 8,8 εκατομμύρια τόνους (8 εκατομμύρια μετρικούς τόνους) εκπομπών άνθρακα στην ατμόσφαιρα ανά έτος.

Οι εκπομπές αυτές έχουν μεταβάλει τα οικοσυστήματα με κάποιους γνωστούς τρόπους και έχουν αναμφίβολα προκαλέσει εκατοντάδες ή ίσως χιλιάδες πρόσθετες άγνωστες αλλοιώσεις. Ακόμη και με τις σημερινές καλύτερες τεχνολογίες για τη μείωση του CO₂ στην ατμόσφαιρα, η ανθρωπότητα δεν μπορεί να σώσει το περιβάλλον από όλη τη βλάβη που προέρχεται από έναν αυξανόμενο πληθυσμό και την επέκταση της βιομηχανίας. Η ερευνήτρια για το κλίμα Σούζαν Σόλομον προειδοποίησε το 2009: «Οι άνθρωποι έχουν φανταστεί ότι αν σταματούσαμε να εκπέμπουμε CO₂, το κλίμα θα επέστρεφε στο φυσιολογικό σε 100 χρόνια, 200 χρόνια. αυτό δεν είναι αλήθεια." Οι περιβαλλοντικοί επιστήμονες πρέπει να εξαρτώνται από νέες τεχνολογίες που δεν έχουν ακόμη εφευρεθεί για να επιβραδύνουν το ρυθμό συσσώρευσης άνθρακα.

7.6 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η παραγωγή ενέργειας από βιομάζα χρησιμεύει ως μια απλή τεχνολογία για την παραγωγή ενέργειας σε σύγκριση με την πρόοδο στους ηλιακούς δορυφόρους, τους μεγάλους παλιρροϊκούς συλλέκτες ενέργειας και άλλα σχέδια για το μέλλον των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Η ενέργεια από βιομάζα στην πιο βασική της μορφή είναι η συλλογή και η καύση οργανικών αποβλήτων, κάτι που δεν διαφέρει πολύ από αυτό που

έχει κάνει η κοινωνία εδώ και αιώνες. Η νέα βιομηχανία ενέργειας από βιομάζα θα βελτιστοποιήσει αυτή τη διαδικασία λαμβάνοντας τις καλύτερες συμβατικές μεθόδους ισχύος και τις καλύτερες εναλλακτικές μεθόδους.

Η παραγωγή ενέργειας από βιομάζα συμβάλλει στη μείωση της τεράστιας συσσώρευσης αποβλήτων στον κόσμο, καθώς και στη μείωση της ανάγκης για καύση ορυκτών καυσίμων. Με άλλα λόγια, η ενέργεια από βιομάζα επιτυγχάνει τους στόχους που πρέπει να επιτύχει η κοινωνία για να μειώσει το οικολογικό της αποτύπωμα. Για να γίνει διάκριση στον καθαρισμό του περιβάλλοντος, η ενέργεια από βιομάζα πρέπει να αποφύγει τα λάθη που έκαναν οι προηγούμενες μορφές ενέργειας, ακόμη και τα βιοκαύσιμα. Οι μονάδες βιομάζας δεν μπορούν να βασίζονται σε μονάδες παραγωγής ενέργειας που παράγουν καπνό και μοιάζουν με οποιαδήποτε μονάδα καύσης άνθρακα. Οι σχεδιαστές βιομάζας πρέπει επίσης να καταρτίσουν ένα σχέδιο που επιτρέπει στη γεωργία να εκπληρώσει την κύρια ευθύνη της: την παραγωγή τροφίμων. Εάν η πλειοψηφία των αγροτών καλλιεργεί βιομάζα αντί για καλλιέργειες τροφίμων, η βιομάζα θα αναπτύξει τα ίδια προβλήματα με τα βιοκαύσιμα.

Το μέλλον της βιομάζας απαιτεί από τη βιομηχανία ενέργειας από βιομάζα να διορθώσει τα λίγα μειονεκτήματα αυτής της ανανεώσιμης μορφής ενέργειας. Πρώτον, η καύση βιομάζας έχει τη δυνατότητα να προκαλέσει ατμοσφαιρική ρύπανση. Οι μονάδες παραγωγής ενέργειας από βιομάζα αναμένεται να εγκαταστήσουν πλυντρίδες και άλλες συσκευές που απομακρύνουν αέρια και σωματίδια από τις εκπομπές. Δεύτερον, οι κυβερνήσεις σε αρκετές χώρες πρέπει να διασφαλίσουν ότι οι άνθρωποι δεν αρχίζουν να κόβουν τα δάση για τη βιομάζα λόγω της αξίας της. Η καταστροφή του δάσους απομακρύνει κρίσιμους οικοτόπους για απειλούμενα είδη, και η θανάτωση των δέντρων απελευθερώνει τεράστιες ποσότητες επιπλέον CO₂ στα υψηλά επίπεδα που υπάρχουν ήδη στην ατμόσφαιρα. Τέλος, η παραγωγή ενέργειας από βιομάζα θα διατηρήσει τις πηγές ενέργειας και τους φυσικούς πόρους με τον πιο αποτελεσματικό τρόπο εάν συμπληρώνει άλλες μορφές ανανεώσιμης ενέργειας.

8. ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΑΝΑΓΚΕΣ

Το αντικείμενο της ανανεώσιμης ενέργεια περιέχει πολλά ερωτήματα που δεν έχουν ακόμη επιλυθεί. Ωστόσο, οι καινοτομίες στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας έχουν αναδυθεί με ενθαρρυντικό ρυθμό και συνεχίζουν να προσφέρουν νέες προσεγγίσεις στην ενεργειακή χρήση.

Οι νέες ιδέες που προέρχονται από πανεπιστήμια και μικρά εργαστήρια κυμαίνονται από εξελιγμένα προγράμματα που βασίζονται σε κομψό εξοπλισμό έως έργα μάλλον μέτριας τεχνολογίας αλλά σημαντικά. Για παράδειγμα, κάτω από την ομπρέλα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, ένας μαθητής μπορεί να επιλέξει ανάμεσα σε αυτές τις τεχνολογίες που θα ακολουθήσει: διαστημικούς δορυφόρους που συλλαμβάνουν την ηλιακή ενέργεια και την εκπέμπουν στη Γη. Μοναδικές κυψέλες ισχύος που χρησιμοποιούν τα ενεργειακά συστήματα μικροβίων ή τεχνητοί υγρότοποι που καταλαμβάνουν μια μικρή έκταση σε μια αυλή και αποσυνθέτουν τα απόβλητα καθώς η φύση τα αποσυνθέτει. Δεν φαίνεται να υπάρχει ένας κλάδος στην επιστήμη που να υπερβαίνει την ποικιλομορφία των τεχνολογιών που υπάρχουν στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Οι ιδέες δεν γίνονται πραγματικότητα χωρίς αρκετό ιδρώτα, και πολλοί από τους στόχους στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας έχουν τεθεί πολύ ψηλά. Ένας αυξανόμενος αριθμός επιστημόνων έχει εκτιμήσει πόσα χρόνια πριν τα ορυκτά καύσιμα δεν θα μπορούν πλέον να εξαχθούν εύκολα, και άλλοι έχουν υπολογίσει πόσα χρόνια πριν οι παγκόσμιες εκπομπές θα προκαλέσουν μόνιμη βλάβη στο περιβάλλον. Το γεγονός ότι έχουμε φτάσει σε ένα σημείο όπου αυτές οι προβλέψεις μπορούν να εισαχθούν σε ένα ημερολόγιο δείχνει τη δεινή κατάσταση στην οποία βρίσκεται ο κόσμος.

Ευτυχώς, λίγα προβλήματα στο περιβάλλον δέχθηκαν επίθεση με τη θέρμη που έχει πάρει τώρα η επιστήμη για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Οι ευκαιρίες στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας πρέπει να ταξινομηθούν και να ιεραρχηθούν για να διασφαλιστεί ότι οι πιο εφικτές ιδέες δοκιμάζονται νωρίτερα, αλλά και για να μην χαθεί καμία φαινομενικά μακρινή ιδέα. Λιγότερο από μερικές δεκαετίες πριν, λίγοι άνθρωποι θα φαντάζονταν ότι οι χειρουργοί θα μπορούσαν να χειρουργήσουν σε ασθενείς χρησιμοποιώντας ένα λέιζερ, ότι ένας φοιτητής θα μπορούσε να καθίσει σε ένα πάρκο και να σερφάρει στο Διαδίκτυο, ή ότι μια οθόνη υπολογιστή θα έδειχνε τους Παριζιάνους να πηγαίνουν για τη μέρα τους στην άλλη άκρη του πλανήτη. Οι επιστήμονες και οι μη επιστήμονες χρειάζεται μόνο να διατηρήσουν την πίστη τους στην καινοτομία για να πιστέψουν ότι οι εφευρέσεις που δεν έχουν ακόμη κατασκευαστεί αντιστρέφουν την πορεία για τη Γη.

Οι σκέψεις για το μέλλον μπορεί να φωτίζονται, αλλά το περιβάλλον χρειάζεται βοήθεια σήμερα. Οι κυβερνήσεις και οι βιομηχανίες έχουν ευκαιρίες να κάνουν κάποιες αλλαγές στην παραγωγή ενέργειας που θα επηρεάσουν τους καταναλωτές μέσα στα επόμενα χρόνια. Μια νέα κυβέρνηση στην Ουάσιγκτον έχει ήδη δηλώσει ότι θέλει να σημειωθεί πρόοδος, και γρήγορα, σε πολλούς από τους ακόλουθους τομείς: εκσυγχρονισμένο δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας και δυνατότητες ανάδρασης των ΗΠΑ, αυστηρές απαιτήσεις για τις εταιρείες ηλεκτρικής ενέργειας να παράγουν ένα μερίδιο για το προϊόν τους από ανανεώσιμες πηγές, χρηματικά κίνητρα σε εταιρείες και νοικοκυριά για εξοικονόμηση ενέργειας. Σχέδιο για την πυρηνική ενέργεια· συνεχής δέσμευση για τη μείωση των παγκόσμιων εκπομπών αερίων θερμοκηπίου, ενδεχομένως με τη μέθοδο cap-and-trade, και ουσιαστική έρευνα που θα αντικαταστήσει τις παλαιές τεχνολογίες με νέες για να συμβαδίσει με τις ανάγκες της Γης.

Όπως σε κάθε μακροπρόθεσμη, τεχνική και δαπανηρή επιχείρηση, κανένα τμήμα του πληθυσμού δεν θα κάνει τη δουλειά από μόνη της. Η κυβέρνηση θα ηγηθεί θέτοντας και επιβάλλοντας πρότυπα ρύπανσης. Οι ρυθμιστικοί οργανισμοί θα ηγηθούν καθιστώντας τους ρυπαίνοντες υπόλογους για τα απόβλητα τους· η βιομηχανία θα ηγηθεί με τις νέες τεχνολογίες· τα πανεπιστήμια θα ηγηθούν τελειοποιώντας τις πιο εντατικές προσεγγίσεις για τη χρήση και την παραγωγή ενέργειας· και το κοινό θα ηγηθεί όπως πάντα καθοδηγούσε, απαιτώντας αλλαγή όταν απαιτείται αλλαγή.

Το μόνο πράγμα που ζητά η τεχνολογία ανανεώσιμων πηγών ενέργειας από όλους είναι η προθυμία να πετύχει. Για πρώτη φορά στην ιστορία, ένα σημαντικό μέρος του παγκόσμιου πληθυσμού λαμβάνει τώρα αποφάσεις με βάση τη διατήρηση και την ανανέωση. Τουλάχιστον, για πρώτη φορά, οι περιβαλλοντολόγοι έχουν βρει ανθρώπους πρόθυμους να ακούσουν που δεν είναι ικανοποιημένοι με τους παλιούς τρόπους διανομής ηλεκτροδότηση, θέρμανση σπιτιού ή τροφοδοσία αυτοκινήτου. Με προθυμία για επιτυχία, η βιομηχανία ανανεώσιμων πηγών ενέργειας έχει πολλές πιθανότητες να δημιουργήσει ένα βιώσιμο μέλλον.

8.1 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στο πλαίσιο της παρούσας πτυχιακής μελετήσαμε σε βάθος τις πηγές και τις μεθόδους των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, που είναι πολύ πιθανό κάποιες από αυτές να μας ωφελήσουν πολύ περισσότερο στο άμεσο μέλλον ενώ σημαντικό ρόλο σε αυτό θα παίξει και η όσο το δυνατόν μεγαλύτερη ευαισθητοποίηση των ανθρώπων σε θέματα οικολογίας αλλά και πληροφόρησης για το όφελος που θα έχουμε ώστε να φτιάξουμε ένα βιώσιμο μέλλον για όλους.

Επίσης, το όλο εγχείρημα με την πτυχιακή μας βοήθησε στην εξοικείωση μας με την Αγγλική γλώσσα και ειδικότερα με την τεχνική ορολογία. Η διαδικασία αυτή αποτέλεσε μια εποικοδομητική και αρκετά χρήσιμη αλλά και ενδιαφέρουσα ενασχόληση, όσον αφορά στις

μελλοντικές ανανεώσιμες πηγές ενέργειας που θα πρέπει να χρησιμοποιούμε, στο πόσο θα μας ωφελήσουν στο μέλλον αλλά και στην απόδοση του βιβλίου από τα Ελληνικά στα Αγγλικά. Η εν λόγω διαδικασία ήταν αρκετά απαιτητική λόγω των πολλών πληροφοριών που αναφέρει, ωστόσο αποτέλεσε έναν καλό τρόπο εμπλουτισμού των γνώσεων μου.

Η μετάφραση είναι κυριολεκτική και έχει ακολουθηθεί όσο το δυνατόν καλύτερα η διάταξη και το ύφος του συγγραφέα σε μια προσπάθεια να αποδοθεί επακριβώς το επιστημονικό του περιεχόμενο.

Εν κατακλείδι, ευελπιστούμε η παρούσα διπλωματική να φανεί χρήσιμη στους συναδέλφους μηχανολόγους μηχανικούς αλλά και στους δυνητικούς φοιτητές ERASMUS, για τους οποίους θα αποτελέσει βοηθητικό μέσο για την καλύτερη κατανόηση του αντικειμένου.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

Κορυφαίες χώρες που καταναλώνουν πετρέλαιο το 2009	
κορυφαίες χώρες που καταναλώνουν πετρέλαιο	Εκατομμύρια βαρέλια την ημέρα (MBD)
1. Ηνωμένες Πολιτείες	20,698,000
2. Κίνα	7,855,000
3. Ιαπωνία	5,041,000
4. Ινδία	2,748,000
5. Ρωσία	2,699,000
6. Γερμανία	2,393,000
7. Νότια Κορέα	2,371,000
8. Καναδάς	2,303,000
9. Βραζιλία	2,192,000
10. Σαουδική Αραβία	2,154,000
11. Μεξικό	2,024,000
12. Γαλλία	1,919,000
13. Ιταλία	1,745,000
14. Ηνωμένο Βασίλειο	1,696,000
15. Ιράν	1,621,000
16. Ισπανία	1,615,000
17. Ινδονησία	1,157,000

18. Ταϊβάν	1,123,000
19. Ολλανδία	1,044,000
20. Αυστραλία	935,000
Πηγή: Βρετανική Εταιρεία Πετρελαίου	

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β

Προβλεπόμενη παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας (Quadrillion Btu)					
Περιοχή	2010	2015	2020	2025	2030
Βόρεια Αμερική	131.4	139.9	148.4	157.0	166.2
Ασία	126.2	149.4	172.8	197.1	223.6
Ευρώπη	84.4	87.2	88.7	91.3	94.5
Κεντρική και Νότια Αμερική	28.2	32.5	36.5	41.2	45.7
Μέση Ανατολή	25.0	28.2	31.2	34.3	37.7
Αφρική	17.7	20.5	22.3	24.3	26.8
Συνολικός Κόσμος	509.7	563.4	613.0	665.4	721.6
Πηγή: Timeforchange.org					

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ

Διεθνείς Οργανισμοί στον Τομέα της Ενέργειας		
Οργανισμός	Αρχηγείο	Ιστοσελίδα
Διεθνής Οργανισμός Ατομικής Ενέργειας (ΔΟΑΕ)	Βιέννη, Αυστρία	www.iaea.org
Διεθνής Οργανισμός Ενέργειας (ΔΟΕ)	Παρίσι, Γαλλία	www.iea.org
Διεθνής Οργανισμός Βιώσιμης Ενέργειας (ISEO)	Γενεύη, Ελβετία	www.uniseo.org
Οργανισμός Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης (ΟΟΣΑ)	Παρίσι, Γαλλία	www.oecd.org
Έργο πολιτικής για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (REPP)	Ουάσινγκτον, DC	www.repp.org
Υπουργείο Ενέργειας των ΗΠΑ	Ουάσινγκτον, DC	www.energy.gov
Παγκόσμια Τράπεζα	Ουάσινγκτον, DC	www.worldbank.org

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ

Κύρια ανακυκλωμένα υλικά	
Ανακυκλωμένο υλικό	Παράδειγμα νέων χρήσεων
αλουμίνιο	αυτοκινητοβιομηχανία · εμπορευματοκιβώτια · Κλειδιά
αντιψυκτικό	αντιψυκτικό
μείγματα ασφάλτου	Μπάλωμα, οδικό υλικό βάσης, στέγαση
τούβλο	θρυμματισμένο τούβλο δρόμου-βάση
τέφρα άνθρακα	απορροφητικά · στοιχείο σκυροδέματος
μίγματα σκυροδέματος και σκυροδέματος	μίγμα σκυροδέματος · θραυστό σκυροδεμα-βάση δρόμου
Ότο	Μολύβια
δίσκοι υπολογιστών	δίσκοι υπολογιστών
αιθανόλη	βενζίνη
αφρός	ακουστικά πάνελ οροφής. εμπορευματοκιβώτια · προσαρμοσμένη χύτευση
αφρός	μόνωση; Επένδυση
γυαλί	περισσότερα από 50 προϊόντα, συμπεριλαμβανομένων των χαντρών. φιάλες · σερβίτσια? μόνωση; κοσμήματα? χάρτινα βαρίδια· πλακάκια? παράθυρα
κάνναβη	ρουχισμός
μέταλλο	περισσότερα από 20 προϊόντα, συμπεριλαμβανομένων των ντουλαπιών. πλέγματα οροφής · ρολόγια. εμπορευματοκιβώτια · διοργανωτές επιτραπέζιων υπολογιστών. είδη υπηρεσιών εστίασης, έπιπλα, κοσμήματα, προμήθειες, πινακίδες, επιτραπέζια σκεύη, ανεμοδείκτες
μέταλλο αναμειγμένο με γυαλί, χαρτί, πλαστικό ή καουτσούκ	Έπιπλα, Θερμόμετρα

λάδι	λάδια ντίζελ , καυσίμων, γραναζιών , υδραυλικά λάδια, λάδια κινητήρων και τρακτέρ
οργανικά υλικά	τσάντες? μπουλ και πιάτα. λίπασμα · δοχεία τροφίμων, σάπια φύλλα, μείγμα φυτών, τροποποιήσεις εδάφους
χρώμα	λατέξ; χρώμα
χαρτί	περισσότερα από 100 προϊόντα, συμπεριλαμβανομένων απορροφητικών, σάκων· βιβλία· κουτιά? ημερολόγια· χαρτί υπολογιστή, χαρτοκιβώτια αυτών· ile φάκελοι; μόνωση; συσκευασία, χαρτί εκτύπωσης, χαρτικά, χαρτομάντιλο
χαρτί αναμεμειγμένο με γυαλί, μέταλλο , πλαστικό , υφάσματα ή ξύλο	συνδετικά · πλακάκια οροφής? χτένες? οθόνες μάρκετινγκ, στυλό, πλαίσια εικόνων, χάρακες, ξύστρες χιονιού
χαρτόνι	χαρτόνι
πλαστική ύλη	περισσότερα από 300 προϊόντα, συμπεριλαμβανομένων των ποδιών· εξαρτήματα αυτοκινήτου, σακίδια, τσάντες, εμπόδια, υφάσματα, δοχεία, κούνιες, δοχεία τροφίμων, έπιπλα, μόνωση, ψάθες, συσκευασία, σωληνώσεις, εξοπλισμός παιδικής χαράς· θέσεις· υπόστεγα. καθίσματα σταδίου. πλακάκια? παιχνίδια· επενδύσεις κρεβατιών φορητών, διάδρομοι, δοχεία αποβλήτων
πλαστικό αναμεμειγμένο με μέταλλο, χαρτί, καουτσούκ, υφάσματα ή ξύλο	καπέλα του μπείζμπολ. μπαταρίες. εμπορευματοκιβώτια · ξυλεία· χαλάκια? στυλό· επιφάνεια παιδικής χαράς. κυβερνήτες. κασέτες γραφίτη, διάδρομοι
καουτσούκ	περισσότερα από 100 προϊόντα, συμπεριλαμβανομένης της ασφάλτου. κάδους· προφυλακτήρες· ξυλεία· χαλάκια, σιδηροδρομικοί δεσμοί,

	προσκρούσεις ταχύτητας, επιφάνεια, ελαστικά, χλοοτάπητας
Ερείπια	άσφαλτος; τσιμέντο · σκυρόδεμα
μαλλί σκωρίας	μόνωση; Επένδυση
χάλυβας	εξαρτήματα αυτοκινήτων· τύμπανα · μετρητές ελαστικών
Κλωστοϋφαντουργικά προϊόντα	απορροφητικά · κουβέρτες? ρούχα · μόνωση; μολύβια και στυλό, κρεβάτια κατοικίδιων ζώων, υπολείμματα
βινύλιο	Τσάντες, Ετικέτες
κερί	Κεριά
ξύλο	περισσότερα από 50 προϊόντα, συμπεριλαμβανομένων κλινοστρωμνής ζώων, πάγκων, ντουλαπιών, προσαρμοσμένης χύτευσης, εμπορευματοκιβωτίων, καταστρωμάτων. έπιπλα, στύλους και πασσάλους, σιδηροδρομικούς δεσμούς, ροκανίδια ξύλου
Πηγή: RecyclingMarkets.net	

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ε

Ενεργειακές μονάδες που χρησιμοποιούνται στην περιβαλλοντική επιστήμη	
Σύγκριση της περιεκτικότητας των καυσίμων σε Btu	
καύσιμο	Btu (Βρετανικές θερμικές μονάδες)
1 βαρέλι (42 γαλόνια. 159 l) αργό πετρέλαιο	5,800,000
1 γαλόνι (3.78 l) βενζίνη	124,000
1 γαλόνι καύσιμο ντίζελ	139,000
1 γαλόνι πετρέλαιο θέρμανσης	139,000
1 γαλόνι προπάνιο	91,000
1 τόνος (0,9 μετρικός τόνος) άνθρακας	20,169,000
1 κυβικό πόδι (0,3 m ³ φυσικό αέριο	1,027
1 KWh ηλεκτρική ενέργεια	3,412
(αργό πετρέλαιο 1 βαρέλι = 1.700 KWh ηλεκτρικής ενέργειας)	
Ποσότητα καυσίμου για την παραγωγή 1 εκατομμυρίου Btu ενέργειας	
καύσιμο	ποσότητα
κάρβουνο	90 λίβρες (40,8 κιλά)
βενζίνη	8 γαλόνια (30,2 l)

Σύγκριση της περιεκτικότητας των καυσίμων σε Btu	
φυσικό αέριο	973 κυβικά πόδια (27.5 μ ³)
ξύλο	125 λίβρες (56,7 κιλά)
Σύγκριση ενεργειακής αξίας μονάδας καυσίμου	
καύσιμο	Btu ανάλίβρα(Btu/kg)
βενζίνη	20.192 (44.422)
βιοντίζελ	16.211 (35.664)
κάρβουνο	11.565 (25.443)
αιθανόλη	11.471 (25.236)
ξύλο	8627 (18.980)
Κατά προσέγγιση τιμές ενέργειας (1 Btu = 1.055 j oules)	
γεγονός	ενεργειακή αξία της εμφάνισης σε joules
δημιουργία του σύμπαντος	10 ⁶⁸
έκρηξη σουπερνόβα	10 ⁴⁴
Γη σε τροχιά	10 ³³
διαθέσιμη ενέργεια από τα ορυκτά καύσιμα της Γης	10 ²³
ετήσια ηλιοφάνεια στις Ηνωμένες Πολιτείες	10 ²³
Κατανάλωση ενέργειας στις ΗΠΑ	10 ²⁰
σεισμός, Ρίχτερ 8,0	10 ¹⁸
ατομική βόμβα (Χιροσίμα, 1945)	10 ¹⁴
θέτοντας διαστημικό λεωφορείο σε τροχιά	10 ¹³
1 ΗΠΑ οικιακή χρήση ενέργειας σε ένα χρόνο	10 ¹²
μονόδρομη διάσχιση του Ατλαντικού από αεριοθούμενο αεροπλάνο	10 ¹²
1 γαλόني (3.78 l) βενζίνη	10 ⁸

έκρηξη 2,2 λιβρών (1 κιλό) TNT	10^6
1 καραμέλα	10^6
1 αλκαλική μπαταρία AA	10^3
ανθρώπινος καρδιακός παλμός	0.5
Πάτημα πλήκτρου πληκτρολογίου	10^{-3}
1 φωτόνιο φωτός	10^{-19}

ΠΗΓΕΣ

PRINT AND INTERNET

Book: RENEWABLE ENERGY ' sources and methods', Anne Maczulak, Ph.D

Al Hussein, Sadad. "Sadad al Hussein Sees Peak in 2015." Interview with Steve Andrews. ASPO-USA Energy Bulletin (9/14/05). Available online. URL: www.energybulletin.net/node/9498. Accessed January 11, 2009. Short interview with an oil expert on projections for future world oil production.

Alvarado, Mathew. "Tire Rejuvenation: Efficient ways to Devulcanize Industrial Rubber." Available online. URL: cosmos.ucdavis.edu/Archive/2007/FinalProjects/Cluster%208/Alvarado,Matt%20Tire_Rejuvenation4f.doc. Accessed January 6, 2009. Clear description of the technical aspects of rubber recycling and specific steps in the chemical process of reconstituting rubber.

Audubon. "Protect the Arctic Refuge." 2009. Available online. URL: www.protectthearctic.com. Accessed April 22, 2009. Opinions from the environmental group on the oil industry's effects on one of the last untouched ecosystems in the United States of America.

Bailey, Ronald H. *the Home Front: U.S.A.* Chicago: Time-Life Books, 1978. One of a historical series that reviews the U.S. economy in World War II. Baker, David R. "Methane to Power Vehicles." *San Francisco Chronicle* (4/30/08). A news article on a company's plan to use methane to fuel its vehicles, with a brief description of the method.

"Electric Currents." *San Francisco Chronicle* (12/18/07). A clear description of wave power and its future with helpful diagrams of energy generation from wave action. Barker, Terry, and Igor Bashmakov. "Mitigation from a Cross-sectoral Perspective." Chap. 11 in *Climate Change 2007: Mitigation of Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press, 2008. Part of a report recognized as a global resource for climate change policy, philosophy, and international agreements.

Bauman, Margaret. "Sen. Stevens Pushes for EAS, Alternative Energy Funding." *Alaska Journal of Commerce* (7/20/08). Available online. URL: www.alaskajournal.com/stories/072008/hom_20080720008.shtml. Accessed January 12, 2009. An article that gives insight into Alaska's current progress in alternative energies in regard to the state's important oil economy.

Bourne, Joel K. "Green Dreams." In *National Geographic*, October 2007. An indepth article on the advantages and disadvantages of ethanol biofuel.

Brinkman, Paul. "Obama Expected to Accelerate Eforts to Create U.S. Carbon Market." *South Florida Business Journal* (1/23/09). Available online. URL: southflorida.bizjournals.com/southflorida/stories/2009/01/26/story4.html. Accessed

January 31, 2009. An article covering proposed changes to environmental programs as the Obama administration takes office.

BBC. "Bush Calls for Offshore Drilling." BBC News (6/18/08). Available online. URL: news.bbc.co.uk/2/hi/Americas/7460767.stm. Accessed February 2, 2009. A news story explaining the political viewpoints on new U.S. oil drilling, especially in context of Republican versus Democrat viewpoints.

"1957: Sputnik Satellite Blasts into Space." BBC News: On this Day (10/4/08). Available online. URL: news.bbc.co.uk/onthisday/hi/dates/stories/october/4/newsid_2685000/2685115.stm. Accessed January 22, 2009. An article highlights a historical event in science that began satellite studies of the Earth and launched the U.S.-Russian space race.

Brown, Jeremy, and Pat Ford. "Science and Opportunity for Columbia/Snake Salmon." Bellingham Herald (12/18/08). Available online. URL: www.wildsalmon.org/library/lib-detail.cfm?docID=794. Accessed January 14, 2009. An article on an environmental group's views on hydropower and the environment.

Bullis, Kevin. "Algae-Based Fuels Set to Bloom." Massachusetts Institute of Technology Review (2/5/07). Available online. URL: www.livefuels.com. Accessed January 8, 2009. A discussion of the potential uses of algae farming and algae-based biofuels.

Bureau of Land Management. "Federal Agencies Move to Ease Development of Geothermal Energy and Increase Power Generation." News release (12/18/08). Available online. URL: www.blm.gov/wo/st/en/info/newsroom/2008/december/NR_12_18_2008.html. Accessed January 14, 2009. The BLM's announcement of plans to build a major geothermal energy project in the western United States.

Bush, George W. "State of the Union Address." (1/23/07). Available online. URL: frwebgate.access.gpo.gov/cgi-bin/getdoc.cgi?dbname=2008_record&docid=cr28ja08-94. Accessed March 6, 2009. Presidential address to Congress and the nation on a variety of topics including the environment and oil drilling.

Cabanatuan, Michael. "Fueling a Revolution." San Francisco Chronicle (2/22/07). An article that explains small-scale biodiesel production and thoughts on the future of biorefining.

Capoor, Karan, and Philippe Ambrosi. State and Trends of the Carbon Market 2008. Washington, D.C.: World Bank Institute, 2008. Available online. URL: siteresources.worldbank.org/NEWS/Resources/State&Trendsformatted06May10pm.pdf. Accessed December 9, 2008. The World Bank's annual report on the current size and trends in the global emissions exchange markets.

Cha, Ariana Eunjung. "China's Cars, Accelerating a Global Demand for Fuel." Washington Post (7/28/08). Available online. URL: www.washingtonpost.com/wp-dyn/content/article/2008/07/27/AR2008072701911_pf.html. Accessed January 8, 2009. Excellent update on China's role in current oil consumption.

Clary, Greg. "Recycling Converts Milk Jugs to Tax Savings." *Lower Hudson Valley Journal News* (1/13/06). Available online. URL: www.lohud.com/apps/pbcs.dll/article?AID=/20060113/NEWS02/601130338/1017/NEWS01. Accessed January 6, 2009. his article gives an interesting perspective on a city's recycling economics.

Coase, Ronald H. "he Problem of Social Cost." *Journal of Law and Economics* 3 (1960): 1–44. Available online. URL: www.sfu.ca/~allen/CoaseJLE1960.pdf. Accessed March 6, 2009. A hallmark technical article that gave birth to the theory of carbon economics.

Emsley, John. "Making Viruses Make Nanowires to Make Anodes for Batteries." *ScienceWatch.com* (July/August, 2008). Available online. URL: sciencewatch.com/ana/hot/che/08julaug-che. Accessed January 23, 2009. he latest technologies based on virus-produced batteries.

Fagan, Dan. "Who Will Obama Listen To? Alaska's Economy Hangs in the Balance." *Alaska Standard* (1/7/09). Available online. URL: www.thealaskastandard.com/?q=node/248. Accessed January 12, 2009. Perspective from an Alaskan on climate change and the state's oil economy.

Federal Energy Regulatory Commission. "FERC Directs a Probe of Electric Bulk Power Markets." News release, July 26, 2000. Available online. URL: www.ferc.gov/industries/electric/indus-act/wec/chron/pr-07-26-00.pdf. Accessed December 6, 2008. A news release that represents the initiation of a corruption scandal in the U.S. energy industry.

First Solar. "First Solar Completes 10MW hin Film Solar Power Plant for Sempra Generation." News release (12/22/08). Available online. URL: investor.firstsolar.com/phoenix.zhtml?c=201491&p=irol-newsArticle&ID=1238556&highlight=. Accessed January 14, 2009. News release on a successful large-scale power plant using solar ilm technology.

Free Press News. "Science News: Some Climate Shit May Be Permanent" (1/29/09). Available online. URL: www.freep.com/article/20090129/NEWS07/901290406/1009/Science+news++Some+climate+shift+may+be+permanent. Accessed January 31, 2009. A science-based blog discussion on climate change and its consequences.

González, Ángel, and Hal Bernton. "Windfall Tax Lets Alaska Rake in Billions from Big Oil." *Seattle Times* (8/10/08). Available online. URL: seattletimes.nwsourc.com/html/localnews/2008103325_alaskatax07.html. Accessed January 12, 2009. A news article on the effects the new Obama administration might have on Alaska's oil economy.

Grunwald, Michael. "he Clean Energy Scam." *Time* (4/7/08). An investigation into the mounting collection of hazards associated with growing biofuels.

Hillis, Scott. "Applied Sees Glass Solar Cell Demand Outgrowing Silicon." Reuters (3/19/07). Available online. URL: www.planetark.com/dailynewsstory.cfm/newsid/40936/story.htm. Accessed January 26, 2009. An update on the advancing technology of thin solar films.

Hotz, Robert Lee. "Make a Few Bucks, Help Fight Global Warming." San Francisco Chronicle (2/11/07). A news article that explains some of the debates regarding carbon trading.

Hubbert, M. King. "Energy from Fossil Fuels." Science 149, no. 2,823 (1949): 103–109. Available online. URL: www.hubbertpeak.com/Hubbert/science1949. Accessed January 13, 2009. A historical technical article predicting the peak of fossil fuel availability.

International Energy Agency. "New Energy Realities—WEO Calls for Global Energy Revolution Despite Economic Crisis." Press release (11/12/08). Available online. URL: www.iea.org/Textbase/press/pressdetail.asp?PRESS_REL_ID=275. Accessed December 10, 2008. An energy policy leader makes a powerful case for continuing sustainable energy programs despite poor economic times.

Johnston, David, and Kim Master. Green Remodeling: Changing the World One Room at a Time. Gabriola Island, British Columbia, Canada: New Society Publishers, 2004. Resource for materials and renewable energy systems in home building.

Johnston, Lindsay. "The Bushire Architect." Interview with NineMSN.com (5/4/03). Available online. URL: sunday.ninemsn.com.au/sunday/feature_stories/transcript_1265.asp. Accessed March 5, 2009. Insight into the thinking of a green building architect and the originator of a world-famous of-the-grid house.

King, John. "S. F. Hopes to Set Example with New Green Tower." San Francisco Chronicle (4/13/07). An article that describes a power utility's plans to design and build an of-the-grid headquarters building.

Kunzig, Robert. "Pick Up a Mop." Time (7/14/08). An article on innovative technologies for reducing carbon dioxide levels, particularly technologies that affect ocean metabolism.

Lipp, Elizabeth. "Synthetic Biology Finds a Niche in Fuel Alternatives." Genetic Engineering and Biotechnology News (11/15/08). Clear explanation of the role biotechnology will play in synthesizing new alternative fuels

Mabe, Matt. "Sun Is Part of the Plan for Greener Hempstead." New York Times (4/6/08). Available online. URL: www.nytimes.com/2008/04/06/nyregion/nyregionspecial2/06solarli.html?_r=1&scp=1&sq=greener+hempstead&st=nyt. Accessed January 14, 2009. Article on ways in which local communities convert to solar energy and the decisions that go into this process

Maynard, Micheline. "Downturn Will Test Obama's Vision for an Energy-Efficient Auto Industry." New York Times (12/20/08). Available online. URL: www.nytimes.com/2008/12/21/business/21obama.html?scp=6&sq=auto

mobile+industry&st=nyt. Accessed January 8, 2009. An update on the 2008 financial crisis in the American auto industry

McCullough, Robert. Memo to McCullough Research clients, June 5, 2002. Available online. URL: www.mresearch.com/pdfs/19.pdf. Accessed December 6, 2008. A very interesting letter written at the time of the western energy crisis to shed light on the unlawful events of that period.

Morris, Frank. "Missouri Town Is Running on Vapor—and thriving." National Public Radio All Things Considered (8/9/08). Available online. URL: www.npr.org/templates/story/story.php?storyId=93208355&t=1&f=2. Accessed January 30, 2009. A short article on one town's ability to function without relying on the municipal power grid.

Mufson, Steven, and Philip Rucker. "Nobel Physicist Chosen to Be Energy Secretary." Washington Post (12/11/08). Available online. URL: www.washingtonpost.com/wp-dyn/content/article/2008/12/10/AR2008121003681.html. Accessed January 12, 2009. A news article on the 2008 appointments by President-elect Barack Obama to federal energy positions

National Security Space Office. "Space-based Solar Power as an Opportunity for Strategic Security" (10/10/07). Available online. URL: www.acq.osd.mil/nssso/solar/SBSPInterimAssesment0.1.pdf. Detailed description of a next generation solar power method using satellite solar cells

North American International Auto Show. "Michelin Challenge Design Announces 2010 Competition theme." News release, January 12, 2009. Available online. URL: naias.mediaroom.com/index.php?s=43&item=417. Accessed January 13, 2009. The latest news from the automotive industry on new car designs and concepts, presented from the world's premier auto show

Olson, Drew. "Recycling an Old Argument about Recycling." On Milwaukee (4/9/08). Available online. URL: www.onmilwaukee.com/market/articles/recyclingdebate.html. Accessed January 6, 2009. Interesting viewpoints on the opposition to recycling.

Pacific Gas and Electric. Daylighting in Schools: An Investigation into the Relationship between Daylighting and Human Performance (8/20/99). Available online. URL: www.pge.com/includes/docs/pdfs/shared/edusafety/training/pec/daylight/SchoolsCondensed820.pdf. Accessed January 26, 2009. Early evidence on the health benefits of sunlight in buildings.

Pollack, Andrew. "Behind the Wheel/Toyota Prius; It's Easier to Be Green." New York Times

(11/19/00). Available online. URL: query.nytimes.com/gst/fullpage.html?res=9A02E7DA133BF93AA25752C1A9669C8B63&scp=1&sq=Prius&st=nyt. A historical article on the development of hybrid vehicles, based on the new Prius by Toyota.

Pomerantz, Dorothy. "Can his Man Save the World?" Forbes (8/11/03). Available online. URL: www.forbes.com/forbes/2003/0811/054.html. Accessed January 31, 2009. An article on the early days of carbon offset trading.

Popely, Rick. "Battery-Powered Car Race Is On." Chicago Tribune (6/18/08). Available online. URL: archives.chicagotribune.com/2008/jun/18/business/chi-wed-car-batteries_06-17jun18. Accessed January 9, 2009. News on the new generation of battery-powered cars from U.S. automakers.

Powell, Jane. "Green Envy." San Francisco Chronicle magazine (5/13/07). An editorial that highlights the pitfalls of green building trend.

Prager, Michael. "Gridlock. Real Energy Conservation Requires a Smarter Grid." E/he Environmental Magazine (January/February 2009). An opinion article on the current state of conventional power grids and their future.

Provey, Joe. "Building Wind Communities." E/he Environmental Magazine (January/February 2009). An article explaining ways to make wind power successful in U.S. communities.

Rabin, Emily. "Harnessing Daylight for Energy Savings." GreenBiz.com (4/18/06). Available online. URL: www.greenbiz.com/feature/2006/04/18/harnessingdaylight-energy-savings. Accessed January 26, 2009. Insight into the growing list of benefits offered by daylighting.

Rathje, William L. "The Garbage Project and 'The Archeology of Us.'" In Encyclopaedia Britannica's Yearbook of Science and the Future—1997. Edited by C. Cielgelski. New York: Encyclopaedia Britannica, 1996. Available online. URL: traumwerk.stanford.edu:3455/Symmetry/174. Accessed January 22, 2009. An article by a premier expert of the materials that make up municipal waste.

Reynolds, James. "Living in China's Coal Heartland." BBC News (1/22/07). Available online. URL: news.bbc.co.uk/2/hi/asia-pacific/6271773.stm. Accessed March 6, 2009. An interesting news report on the deteriorating health of people living in China's coal belt.

Richtel, Matt. "Start-up Fervor Shifts to Energy in Silicon Valley." New York Times (3/14/07).

Available online. URL: www.nytimes.com/2007/03/14/technology/14valley.html?pagewanted=1&_r=1. Accessed January 13, 2009. An article highlighting industry thoughts behind a new alternative energy industry.

Rosner, Hillary. "The Energy Challenge; Cooking Up More Uses for the Leftovers of Biofuel Production." New York Times (8/8/07). Available online. URL: query.nytimes.com/gst/fullpage.html?res=9B00E0DA1230F93BA3575BC0A9619C8B63&sec=&spon=&pagewanted=1. Accessed January 12, 2009. An article offering insight into the disadvantages of bio-refining.

Schwartz, Lou, and Ryan Hodum. "'Smart Energy' Management for China's Transmission Grid" (11/13/08). Available online. URL: www.renewableenergyworld.com/rea/news/story?id=54061. Accessed March 6, 2009. A brief article on the status of China's bid to turn to smart energy distribution.

Science Daily. "Without Enzyme Catalyst, Slowest Known Biological Reaction Takes 1 Trillion Years" (5/6/03). Available online. URL: www.sciencedaily.com/releases/2003/05/030506073321.htm. Accessed January 9, 2009. A clear explanation of the role of enzymes in biology.

"Plastics Recycling Industry 'Starving for Materials.'" (10/16/07). Available online. URL: www.sciencedaily.com/releases/2007/10/071015111922.htm. Accessed January 6, 2009. A short article describing the pitfalls of plastic recycling.

Shah, Sonia. *Crude: the Story of Oil*. New York: Seven Stories Press, 2004. A wellwritten examination of the oil industry and the politics surrounding the manufacture and pricing of world oil supplies.

Solazyme. "Solazyme Showcases World's First Algal-Based Renewable Diesel at Governor's Global Climate Summit." News release (11/17/08). Available online. URL: www.solazyme.com/news081119.shtml. Accessed January 23, 2009. A news release explaining a new direction in fuel cell technology.

Stefen, Alex, ed. *World changing: A User's Guide for the 21st Century*. New York, Harry N. Abrams, 2006. A classic reference for new technologies in sustainable living.

Stipp, David. "The Next Big Thing in Energy: Pond Scum?" *Fortune* (4/22/08). Available online. URL: money.cnn.com/2008/04/14/technology/perfect_fuel.fortune/index.htm?postversion=2008042205. Accessed January 8, 2009. Background on the limited number of small companies that are growing algae for making biofuels.

Thompson, Elizabeth A. "MIT Opens New 'Window' on Solar Energy." *MIT News* (7/10/08). Available online. URL: web.mit.edu/newsoice/2008/solarcells0710.html. Accessed January 14, 2009. Explanation of how solar concentrators work for increasing energy conversion using solar power.

Tierney, John. "Recycling Is Garbage." *New York Times* magazine (6/30/96). Available online. URL: query.nytimes.com/gst/fullpage.html?res=990CE1DF1339F933A05755C0A960958260. Accessed March 6, 2009. An oft-cited article that began the debate on whether recycling helps or hurts the environment.

Wald, Matthew. "New Ways to Store Solar Energy for Nighttime and Cloudy Days." *New York Times* (4/15/08). Available online. URL: www.nytimes.com/2008/04/15/science/earth/15sola.html?scp=1&sq=new+ways+to+store+solar+energy+for+nighttime+and+cloudy+days&st=nyt. Accessed January 14, 2009. An article providing information on new technologies for storing solar energy after collection until it is needed.

Walsh, Bryan. "Solar Power's New Style." *Time* (6/23/08). An update on the fastgrowing technology in solar films.

Wittbecker, Greg. "Recycle to Save Energy—the Sooner the Better" (5/14/08). Available online. URL: www.stopglobalwarming.org/sgw_read.asp?id=238075142008. Accessed January 6, 2009. A short article that summarizes established energy savings from recycling.

Zero Waste Alliance. Available online. URL: www.zerowaste.org/case.htm. Accessed January 31, 2009. Resource on optimizing current recycling programs.

WEB SITES

AllPlasticBottles.org. Available online. URL: www.allplasticbottles.org. Accessed December 8, 2008. A simple coverage of plastics recycling and community programs.

American Solar Energy Society. Available online. URL: www.ases.org. Accessed January 30, 2009. Excellent resource for all aspects of solar power.

American Wind Energy Association. Available online. URL: www.awea.org. Accessed January 30, 2009. Excellent resource for all aspects of wind power.

Chicago Climate Exchange. Available online. URL: www.chicagoclimatex.com. Accessed December 9, 2008. The only North American market for carbon trading.

Electric Power Research Institute. Available online. URL: my.epri.com/portal/server.pt. Accessed January 13, 2009. Good technical resource on energy technologies; access to the association's journal.

European Biomass Industry Association. Available online. URL: www.eubia.org/285.0.html. Accessed January 29, 2009. Resource for current technologies in biomass energy.

Federal Energy Regulatory Commission. Available online. URL: www.ferc.gov. Accessed January 13, 2009. Legal and government regulatory information on fossil fuel energy, electricity, and alternative energies.

Fuel Cells 2000. Available online. URL: www.fuelcells.org. Accessed January 9, 2009. Basic background on how fuel cells work and hydrogen chemistry.

Global Energy Network Institute. Available online. URL: www.geni.org/globalenergy/index2.shtml. Accessed December 10, 2008. An innovative organization with a plan for building a global energy grid.

GreenBuilding.com. Available online. URL: www.greenbuilding.com. Accessed March 5, 2009. An online resources for homeowners on sustainable materials, energy-saving systems, and LEED.

Greenpeace International. Available online. URL: www.greenpeace.org/international. Accessed January 14, 2009. An environmental group resource on the issues of alternative energy versus traditional fossil fuel and nuclear energies.

Intergovernmental Panel on Climate Change. Available online. URL: www.ipcc.ch. Accessed February 25, 2009. The primary resource on international policies and scientific reports on climate change.

National Recycling Coalition. Available online. URL: www.nrc-recycle.org. Accessed December 11, 2008. A good resource with data and tips, including an interactive recycling calculator.

Nuclear Energy Institute. Available online. URL: www.nei.org. Accessed January 14, 2009. A resource for the issues and advances in nuclear power.

