



ΠΡΑΣΙΝΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ



**ΚΑΣΟΥΝΗΣ
ΝΙΚΟΛΑΟΣ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΑΡΙΣΤΟΜΕΝΗΣ ΑΝΤΩΝΙΑΔΗΣ
ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ**

Στο εργαστήριο m3 αλλά και
όσους με βοήθησαν μέχρι σήμερα

ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΟ ΣΗΜΕΙΩΜΑ

Το παρακάτω έργο είναι αποτέλεσμα γνώσεων που προέρχονται από διάφορους επιστημονικούς κλάδους. Είναι η απόδειξη ότι ένας μηχανικός παραγωγής και διοίκησης είναι ένας επιστήμονας με ευρύ γνωστικό φάσμα, έτοιμος να προσφέρει πολύτιμο έργο σε κάθε πρόβλημα που θα αντιμετωπίσει η σύγχρονη κοινωνία. Ελπίζω η έρευνα αυτή να βοηθήσει κάθε αναγνώστη τόσο σε ακαδημαϊκό όσο και σε προσωπικό επίπεδο.

Κασούνης Νικόλαος,
Μηχανικός Παραγωγής & Διοίκησης

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	4
2. ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΤΗΣ ΠΡΑΣΙΝΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ	6
2.1 Πράσινες τεχνολογίες	6
2.2 Βιωσιμότητα.....	7
2.3 Πράσινη Επιχειρηματικότητα, Αειφόρος Ανάπτυξη και ανταγωνισμός.....	9
2.4 πράσινη εφοδιαστική αλυσίδα.....	10
2.5 ο δρόμος προς τη βιωσιμότητα	12
2.6 Νομικά πλαίσια και οργανισμοί	18
2.6.1 Εγχώρια νομοθεσία	18
2.6.2 Ευρωπαϊκή Πολιτική	22
3. ΧΡΗΣΗ ΑΠΕ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΩΝ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ.....	24
3.1 Ενέργεια και βιομηχανία.....	24
3.2 Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) στη Βιομηχανία.....	26
3.2.1 Ηλιακή ενέργεια	26
3.2.2 Αιολική ενέργεια.....	26
3.2.3 Υδροηλεκτρική ενέργεια.....	27
3.2.4 Παλιρροιακή & κυματική ενέργεια	28
3.2.5 Γεωθερμική ενέργεια.....	29
3.2.6 Βιομάζα	29
3.3 Σύγχρονες βιομηχανίες και ΑΠΕ	30
3.4 Εξοικονόμηση Ενέργειας	31
3.5 Ανακύκλωση μετάλλων.....	34
3.5.1 Μέταλλα.....	35
3.5.2 Χρησιμοποιημένα μέταλλα / Scrap.....	35
3.5.3 Διαδικασία της ανακύκλωσης.....	36
3.5.4 Δυσκολίες και πλεονεκτήματα στη διαδικασία της ανακύκλωσης	37
3.5.6 Η ανακύκλωση μετάλλων στον κόσμο	37
3.6 Οικολογικά κατασκευαστικά υλικά (ECO-MATERIALS)	38
4. ΠΡΑΣΙΝΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ	39
4.1 Κατεργασίες αφαίρεσης υλικού	39
4.1.1 Στεγνή κοπή & σχεδόν-στεγνή κοπή.....	40
4.1.2 Κρυογονική.....	41
4.1.3 Κατεργασία με βοήθεια πίδακα (High Pressure Jet Assisted Machining) ...	42
4.2 Συγκολλήσεις.....	42
4.2.1 Friction Stir Welding (FSW)	43

4.2.2	Magnetic Pulse Welding (MPW) / Συγκόλληση Ηλεκτρικού Παλμού	44
4.2.3	Laser Hybrid / Συνδυασμός.....	44
4.2.4	Diffusion Welding / Συγκόλληση με διάχυση υλικού	44
4.3	Κονιομεταλλουργία	45
4.3.1	Παραδοσιακή Κονιομεταλλουργία.....	46
4.3.2	Direct Metal Laser Sintering (DMLS) / Τρισδιάστατη εκτύπωση με μεταλλική σκόνη	46
4.4	Χυτευση.....	47
4.4.1	Conformal Cooling Channels (CCCs) / Σύμμορφα Κανάλια Ψύξης	48
4.5	Επικάλυψη (Coating)	49
4.6	Πράσινα υγρά κοπής	51
4.7	Θερμική επεξεργασία.....	53
5.	ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΜΙΑΣ ΠΡΑΣΙΝΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ	55
5.1	Παραγωγικές διαδικασίες και συστήματα.....	55
5.1.1	Οι παραγωγικές διαδικασίες.....	55
5.1.2	Είδη παραγωγικών συστημάτων	56
5.1.3	Μεταβολές	58
5.2	Δείκτες βιωσιμότητας	59
5.3	Εφοδιαστική αλυσίδα	64
5.4	Παραγωγικά συστήματα κλειστού βρόχου.....	65
5.5	Lean manufacturing / λιτή παραγωγή	67
5.6	μεθοδος Six Sigma	68
5.7	Lean Six Sigma	70
5.8	Παραγωγή Just-in-time	71
5.9	Kanban	73
5.10	Jidoka.....	75
5.11	Andon.....	76
5.12	Kaizen / συνεχής βελτιωση.....	77
5.13	Heijunka	80
5.14	5s	82
5.15	Υπολογιστική Μηχανική	83
5.16	Poka-yoke	83
5.17	International Organization for Standardization (ISO).....	84
6.	ΤΕΤΑΡΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΕΠΑΝΑΣΤΑΣΗ / INDUSTRY 4.0	86
7.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	89
8.	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	90

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι πράσινες κατασκευαστικές τεχνολογίες αντιμετωπίζουν μια σειρά από ζητήματα παραγωγής όπως η ανακύκλωση, η διατήρηση πόρων, η σωστή διαχείριση των απορριμμάτων, η προστασία του περιβάλλοντος, η συμμόρφωση με την εκάστοτε νομοθεσία, ο έλεγχος της ρύπανσης καθώς και άλλα συναφή ζητήματα.

Οι πράσινες κατασκευαστικές τεχνολογίες είναι επίσης ευρέως γνωστές και ως καθαρή παραγωγή ή βιώσιμη παραγωγή. Ανεξάρτητα από το όνομα όμως ο στόχος παραμένει ο ίδιος, δηλαδή ο σχεδιασμός, η παραγωγή και η παράδοση προϊόντων που ελαχιστοποιούν τις αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον.

Η έννοια των πράσινων τεχνολογιών στην παραγωγή ξεκίνησε να αναπτύσσεται από τη Γερμανία γύρω στο 1990. Εκείνη την περίοδο άρχισε να καθιερώνεται ένα παγκόσμιο πρότυπο παραγωγής, πιο φιλικό προς το περιβάλλον, όπου κάθε εταιρεία που επιθυμούσε να είναι ανταγωνιστική σε παγκόσμιο επίπεδο άρχισε να το χρησιμοποιεί για την παραγωγή προϊόντων.

Αρχικά οι πράσινες αυτές τεχνικές άρχισαν να εφαρμόζονται στον τομέα της παραγωγής. Ήδη από το 1980 η παραγωγική διαδικασία επικεντρώθηκε στη μείωση των απορριμμάτων ενώ από το 1990 το ενδιαφέρον των τεχνικών μεταφέρθηκε από την παραγωγή στο προϊόν. Γίνεται δηλαδή λόγος για τη μείωση των πρώτων υλών, τη μείωση της απαραίτητης ενέργειας καθώς και των ανανεώσιμων πηγών, τη μείωση των τοξικών αποβλήτων και τη χρήση υλικών φιλικών προς το περιβάλλον.

Οι απαιτήσεις που ανέπτυξαν οι καταναλωτές μέσα στα χρόνια είχαν ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη ευέλικτων τεχνικών μαζικής παραγωγής και για αυτό το λόγο αναπτύχθηκαν νομοθεσίες από κρατικούς οργανισμούς για την προστασία του περιβάλλοντος. Το γεγονός αυτό έχει ως αποτέλεσμα σήμερα να υπάρχουν διεθνείς οργανισμοί που μεριμνούν για την προστασία του περιβάλλοντος από την παραγωγική διαδικασία η οποία έχει φτάσει σε ένα πολύ υψηλό παραγωγικό επίπεδο. Τόσο τα μέσα παραγωγής όσο και τα τελικά προϊόντα κατασκευάζονται με γνώμονα το περιβαλλοντικό αντίκτυπο και το βέλτιστο αποτέλεσμα.

Γενικά, οι πράσινες αυτές τεχνολογίες εστιάζουν στη μείωση του περιβαλλοντικού αντικτύπου μειώνοντας τα τοξικά απόβλητα, τα λύματα, το scrap και αναπτύσσοντας νέα οικολογικά υλικά, μειώνοντας και τις απαιτούμενες ποσότητες ενέργειας μέσω των τεχνικών που περιγράφονται σε αυτήν την εργασία.

Ειδικά στη σημερινή κοινωνία όπου η ανάπτυξη των υπολογιστικών συστημάτων δίνει τη δυνατότητα, μπορούμε με ευκολία να μιλήσουμε και για πράσινη ανάπτυξη. Τεχνολογίες όπως η σχεδίαση σε Η/Υ, η μοντελοποίηση και η προσομοίωση δίνουν τη δυνατότητα να παραχθούν άμεσα προϊόντα δίχως ελαττώματα. Αυτό είναι εξαιρετικά σημαντικό αφού η παραγωγική διαδικασία έχει αρκετά στάδια πατροναρισμένα τα οποία πάντα θα δημιουργούν απόβλητα. Η μεταπήδηση αυτών των σταδίων μόνο θετικά μπορεί να λειτουργήσει αφού πέρα από τη μείωση των πόρων και της ενέργειας μειώνεται αισθητά και ο χρόνος ανάπτυξης και παραγωγής.

Για αυτόν το λόγο, σύγχρονοι αναλυτές θεωρούν τις πράσινες μεθόδους παραγωγής κομμάτι μέγιστης σημασίας για τις επιχειρήσεις που επιθυμούν να αναπτυχθούν και να

είναι ανταγωνιστικές στην παγκόσμια αγορά. Στη σύγχρονη βιομηχανία γίνεται πλέον λόγος όχι για απλές τεχνικές που μπορεί να εφαρμοστούν σε κάποια στάδια κατά τη διαδικασία παραγωγής αλλά για τεχνικές με τις οποίες σχεδιάζονται γραμμές παραγωγής, συστήματα διανομής προϊόντων, ενέργειας και υλών. Οι πράσινες μέθοδοι παραγωγής έχουν γίνει δηλαδή αναπόσπαστο κομμάτι της βιομηχανικής δραστηριότητας σε παγκόσμιο επίπεδο, θέτοντας συνέχεια νέα στάνταρ στην παραγωγή.

Παγκόσμιοι οργανισμοί όπως ο International Standard Organization (ISO) έχουν θεσπίσει προδιαγραφές παραγωγής οι οποίες όχι μόνο λειτουργούν θετικά για το περιβάλλον αλλά καθιστούν την εταιρεία που τις εφαρμόζει ανταγωνιστική. Επιπλέον η Ευρωπαϊκή Ένωση και τα Ηνωμένα Έθνη λειτουργούν πάντα με γνώμονα την προστασία του περιβάλλοντος και θεσπίζουν συνεχώς νέες νομοθεσίες.

Όλα αυτά επιτυγχάνονται μέσα από τεχνικές που βρίσκουν εφαρμογή τόσο στο παραγωγικό κομμάτι όσο και στο λειτουργικό / διοικητικό. Μία παραγωγική διαδικασία δεν αποτελείται μόνο από εργαλειομηχανές αλλά από πολλούς αμετάβλητους παράγοντες που καθορίζουν την αποτελεσματικότητά της. Ο εφοδιασμός με πρώτες ύλες, τα αναλώσιμα κατά την παραγωγή, η βελτιστοποίηση του σχεδιασμού τόσο του προϊόντος όσο και της διαδικασίας παραγωγής, η εφοδιαστική αλυσίδα κατά το διαμοιρασμό του προϊόντος αποτελούν σημαντικά βήματα προς μια πράσινη παραγωγή. Έργο ενός Μηχανικού Παραγωγής & Διοίκησης αποτελούν όλα τα παραπάνω οπότε ο τομέας αυτός έχει άμεση σχέση με τον κλάδο.

Ο σχεδιασμός, η παραγωγή και τα logistics είναι το κλειδί για μια παραγωγική διαδικασία φιλική προς το περιβάλλον, πράσινη και βιώσιμη.

Σε όλα αυτά βέβαια παίζει ρόλο και το γεγονός ότι όσο τα χρόνια περνάνε ο κόσμος γίνεται πιο ευαίσθητος σε περιβαλλοντικά θέματα και οι καταναλωτικές του επιλογές είναι πιο φιλικές προς το περιβάλλον.

2. ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΤΗΣ ΠΡΑΣΙΝΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

2.1 ΠΡΑΣΙΝΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ

Ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα της σύγχρονης κοινωνία είναι η προστασία του περιβάλλοντος.

Η αύξηση του πληθυσμού στη γη τα τελευταία χρόνια δημιουργεί όλο και περισσότερες ανάγκες για προϊόντα έτοιμα προς κατανάλωση. Ο τεράστιος αριθμός καταναλωτών έχει ανάγκες από τροφή, ένδυση, διασκέδαση και μετακίνηση, τις οποίες η βιομηχανία καλείται να ικανοποιήσει. Ο άνθρωπος περιορίζεται σε δύο τύπου αλληλεπιδράσεις με το περιβάλλον: η πρώτη είναι σαν πηγή πρώτων υλών ενώ η δεύτερη σαν σκουπιδοτόπος για υγρά, στερεά και αέρια απόβλητα. Είναι γεγονός πως τα τελευταία 50 χρόνια η ανθρωπότητα έχει καταναλώσει περισσότερους πόρους από ότι σε ολόκληρη την ιστορία της και τα εργοστάσια είναι υπεύθυνα για τα 2/3 των βλαβερών εκπομπών που συμβάλουν στην κλιματική αλλαγή.

Αυτή η συμπεριφορά του ανθρώπου-καταναλωτή έχει κάνει τους παραγωγούς να λειτουργούν σιγά-σιγά με άλλον τρόπο και να προσπαθούν να παράγουν περισσότερα προϊόντα με όσο το δυνατό λιγότερες πρώτες ύλες και κόστος. Κράτη και οργανισμοί θεσπίζουν πλαίσια για την προστασία του περιβάλλοντος, δημιουργώντας μια βιομηχανία όλο και πιο πράσινη.

Μέσα από αυτές τις δράσεις, τα τελευταία χρόνια αναδείχθηκε ένα αντικείμενο μελέτης: το οποίο αποκαλείται στα αγγλικά, Green Manufacturing. Μια ελεύθερη μετάφραση στα ελληνικά μας δίνει τον τίτλο “Πράσινες Κατασκευαστικές Τεχνολογίες”.

Στόχος αυτών των τεχνολογιών είναι η ανανέωση της παραγωγής και η θέσπιση φιλικών προς το περιβάλλον τεχνικών και διαδικασιών. Ο κλάδος αυτός ερευνά, αναπτύσσει και χρησιμοποιεί τέτοιες τεχνικές ώστε να αφήσει όσο το δυνατό μικρότερο αντίκτυπο στο περιβάλλον. Στα πλαίσια των “τεχνικών και διαδικασιών” εντάσσονται κυρίως οι τεχνολογίες παραγωγής, η οργάνωση της παραγωγής, η δρομολόγηση του τελικού προϊόντος καθώς και η ανακύκλωσή του.

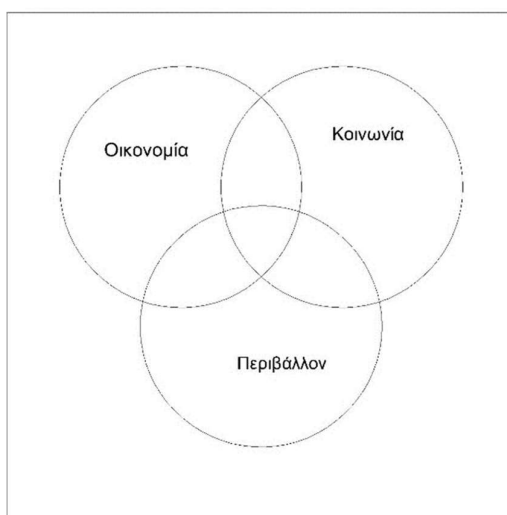
Γενικός στόχος των πράσινων τεχνολογιών είναι η μείωση των απαιτούμενων πόρων, των τελικών αποβλήτων, της καταναλισκόμενης ενέργειας, η ανακύκλωση καθώς και η επαναχρησιμοποίηση υλικών. Κάποια προφανή μέσα για να επιτευχθεί αυτό είναι η κατανάλωση ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές και ο εκσυγχρονισμός των μηχανημάτων για μεγαλύτερη απόδοση.

Ο λόγος που οι πράσινες κατασκευαστικές τεχνολογίες είναι τόσο σημαντικές για τους παραγωγούς είναι το γεγονός ότι για να επιτευχθεί ο όρος “πράσινο” οι αλλαγές που θα γίνουν μπορούν να αυξήσουν τα έσοδα της βιομηχανίας. Οι μειώσεις που αναφέρθηκαν έχουν ως γενικό αποτέλεσμα να δημιουργείται ένα προϊόν γρηγορότερα και αποτελεσματικότερα, το οποίο μεταφράζεται ως κέρδος.

Ένας άλλος όρος που συναντάμε στη βιβλιογραφία είναι το “Lean Manufacturing” – που μεταφράζεται στα ελληνικά ως “Λιτή Παραγωγή”, το οποίο έχει ως στόχο μικρές βελτιώσεις οι οποίες όμως επιβαρύνουν τον καταναλωτή. Για παράδειγμα η μείωση του χρόνου αναμονής ενός προϊόντος ή η μείωση της υπερπαραγωγής είναι τεχνικές του όρου που περιλαμβάνονται στο Lean -. Δηλαδή δεν γίνεται λόγος για μια νέα τεχνολογία παραγωγής αλλά για βελτιώσεις σε ότι υπάρχει ήδη. Οι δύο αυτοί όροι δεν είναι εύκολα διαχωρίσιμοι και στόχος αυτής της εργασίας δεν είναι να τους διαχωρίσει.

2.2 ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑ

Είναι το “πράσινο” και βιώσιμο; Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Περιβάλλοντος και Ανάπτυξης η βιωσιμότητα ορίζεται ως την “ανάπτυξη η οποία καλύπτει τις υπάρχουσες ανάγκες χωρίς να εμποδίζει τις μελλοντικές γενιές να καλύψουν τις δικές τους”. Στόχος είναι η ισορροπία μεταξύ οικονομικών, κοινωνικών και περιβαλλοντικών παραγόντων. Για να επιτευχθεί αυτό πρέπει να μειωθούν οι αρνητικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις, να διατηρηθεί η ενέργεια και οι πρώτες ύλες, να εξασφαλισθεί η ασφάλεια των εργαζομένων και της κοινωνίας. Οι τρεις αυτές ενέργειες είναι βασικές στη φιλοσοφία της πράσινης παραγωγής, άρα η πράσινη παραγωγή βρίσκεται ένα βήμα πιο κοντά στη βιωσιμότητα.



Σχήμα 2.1: Στην καρδιά της οικονομίας, της κοινωνίας και του περιβάλλοντος βρίσκεται η βιωσιμότητα

Σε αυτό το σημείο γίνεται ευδιάκριτος ο ρόλος της βιομηχανίας, η παραγωγή και η κατανάλωση. Γίνεται λόγος, δηλαδή, για Βιώσιμη Παραγωγή και Βιώσιμη Κατανάλωση.

Η Βιώσιμη Παραγωγή χαρακτηρίζεται από τη δημιουργία αγαθών χρησιμοποιώντας τεχνικές οι οποίες:

- Δεν ρυπαίνουν
- Διατηρούν την ενέργεια και τις πρώτες ύλες
- Είναι οικονομικά συμφέρουσες
- Προσφέρουν ασφάλεια σε καταναλωτές και εργάτες/παραγωγούς
- Αφήνουν θετικό αντίκτυπο σε όλους τους εμπλεκόμενους

Η Βιώσιμη Παραγωγή μπορεί να ωφελήσει όλους όσους έχουν σχέση με τον οργανισμό και μπορεί, βραχυπρόθεσμα ή μακροπρόθεσμα, να αυξήσει την παραγωγή αλλά και τα κέρδη. Πυρήνας της Βιώσιμης Παραγωγής είναι η προτίμηση των μακροπρόθεσμων συνεπειών και οφελών έναντι του άμεσου κέρδους. Οι οργανισμοί μπορούν να ευδοκιμήσουν επενδύοντας σε καλά σχεδιασμένα και ασφαλέστερα προϊόντα, τεχνολογίες και διαδικασίες αποδοτικές ως προς τους πόρους που χρησιμοποιούν. Με την ανησυχία του κοινού για την παγκόσμια κλιματική αλλαγή και τις προσπάθειες για πράσινες κοινωνίες τα οφέλη μιας Βιώσιμης Παραγωγής είναι ακόμη πιο ξεκάθαρα.

Η Βιώσιμη Κατανάλωση είναι η κατανάλωση αγαθών και υπηρεσιών που έχουν ελάχιστες επιπτώσεις στο περιβάλλον, καλύπτουν τις ανάγκες των καταναλωτών ενώ είναι κοινωνικά και οικονομικά βιώσιμες. Η Βιώσιμη Κατανάλωση θέτει ως στόχο ολόκληρο το καταναλωτικό κοινό, από το άτομο έως τις κυβερνήσεις και τους πολυεθνικούς ομίλους εταιρειών. Ο αυξημένος ρυθμός κατανάλωσης που έχει ενισχύσει την οικονομική ανάπτυξη και έχει αυξήσει το βιοτικό επίπεδο πολλών ανθρώπων έχει επίσης ενισχύσει την περιβαλλοντική υποβάθμιση. Τα σύγχρονα πρότυπα μη Βιώσιμης Κατανάλωσης μπορεί να οδηγήσουν στην καταστροφή του περιβάλλοντος, την καταστροφή αποθεμάτων πρώτων υλών αλλά και τη μη σωστή διανομή τους εντείνοντας έτσι ακόμα και κοινωνικά προβλήματα όπως η φτώχεια. Η Βιώσιμη Κατανάλωση συμπληρώνει τις βιώσιμες πρακτικές παραγωγής ενώ η επιστημονική προσέγγιση. Επί των θεμάτων που μπορεί να προκύψουν. Την καθιστά ως εργαλείο για τη σύγχρονη βιομηχανία. Τα κύρια εμπόδια που μπορεί να υπάρξουν και να μην επιτευχθεί μια Βιώσιμη Κατανάλωση είναι:

- Η έλλειψη ενημέρωσης και ευαισθητοποίησης
- Η έλλειψη υποστήριξης από την κοινωνία, την κυβέρνηση και τη βιομηχανία
- Απροθυμία να συμπεριληφθεί το πραγματικό περιβαλλοντικό και κοινωνικό κόστος στην τιμή των αγαθών και των υπηρεσιών
- Εδραιωμένα μη βιώσιμα πρότυπα σκέψης και συμπεριφοράς
- Η έλλειψη εναλλακτικών βιώσιμων προϊόντων και υπηρεσιών



Σχήμα 2.2: Ο κύκλος της Βιωσιμότητας

2.3 ΠΡΑΣΙΝΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ, ΑΕΙΦΟΡΟΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΜΟΣ

Στη σύγχρονη βιβλιογραφία γίνεται λόγος για την πράσινη επιχειρηματικότητα και την αειφόρο ανάπτυξη, έννοιες που βλέπουμε αναλυτικά παρακάτω.

Στη σύγχρονη βιβλιογραφία κάθε μορφή δραστηριότητας στον χώρο των επιχειρήσεων που λειτουργεί με επίκεντρο τη φύση και εστιάζει στην προστασία του περιβάλλοντος αποκαλείται «Πράσινη επιχειρηματικότητα». Οι επιχειρήσεις αξιοποιούν τους φυσικούς πόρους όπως τα ορυκτά, τον άνεμο, τη θάλασσα με σκοπό να παράξουν προϊόντα τα οποία θα τροφοδοτήσουν στους καταναλωτές, την «πραγματική οικονομία». Ο μεγάλος ανταγωνισμός στη χρήση των φυσικών πόρων σε παγκόσμιο επίπεδο οδηγεί σιγά σιγά στη μείωση των αποθεμάτων ενώ ταυτόχρονα αποτελεί βασικό περιορισμό στη βιώσιμη ανάπτυξη όλων των επιχειρήσεων. Συνεπώς, η υιοθέτηση μιας περιβαλλοντικής πολιτικής στα πλαίσια της βιομηχανίας η οποία θα είναι σε θέση να λαμβάνει υπόψη αυτόν τον περιορισμό, θα τον ενσωματώνει στην παραγωγική της διαδικασία και θα αναπτύσσεται με αυτόν, θεωρείται υψίστης σημασίας.

Πράσινη χαρακτηρίζεται μια επιχειρηματική δράση με περιβαλλοντικούς στόχους αλλά και μια επιχείρηση που σε σχέση με το χρόνο και τους ανταγωνιστές της έχει επιδείξει βελτιωμένη περιβαλλοντική υπευθυνότητα. Η περιβαλλοντική υπευθυνότητα των ήδη υφιστάμενων επιχειρήσεων είναι αναγκαία και σημαντική λόγω του μεγάλου αντικτύπου που έχει η λειτουργία τους στο φυσικό περιβάλλον.

Η αειφόρος ανάπτυξη αναφέρεται σε ένα πρότυπο ανάπτυξης το οποίο θέτει ως στόχο την εξασφάλιση της ικανότητας των μελλοντικών γενεών να ικανοποιούν τις δικές τους ανάγκες. Στόχος είναι η βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης των ανθρώπων διαφυλάσσοντας ταυτόχρονα την ασφάλεια του φυσικού περιβάλλοντος σε βραχυπρόθεσμη, μεσοπρόθεσμη και μακροπρόθεσμη βάση. Βασικοί στόχοι της αειφόρου ανάπτυξης είναι η ανάπτυξη μιας αποτελεσματικής οικονομίας, βιώσιμη σε κοινωνικό αλλά και περιβαλλοντικό επίπεδο.

Για την προώθηση της αειφόρου ανάπτυξης η κοινωνία θα πρέπει να λάβει τα κατάλληλα μέτρα ώστε να μειωθούν οι δυσμενείς συνέπειες των μεταφορών και οι κίνδυνοι που σχετίζονται με την υγεία, να βελτιωθεί η διαχείριση των φυσικών πόρων και ιδίως η κατανάλωσή τους, να καταπολεμηθεί ο κοινωνικός αποκλεισμός και η φτώχεια στην Ευρώπη και σε όλο τον κόσμο. Επίσης, πρέπει να καταπολεμηθεί η κλιματική αλλαγή και να περιοριστούν όσο το δυνατόν περισσότεροι οι επιπτώσεις της.

Μια επιχείρηση, σαν οντότητα, αποτελείται από τους μετόχους, τους εργάτες, τους προμηθευτές και τους καταναλωτές (συμμέτοχοι). Ψηλότερα στην ιεραρχία βρίσκονται οι μέτοχοι, οι οποίοι εάν ενημερωθούν και επιλέξουν την πράσινη παραγωγή τότε εύκολα μπορούν να επηρεάσουν ακόμη και τον ανταγωνισμό. Για το σύγχρονο καταναλωτή ένα πράσινο προϊόν είναι πιο ελκυστικό και ένας τέτοιος παραγωγός εμπνέει κύρος. Το κράτος είναι ένας ακόμη παράγοντας που μπορεί να ωθήσει τη βιομηχανία προς την πράσινη παραγωγή μέσω της φορολογίας ή ρυθμιστικών πλαισίων. Η συμβατική βιομηχανία επιβαρύνει το κράτος και την κοινωνία τόσο περιβαλλοντικά όσο και οικονομικά αφού εκατομμύρια ευρώ δαπανώνται κάθε χρόνο για την ανακύκλωση και τη μείωση των ρύπων.

2.4 ΠΡΑΣΙΝΗ ΕΦΟΔΙΑΣΤΙΚΗ ΑΛΥΣΙΔΑ

Βασικό εργαλείο των σύγχρονων επιχειρήσεων είναι η πράσινη εφοδιαστική αλυσίδα στην οποία περιλαμβάνονται αειφόρες πολιτικές, πρακτικές και εργαλεία - μέσα τα οποία ένας σύγχρονος οργανισμός οφείλει να υιοθετήσει και να εφαρμόσει στο πλαίσιο της βιώσιμης ανάπτυξης.

Τα ζητήματα περιβαλλοντικού ενδιαφέροντος που ασχολούνται με τη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας αποτελούν πλέον ένα ξεχωριστό ερευνητικό και επιχειρησιακό πεδίο. Η αειφόρος εφοδιαστική αλυσίδα αποτελεί μια προσέγγιση που αφορά πληθώρα διαφορετικών στόχων οι οποίοι έχουν να κάνουν με το επιχειρηματικό, κοινωνικό και οικονομικό περιβάλλον της βιομηχανίας. Οι εφαρμογές τις οποίες αναλύει η πράσινη εφοδιαστική αλυσίδα έχουν να κάνουν με θέματα τεχνολογικά και περιβαλλοντικά.

Η πράσινη εφοδιαστική αλυσίδα έχει αναδειχθεί σε ένα βασικό εργαλείο το οποίο μπορεί να δημιουργήσει ένα ανταγωνιστικό πλεονέκτημα με σημαντικά οικονομικά οφέλη για έναν οργανισμό. Στόχος κατά το σχεδιασμό αειφόρων εφοδιαστικών αλυσίδων είναι η υιοθέτηση βέλτιστων πρακτικών που έχουν να κάνουν με όλα τα στάδια ζωής των προϊόντων. Από τη σύλληψη δηλαδή της ιδέας ενός προϊόντος ή μίας υπηρεσίας έως το τελευταίο στάδιο ζωής του προϊόντος – υπηρεσίας. Ασχολείται με την ανακύκλωση, την επαναχρησιμοποίηση ή ακόμη και την απόρριψη του προϊόντος στο τέλος της ωφέλιμης ζωής του.

Σε ένα τέτοιο πλαίσιο οι φιλικές προς το περιβάλλον πρωτοβουλίες σχετίζονται τόσο με τα υλικά όσο και με άυλα εταιρικά οφέλη. Μελέτες εταιρικής και κοινωνικής ευθύνης διαφόρων οργανισμών δείχνουν ότι η μετάβαση σε πράσινες εφοδιαστικές αλυσίδες έχει βοηθήσει σε πολύ μεγάλο βαθμό να περιοριστούν οι λειτουργικές δαπάνες ενώ παράλληλα να ενισχυθεί η βιωσιμότητα των δραστηριοτήτων της επιχείρησης.

Η αυξημένη σημασία των εσωτερικών σχέσεων σε έναν οργανισμό έχει δημιουργήσει την ανάγκη να εξετάζονται και να αναπτύσσονται σχέσεις πλεονεκτήματος έναντι του ανταγωνισμού μέσω της δημιουργίας συνεργασιών και δικτύων με προμηθευτές και πελάτες. Η εξέλιξη αυτή έχει ωθήσει τον επιστημονικό τομέα της εφοδιαστικής αλυσίδας σε μία πραγματικά μεγάλη ανάπτυξη ενώ στη βιομηχανία είναι φανερό πως παίζει πρωταγωνιστικό ρόλο στη διοίκηση των οργανισμών.

Ο σχεδιασμός μιας φιλικής προς το περιβάλλον εφοδιαστικής αλυσίδας προϋποθέτει τη διοίκηση ενός οργανισμού με τρόπο που καθορίζονται αρχικά οι παραγωγικές εισροές, όλοι οι παράγοντες που πρέπει να παραμετροποιηθούν για χάρη της παραγωγής, η μεταφορά, η διανομή, η συσκευασία και η ανακύκλωση των προϊόντων με τρόπο φιλικό προς το περιβάλλον. Κατά τη διοίκηση του αειφόρου εφοδιασμού συμπεριλαμβάνεται ο προγραμματισμός, η εκτέλεση, η παρακολούθηση και ο έλεγχος πρακτικών και μέσων που βοηθούν τη διαδικασία ανάπτυξης περιβαλλοντικής συνείδησης των οργανισμών. Με αυτόν τον τρόπο οι οργανισμοί καταφέρνουν να θεωρούνται πράσινοι, κοινωνικά υπεύθυνοι και βιώσιμοι.

Στο δια ταύτα, βλέπουμε πως για να θεωρηθεί μια βιομηχανία φιλική προς το περιβάλλον θα πρέπει όχι μόνο να παράγει με φιλικές προς το περιβάλλον μεθόδους αλλά επίσης να είναι σε θέση να εφαρμόσει τεχνικές πράσινης εφοδιαστικής αλυσίδας. Δηλαδή πλέον δεν

γίνεται απλά λόγος για προϊόντα φιλικά προς το περιβάλλον αλλά για οργανισμούς οι οποίοι είναι περιβαλλοντικά ευαισθητοποιημένοι.

Σε αυτό το πλαίσιο έχουν αναπτυχθεί κι άλλες τεχνικές τόσο για την παραγωγή όσο και για τη διοίκηση που έχουν να κάνουν με τη βελτιστοποίηση της λειτουργίας ενός οργανισμού. Η αποδοτική λειτουργία σε συνδυασμό με τη χαμηλή κατανάλωση πόρων και σπατάλη εργατωρών είναι η σύγχρονη προσέγγιση για τη δημιουργία φιλικών προς το περιβάλλον οργανισμών.



Σχήμα 2.3: Στο παραπάνω σχήμα φαίνεται η ανάμειξη της ανακύκλωσης, της πράσινης ενέργειας και της ανακυκλώσιμης συσκευασίας στην εφοδιαστική αλυσίδα

Ένα ακόμη φαινόμενο στη σύγχρονη βιομηχανία είναι η αύξηση της επαναχρησιμοποίησης υλικών λόγω της πράσινης συνείδησης των καταναλωτών. Στο παρελθόν πολλά υλικά κατέληγαν πολύ γρήγορα σε χωματερές ενώ σήμερα ο μέσος όρος ζωής τους έχει αυξηθεί υπερβολικά μέσω διαδικασιών όπως η επαναχρησιμοποίηση σε άλλη εργασία και η ανακύκλωση. Ο τρόπος με τον οποίο μπορεί να επιτευχθεί αυτή η αλλαγή είναι μέσω της εφοδιαστικής αλυσίδας αφού με τις τεχνικές εφοδιαστικής αλυσίδας επιτυγχάνεται σε βέλτιστο χρόνο η αποσυναρμολόγηση, ο καθαρισμός και άλλες διαδικασίες.

2.5 Ο ΔΡΟΜΟΣ ΠΡΟΣ ΤΗ ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑ

Η πράσινη ανάπτυξη μπορεί να παρέχει τη δυνατότητα για την αντιμετώπιση προκλήσεων, τόσο περιβαλλοντικών όσο και οικονομικών, αλλά και την ανάδειξη νέων μεθόδων για την ανάπτυξη μέσα από την παραγωγικότητα, την καινοτομία, την εισαγωγή σε νέες αγορές, την εμπιστοσύνη και τη σταθερότητα.

Όσον αφορά κάθε μία από τις παραπάνω έννοιες, η ανάπτυξη μπορεί να έρθει με ενέργειες όπως:

- Παραγωγικότητα: με την αύξηση της αποτελεσματικότητας τόσο από μεριάς κατανάλωσης πόρων όσο και φυσικών περιουσιακών στοιχείων του οργανισμού. Για την ενίσχυση της παραγωγικότητας προχωράμε ένα βήμα παρακάτω στη μέγιστη μείωση των αποβλήτων, της ενεργειακής σπατάλης και τη βέλτιστη κατανομή όλων των διαθέσιμων πόρων, σύμφωνα πάντα αξία χρήσης του καθενός.
- Καινοτομία: με ευκαιρίες οι οποίες πηγάζουν από στρατηγικές και πλαίσια που καθιστούν ανταγωνιστικούς νέους τρόπους αντιμετώπισης των περιβαλλοντικών αλλά και των επιχειρησιακών προβλημάτων.
- Νέες αγορές: στόχο μπορεί να αποτελέσει η δημιουργία νέων αγορών και καταναλωτικού κοινού μέσω της δημιουργίας ζήτησης για πράσινες τεχνολογίες, αγαθά και υπηρεσίες. Με αυτό τον τρόπο όχι μόνο αυξάνετε η δυνατότητα επενδύσεων για μία επιχείρηση αλλά ταυτόχρονα δημιουργούνται συνθήκες για νέες ευκαιρίες απασχόλησης.
- Εμπιστοσύνη των επενδυτών: μέσω βέλτιστων μοντέλων και πλάνων που είναι σε θέση να προβλέψουν και να προσαρμόζονται με το πώς οι κυβερνήσεις σκοπεύουν να κινηθούν για την αντιμετώπιση τα μείζων περιβαλλοντικών ζητημάτων.
- Σταθερότητα: έχει να κάνει με πιο ισορροπημένες μακροοικονομικές συνθήκες όπως η σταθεροποίηση της τιμολόγησης των πρώτων υλών και η στήριξη της δημοσιονομικής εξυγίανσης η οποία επιτυγχάνεται με την επανεξέταση της σύνθεσης και της αποτελεσματικότητας των δημόσιων δαπανών. Ένα άλλο μέτρο για τη δημιουργία σταθερότητας μπορεί να αποτελέσει η αύξηση των εσόδων μέσω της τιμολόγησης της ρύπανσης.

Μέσω της πράσινης ανάπτυξης μπορεί να περιοριστεί ο κίνδυνος των αρνητικών επιδράσεων από φαινόμενα «συμφόρησης» των πόρων που οδηγούν στην αύξηση του κόστους των επενδύσεων. Κάποια τέτοια παραδείγματα είναι η ανάγκη για υποδομές έντασης του κεφαλαίου σε περιπτώσεις όπως όταν τα αποθέματα νερού εξαντλούνται ή η ποιότητά τους υποβαθμίζεται (π.χ. εξοπλισμός αφαλάτωσης). Σε αυτή την περίπτωση η απώλεια του κεφαλαίου μπορεί να είναι μεγαλύτερη από τα κέρδη που παράγονται από την οικονομική δραστηριότητα, καθιστώντας δύσκολη τη διατήρηση – συντήρηση της δραστηριότητας και της μελλοντικής ανάπτυξης της. Επιπλέον, η έλλειψη ισορροπίας των φυσικών συστημάτων αυξάνει τον κίνδυνο πιο βαθιών, απότομων και εξαιρετικά επιζήμιων επιπτώσεων όπως συμβαίνει με απειλούμενα προς εξαφάνιση είδη που μπορεί να έχει επιβλαβείς συνέπειες για τη βιοποικιλότητα εάν η κλιματική αλλαγή συνεχιστεί με

τόσο έντονο ρυθμό. Οι προσπάθειες εντοπισμού ορίων υποδεικνύουν ότι σε κάποιες ορισμένες περιπτώσεις όπως η κλιματική αλλαγή και ο κύκλος του αζώτου τα όρια αυτά έχουν ήδη ξεπεραστεί.

Δεν υπάρχει ένα συγκεκριμένο πλάνο εφαρμογής στρατηγικών για την πράσινη ανάπτυξη. Ο περιβαλλοντικός προσανατολισμός που συμβάλει στην ανάπτυξη μίας οικονομίας εξαρτάται τόσο από τα πολιτικά όσο και θεσμικά πλαίσια, το επίπεδο στο οποίο επιτυγχάνεται η ανάπτυξη, τους διαθέσιμους φυσικούς & τεχνικούς πόρους και τις ιδιαίτερες περιβαλλοντικές πιέσεις που ασκούνται. Οι χώρες του δυτικού πολιτισμού και οι αναπτυσσόμενες χώρες, όπως και οι χώρες με διαφορετικές οικονομικοπολιτικές συνθήκες, στο μέλλον θα βρεθούν αντιμέτωπες με έντονες προκλήσεις και ευκαιρίες.

Στον αντίποδα, υπάρχουν πολλά ζητήματα που χρήζουν άμεσης αντιμετώπισης. Η ορθή οικονομική πολιτική είναι σημαντικό να βρίσκεται στο επίκεντρο κάθε στρατηγικής για την πράσινη ανάπτυξη. Μια ευέλικτη και δυναμική οικονομία μπορεί να είναι το ιδανικότερο περιβάλλον ευημερίας για την πράσινη ανάπτυξη και μπορεί να ωθήσει την κοινωνία σε μια ακόμη πιο πράσινη πορεία ανάπτυξης. Η στροφή στην πράσινη ανάπτυξη απαιτεί πολύ μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα όσων αφορά την αξιοποίηση των πρώτων υλών προκειμένου να ελαχιστοποιηθούν οι σπατάλες αλλά και οι περιβαλλοντικές πιέσεις. Η σωστή χρήση και η διαχείριση των πόρων αποτελεί βασικό στόχο της οικονομικής πολιτικής και συνεπάγεται παρεμβάσεις δημοσιονομικού και ρυθμιστικού χαρακτήρα οι οποίες κανονικά μπορεί να μην σχετίζονται με μία «πράσινη» ατζέντα. Η ανάληψη πολιτικής δράσης για ένα τέτοιο ζήτημα απαιτεί τη συμμετοχή ενός ευρύτατου φάσματος πολιτικών χώρων και όχι μόνο των παραδοσιακά «πράσινων».

Μία στρατηγική που θέτει ως στόχο την πράσινη ανάπτυξη μπορεί να επικεντρωθεί σε αμοιβαία ενισχυόμενες πτυχές τόσο της οικονομικής όσο και της περιβαλλοντικής πολιτικής. Μία τέτοια στρατηγική λαμβάνει υπόψη ως σύνολο την αξία του φυσικού κεφαλαίου ως συντελεστή παραγωγής αλλά και το ρόλο που παίζει στην ανάπτυξη. Επιπλέον, μία πράσινη στρατηγική εστιάζει σε μεγάλο βαθμό σε τρόπους έντασης των περιβαλλοντικών πιέσεων προκειμένου να επιτευχθεί η μετάβαση προς νέα αναπτυξιακά πρότυπα τα οποία θα μπορούν να αποτρέψουν την ορίων που έχουν θεσπιστεί τόσο σε τοπικό όσο και σε παγκόσμιο επίπεδο.

Βασικό εργαλείο για την πράσινη και φιλική προς το περιβάλλον ανάπτυξη είναι η καινοτομία. Η ήδη υπάρχουσες τεχνολογίες παραγωγής και η καταναλωτική συμπεριφορά του κόσμου μπορούν να έχουν θετικά αποτελέσματα αλλά όχι σε μεγάλο βαθμό. Πέρα από αυτό, η εξάντληση του φυσικού κεφαλαίου μπορεί να έχει αρνητικές συνέπειες στο σύνολο της ανάπτυξης. Δεν είναι πάντα εύκολο να φανεί που βρίσκεται αυτό το όριο σε κάθε περίπτωση, γνωρίζουμε όμως ότι το κεφαλαίο που δημιουργήθηκε μέσω της επένδυσης δεν είναι σε θέση να αντικαταστήσει πλήρως το (εξαντλημένο) φυσικό κεφάλαιο όταν δεν υπάρχει ο παράγοντας της καινοτομίας. Η καινοτομία είναι σε θέση να επεκτείνει αυτό το όριο και μπορεί να βοηθήσει στην ανεξαρτητοποίηση των εννοιών της ανάπτυξης και της εξάντληση του φυσικού κεφαλαίου.

Μία στρατηγική που είναι σε θέση να ωφελήσει την πράσινη ανάπτυξη είναι σε θέση να αναγνωρίσει ότι όταν το ΑΕΠ λαμβάνεται ως μέτρο οικονομικής προόδου τότε παραβλέπετε η συμβολή όλων των φυσικών περιουσιακών στοιχείων στον πλούτο, την υγεία και την ευημερία των οργανισμών. Οι στρατηγικές επικεντρώνονται σε ένα φάσμα μέτρων που αφορούν την πρόοδο τα οποία περικλείουν την ποιότητα και τη σύνθεση της ανάπτυξης αλλά και το πώς αυτή επηρεάζει τον πλούτο και την ευεξία των καταναλωτών.

Τόσο από αυτήν όσο και από πολλές άλλες απόψεις συμπεραίνουμε πως η πράσινη ανάπτυξη αποτελεί ουσιαστικό συστατικό στοιχείο για τη βιώσιμη ανάπτυξη.

Το οικονομικό κόστος που πηγάζει από τις ρυπογόνες εκπομπές και την υπερεκμετάλλευση ορισμένων πόρων είναι σχετικά γνωστό. Σαφή οφέλη προκύπτουν μόνο σε περιπτώσεις που εφαρμόζονται οι σωστές πολιτικές. Σε κάποιες περιπτώσεις το μέγεθος και η χρονική στιγμή που μπορεί να υλοποιηθούν τα οφέλη από το φυσικό περιβάλλον κρύβουν μέσα τους ένα μεγάλο βαθμό αβεβαιότητας αφού οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ οικοσυστημάτων λόγω της κλιματικής αλλαγής και της βιοποικιλότητας είναι αρκετά πολύπλοκες και απρόβλεπτες. Η ευαισθητοποίηση και η δράση προκειμένου να αποφευχθούν μελλοντικές δυσμενείς, μη αναστρέψιμες, ακόμα και καταστροφικές καταστάσεις, μπορούν να είναι μεγάλης σημασίας για μελλοντική αποφυγή οικονομικών καταστροφών και μείωσης του κόστους.

Το χρονικό περιθώριο για τις αποφάσεις που αφορούν την οικονομική πολιτική θα πρέπει είναι ευρύ. Η τεχνολογική πρόοδος και τα πρότυπα που αφορούν την ανάπτυξη εξαρτώνται το ένα από το άλλο δημιουργώντας μια τεχνολογική αλλά και θεσμική αλληλεξάρτηση. Οι επιπτώσεις στο περιβάλλον λειτουργούν επίσης αθροιστικά και συχνά είναι μη αναστρέψιμες. Όλα δημιουργούν ένα δεσμό ανάμεσα στις σημερινές αποφάσεις στους τομείς που προαναφέρθηκαν με τις μελλοντικές οικονομικές ευκαιρίες που μπορεί να προκύψουν.

Η εφαρμογή μίας πράσινης αναπτυξιακής στρατηγικής συνδέεται με ένα συνδυασμό μέσων ο οποίος προέρχεται από δύο ευρείες δέσμες πολιτικών. Στην πρώτη δέσμη ανήκουν οι συνθήκες-πλαίσια οι οποίες ενισχύουν την οικονομική μεγέθυνση αλλά και τη διατήρηση του φυσικού κεφαλαίου. Σε αυτή τη δέσμη συμπεριλαμβάνονται βασικές δημοσιονομικές και κανονιστικές ρυθμίσεις, όπως είναι για παράδειγμα η πολιτική για τον ανταγωνισμό και τη φορολογία, οι οποίες όταν εκτελούνται σωστά είναι σε θέση να αυξήσουν την αποτελεσματική ανακατανομή των πόρων. Αυτή είναι η ατζέντα της οικονομικής πολιτικής στην οποία προσαρτίζεται το γεγονός ότι μπορεί να λειτουργήσει θετικά τόσο για την προστασία του περιβάλλοντος όσο και για την οικονομία. Επίσης εκεί συμπεριλαμβάνονται και οι πολιτικές που αφορούν την καινοτομία ως το προς την εφευρετικότητα που απαιτείται για να χρησιμοποιηθεί το φυσικό κεφάλαιο πολύ πιο φειδωλά και αποτελεσματικά. Η δεύτερη δέσμη πραγματεύεται πολιτικές οι οποίες στοχεύουν στην παροχή και δημιουργία κινήτρων τα οποία έχουν ως στόχο την αποτελεσματική χρήση φυσικών πόρων, την αύξηση του κόστους που προκύπτει από τους ρύπους, συμπεριλαμβάνουν εργαλεία τα οποία βασίζονται στο μηχανισμό των τιμών καθώς και πολιτικά “εργαλεία” και κυρώσεις.

Μολονότι οι συνθήκες σε εθνικό επίπεδο μπορούν να διαφέρουν σε μεγάλο βαθμό από χώρα σε χώρα η τιμολόγηση της ρύπανσης ή της υπερεκμετάλλευσης των φυσικών πόρων - μέσω φορολογικών μηχανισμών ή συστημάτων εμπορεύσιμων αδειών - μπορεί να αποτελέσει κεντρικό στοιχείο μίας συνδυαστικής πολιτικής. Τέτοιοι μηχανισμοί τιμολόγησης ελαχιστοποιούν το κόστος που συνεπάγεται η επίτευξη ενός δεδομένου στόχου και ταυτόχρονα μπορούν να παρέχουν κίνητρα για την περαιτέρω έρευνα και ενίσχυση της καινοτομίας και της αποτελεσματικότητας. Η αύξηση χρήσης των περιβαλλοντικών φόρων μπορεί να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στη φορολογική μεταρρύθμιση που στοχεύει στην ανάπτυξη. Πιο συγκεκριμένα, μπορεί να βοηθήσει στην απομάκρυνση ενός μέρους της επιβάρυνσης που προκύπτει από φόρους εισοδήματος νομικών και φυσικών προσώπων αλλά και κοινωνικές εισφορές που προκαλούν τις περισσότερες στρεβλώσεις. Η φορολόγηση στην ενέργεια και στο διοξείδιο του άνθρακα

μπορούν επίσης να αποτελέσουν αναπόσπαστο κομμάτι μιας ευρύτερης ομάδας μέτρων για τη δημοσιονομική εξυγίανση ως ελκυστική εναλλακτική επιλογή απέναντι στην αύξηση των φόρων επί της εργασίας ή επί του εισοδήματος των επιχειρήσεων ή απέναντι σε σημαντικές περικοπές των δημόσιων δαπανών.

Σε αρκετές περιπτώσεις μια σωστά σχεδιασμένη ρύθμιση, οι ενεργητικές πολιτικές για τη στήριξη της τεχνολογίας αλλά και οι εθελοντικές προσεγγίσεις ενδεχομένως να είναι πιο κατάλληλες ή να αποτελούν μία σημαντική προσθήκη των εργαλείων αγοράς. Επιπλέον, η δυνατότητα που έχουν οι επιχειρήσεις και οι καταναλωτές να ανταποκρίνονται στα μηνύματα των τιμών μπορεί να ενισχυθεί με τη λήψη μέτρων πληροφοριακού χαρακτήρα που υπογραμμίζουν τις συνέπειες των περιβαλλοντικών ζημιών οι οποίες προκαλούνται από συγκεκριμένες δραστηριότητες διαθέτοντας ταυτόχρονα καλύτερες εναλλακτικές επιλογές.

Η αλλαγή των οφελών όμως είναι μόνο ένα κομμάτι από τη λύσης. Η κοινωνία εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τους θεσμούς και τις τεχνολογίες που έχουν ήδη αναπτυχθεί σε μία επικείμενη στιγμή. Η κοινωνικοοικονομική αδράνεια μπορεί να έχει ριζώσει σε τέτοιο βαθμό που ακόμα και οι ιδιαίτερα ριζοσπαστικές αλλαγές στα οφέλη της κοινωνίας να μην αλλάξουν τη λιμνάζουσα συμπεριφορά της. Η ικανότητα για καινοτομία είναι υψίστης σημασίας για τη δημιουργία περισσότερων δυνατοτήτων που θα επιτρέπουν την επίτευξη σημαντικών επιτευγμάτων, την ανάπτυξη νέων προτύπων στην παραγωγή και την κατανάλωση. Η καινοτομία σα φαινόμενο είναι σε θέση να δημιουργήσει νέες πηγές ανάπτυξης που αντανακλούν την πλήρη αξία του φυσικού κεφαλαίου που επενδύθηκε ενώ μπορεί να μειώσει το κόστος αντιμετώπισης διάφορων περιβαλλοντικών κινδύνων. Κάποιες πράσινες στρατηγικές που αφορούν την ανάπτυξη πρέπει να βρεθούν αντιμετώπιες με τις ακόλουθες προκλήσεις που τίθενται για την πράσινη καινοτομία:

- Πολλές περιβαλλοντικές επιπτώσεις είτε υποτιμούνται είτε δε λαμβάνονται καθόλου υπόψιν. Οι συνέπειες που έχουν αυτές οι επιπτώσεις πιθανότατα δεν μπορούν να κατανοηθούν επαρκώς από τους αρμόδιους. Ένα απλό παράδειγμα είναι η τιμή του άνθρακα η οποία μπορεί να βοηθήσει στην επιστράτευση της καινοτομίας με σκοπό την αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής. Η τρέχων τιμή του άνθρακα όμως είναι χαμηλή, άρα δεν έχει γίνει απαραίτητη η εύρεση κάποιας εναλλακτικής / καινοτόμα τεχνολογίας.
- Η «εξάρτηση από την προηγούμενη πορεία» και η σημαντική θέση που μπορεί να κατέχουν οι υπάρχουσες τεχνολογίες και συστήματα μπορεί να δυσχεραίνουν σε μεγάλο βαθμό τη δυνατότητα κάποιων νέων τεχνολογιών να είναι ανταγωνιστικές, να καθιερωθούν στην αγορά και να αναπτυχθούν σταδιακά. Αυτό το φαινόμενο του σύγχρονου τεχνολογικά αναπτυγμένου κόσμου εξηγεί την ανάγκη για κάποια προσωρινή στήριξη σε ορισμένες από αυτές, έστω για ένα μικρό διάστημα μέχρι να εδραιωθούν. Τα εργαλεία για τη στήριξη της καινοτομίας πρέπει να σχεδιάζονται με τρόπο ώστε να είναι σε θέση να προωθήσουν την ανάπτυξη και την υιοθέτηση των νέων και αποτελεσματικών τεχνολογιών ενώ ταυτόχρονα να ελαχιστοποιούν τον κίνδυνο του τεχνολογικού εγκλωβισμού, της απουσίας ευγενούς ανταγωνισμού ή της εκτόπισης των ιδιωτικών επενδύσεων.
- Τα εμπόδια που παρουσιάζει το εμπόριο και οι επενδύσεις μπορούν να λειτουργήσουν ως σοβαρός ανασταλτικός παράγοντας ενάντια στην ανάπτυξη και διάδοση νέων πράσινων τεχνολογιών παγκοσμίως. Η μείωση τέτοιων παραγόντων που λειτουργούν σαν εμπόδια παράλληλα με την παροχή

ουσιαστικής προστασίας και της τήρησης των πνευματικών δικαιωμάτων είναι σημαντικές προϋποθέσεις για την προώθηση της ανάπτυξης και της διάδοσης των νέων τεχνολογιών και τη διευκόλυνση των ξένων επενδύσεων αλλά και των αδειοδοτήσεων.

Η στροφή στην πράσινη ανάπτυξη απαιτεί τη θέσπιση σύγχρονων πολιτικών που στοχεύουν στη δημιουργία υποδομών δικτύου κατάλληλων για τις τεχνολογίες επόμενης γενιάς, κυρίως σε τομείς αιχμής, όπως είναι η ενέργεια, το νερό, οι μεταφορές και οι επικοινωνίες. Οι πράσινες επενδύσεις στις κοινωνικές υποδομές μπορούν να λειτουργήσουν θετικά ώστε να επιτευχθούν πιο κερδοφόρα και αποτελεσματικά πρότυπα ανάπτυξης. Οι επενδύσεις αυτές είναι σε θέση να αυξήσουν το ρυθμό οικονομικής άνησης και να αποφέρουν οφέλη στην κοινωνία (υγεία, οικονομία, ανθρώπινες σχέσεις κ.α.). Στις αναπτυσσόμενες οικονομίες του κόσμου γίνονται ενέργειες και μεγάλα άλματα προς την υιοθέτηση νέων μοντέλων ανάπτυξης των κοινωνικών υποδομών. Η μεγάλη ανάγκη χρηματοδότηση τόσο σε δημόσιο όσο και σε ιδιωτικό επίπεδο είναι αναγκαία δεδομένης της μεγάλης κλίμακας των επενδύσεων που απαιτούνται στις περισσότερες από αυτές τις χώρες. Αυτό αποτελεί ένα στόχο που μπορεί να επιτευχθεί μέσα από τις κοινές πράξεις δημόσιου και ιδιωτικού τομέα σε θέματα όπως η φορολογία, η διευκόλυνση των επενδύσεων αλλά και μέσα από αναπτυξιακή βοήθεια.

Αυτό που παίζει το μεγαλύτερο ρόλο για την επιτυχία μίας πράσινης στρατηγικής ανάπτυξης είναι ένα ορθώς προσδιορισμένο πλαίσιο δράσης και μία συνεκτική δέσμη οικονομικοπολιτικών κριτηρίων. Για τη σωστή επιλογή των πολιτικών που θα ταιριάζει σε κάθε περιοχή στον κόσμο απαιτείται σημαντικός συντονισμός μεταξύ κυβερνήσεων, υπουργείων αλλά και των ιδιωτικών φορέων. Σε πολλές περιπτώσεις, η θέσπιση μίας κατάλληλης θεσμικής ικανότητας αποτελεί ουσιαστική προϋπόθεση για την ενσωμάτωση και ανάπτυξη πράσινων πλάνων στις βασικές οικονομικές στρατηγικές και άλλες κυβερνητικές πολιτικές, καθώς και για τη θέσπιση ηγετικού ρόλου στους χρηματοπιστωτικούς, οικονομικούς και περιβαλλοντικούς φορείς.

Η παρουσίαση των θετικών συνεπειών της στροφής στην πράσινη ανάπτυξη και τις πράσινες πρακτικές είναι σημαντικά για τη διαφήμιση αλλά και την αποδοχή της. Είναι γεγονός πως τα αποτελέσματα μερικών πολιτικών ενεργειών μπορούν να οδηγήσουν το καταναλωτικό κοινό σε οπισθοδρομικές ιδέες και πράξεις. Αυτό βέβαια δεν αποτελεί κάποιο αξίωμα αλλά εάν αυτά τα ζητήματα δεν λυθούν η αποδοχή ορισμένων βασικών πολιτικών ίσως να αμφισβητηθεί σε μεγάλο βαθμό.

Για παράδειγμα, η σταδιακή κατάργηση των επιδοτήσεων για τα ορυκτά καύσιμα θα έχει θετικό αντίκτυπο στο περιβάλλον και την οικονομία αλλά ίσως να λειτουργήσει αρνητικά για μερικά έθνη ή ομάδες πληθυσμών σε βραχυπρόθεσμο επίπεδο. Τα αρνητικά που προκύπτουν από τις υψηλές τιμές των καυσίμων κάνουν αμέσως την εμφάνιση τους και αποτελούν μεγάλο και ουσιαστικό εμπόδιο για μεγάλη μερίδα του πληθυσμού. Τα οικονομικά, κοινωνικά και περιβαλλοντικά οφέλη θα κάνουν την εμφάνιση τους σε μεταγενέστερο χρόνο, ενώ θα διαδοθούν στον κόσμο ακόμη αργότερα.

Θα πρέπει να ληφθούν στοχευμένα μέτρα, κυρίως στις αναπτυσσόμενες χώρες με ανερχόμενες οικονομίες, όπου ο πληθυσμός τους είναι πιο ευπαθής στις μεταβάσεις και το κόστος που συνδέεται με την αλλαγή σε πράσινες αναπτυξιακές τεχνολογίες και πρακτικές.

Βασική προϋπόθεση για την επίτευξη και ανάπτυξη των παραπάνω σε παγκόσμιο επίπεδο, βασική προϋπόθεση είναι η συνεργασία σε αυτή την κλίμακα. Η ενίσχυση των

μηχανισμών διαχείρισης των παγκόσμιων δημόσιων αγαθών, ιδιαίτερα όσων αφορούν τη βιοποικιλότητα και το κλίμα, είναι σημαντικής σημασίας για την αντιμετώπιση των προβλημάτων συντονισμού και κινήτρων. Οι συμφωνίες που γίνονται τα τελευταία χρόνια και έχουν ως θέμα την κλιματική αλλαγή δικαιολογούν την αισιοδοξία που υπάρχει όσον αφορά την πρόοδο που μπορεί να συντελεστεί. Πρόκειται όμως για ενέργειες που απαιτούν συνεχή και έντονη προσπάθεια. Μεγάλης σημασίας είναι και ο ρόλος των χρηματοπιστωτικών ροών που πρέπει να καταστούν ως κινητήρια δύναμη για τη μεγέθυνση, την ανάπτυξη αλλά να αποτελέσουν και κίνητρο για τη διατήρηση της ποιότητας των παγκόσμιων αγαθών.

Η συνεργασία σε τομείς όπως η τεχνολογία και η επιστήμη πρέπει να ενισχυθεί σε σημαντικό βαθμό μέσω συντονισμένων μεθόδων προκειμένου να επιτευχθεί σύντομα η ανάπτυξη, η διάδοση της τεχνολογίας και η δημιουργία ερευνητικών προγραμμάτων σε παγκόσμιο επίπεδο. Επιπλέον, η ενίσχυση όλων των προσπαθειών για την τόνωση του παγκόσμιου εμπορίου και των επενδύσεων μπορεί να βοηθήσει στη στήριξη και τη διάδοση των πράσινων τεχνολογιών. Σημαντική είναι επίσης η ανάγκη να εξασφαλιστούν οι αναπτυξιακές προοπτικές των χωρών χαμηλού εισοδήματος και να εγγυηθεί πως δεν υπονομεύονται από τις δυνητικές δευτερογενείς συνέπειες των εγχώριων μέτρων για το εμπόριο και τις επενδύσεις.

Η παρακολούθηση της προόδου προς την πράσινη ανάπτυξη θα πρέπει να στηρίζεται σε ομάδες δεικτών οι οποίοι περιγράφουν, παρακολουθούν και καταγράφουν τις αλλαγές:

- στην παραγωγικότητα στη χρήση των περιβαλλοντικών περιουσιακών στοιχείων και των φυσικών πόρων,
- στη βάση φυσικών περιβαλλοντικών στοιχείων,
- στην περιβαλλοντική διάσταση της ποιότητας ζωής και
- στα μέτρα πολιτικής και τις οικονομικές ευκαιρίες

Οι δείκτες που μετρούν την «πράσινη οικονομία» θα πρέπει να ερμηνεύονται με μεγάλη προσοχή. Κρίνοντας από το μέγεθος των βιομηχανικών κλάδων που δραστηριοποιούνται στην παραγωγή περιβαλλοντικών αγαθών και υπηρεσιών, η σημερινή «πράσινη οικονομία» είναι σχετικά μικρή. Οι οικονομικές ευκαιρίες, η επιχειρηματικότητα και η καινοτομία που συνδέονται με την πράσινη ανάπτυξη μπορούν να προκύψουν σε όλους τους τομείς, έτσι η αξιολόγηση που βασίζεται στους πράσινους κλάδους υποτιμά την οικονομική βαρύτητα των δραστηριοτήτων που σχετίζονται με το περιβάλλον.

Τέλος, για να πετύχουν οι εθνικές στρατηγικές για την πράσινη ανάπτυξη θα πρέπει να ενταχθούν στις κυβερνητικές πολιτικές. Είναι επίσης απαραίτητη η διεξαγωγή επιπρόσθετων αναλυτικών εργασιών σχετικά με το κόστος και τα οφέλη των διαφόρων εργαλείων πολιτικής. Επιπλέον, οι εργασίες επί μελετών συγκεκριμένων ζητημάτων και τομέων προσφέρουν πιο απτά στοιχεία για τις συνέπειες της στροφής προς την ανάπτυξη σε πολλά πεδία. Οι αρχικές προτεραιότητες περιλαμβάνουν τα τρόφιμα και τη γεωργία, τον τομέα της ενέργειας, το νερό, τη βιοποικιλότητα και την αναπτυξιακή συνεργασία, καθώς και πολιτικές για την ανάπτυξη των πόλεων και της υπαίθρου.

2.6 ΝΟΜΙΚΑ ΠΛΑΙΣΙΑ ΚΑΙ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ

Η προστασία του περιβάλλοντος και η πράσινη βιομηχανική ανάπτυξη δεν εξαρτάται μόνο από τις διάφορες τεχνολογίες που, όπως είδαμε πριν εξοικονομούν πόρους, υλικά, ενέργεια και εργατοώρες, αλλά και από διάφορους φορείς που προσπαθούν να εξασφαλίσουν την εντός πλαισίων λειτουργία της εκάστοτε βιομηχανίας.

Σε εγχώριο επίπεδο το αρμόδιο υπουργείο θέτει όρια σχετικά με την εκπομπή ρύπων για κάθε είδους βιομηχανία και όταν αυτή δεν συμμορφώνεται υπάρχει κάποιο πρόστιμο. Στην Ελλάδα αρμόδιο υπουργείο είναι το Υπουργείο Περιβάλλοντος & Ενέργειας (ΥΠΕΝ). Σε μεγαλύτερη κλίμακα η Ευρωπαϊκή Ένωση είναι υπεύθυνη για τους ρύπους των κρατών - μελών της θεσπίζοντας νέες νομοθεσίες και πλαίσια έπεται από έρευνες και μελέτες. Αρμόδιο όργανο είναι ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος (ΕΟΠ) .

Πέρα όμως από τις πολιτικές αποφάσεις και τα πλαίσια που εξασφαλίζουν την πράσινη λειτουργία της βιομηχανίας μπορούν να υπάρξουν και άλλοι οργανισμοί ή φορείς (ιδιωτικοί ή μη κερδοσκοπικοί) που πιστοποιούν την περιβαλλοντική αποδοτικότητα ενός οργανισμού/βιομηχανίας.

2.6.1 ΕΓΧΩΡΙΑ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ

Η βιομηχανική δραστηριότητα αποτελεί το δευτερογενή τομέα της παραγωγής και αποτελεί βασικό πυλώνα της οικονομίας για την παγκόσμια κοινωνία. Συχνά όμως λόγω των διαδικασιών παραγωγής συνοδεύεται από περιβαλλοντικά προβλήματα τα οποία οφείλονται σε περιβαλλοντική ρύπανση, σε αστοχία χωροθέτησης ή και των δύο παραπάνω σε συνδυασμό.

Η μορφή με την οποία μπορεί να εκδηλώνονται οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις είναι:

- Ατμοσφαιρική ρύπανση
- Υγρά απόβλητα που απαιτούν συνήθως κατάλληλη επεξεργασία ώστε να πεταχτούν
- Στερεά και επικίνδυνα απόβλητα που απαιτούν κατάλληλη διαχείριση
- Εκπομπές θορύβου που απαιτεί κατάλληλα μέτρα ώστε να αντιμετωπιστεί

Η αστοχία χωροθέτησης μπορεί να οφείλεται :

- Στην κακή επιλογή της τοποθεσίας που στήνεται η βιομηχανική μονάδα. Για παράδειγμα, από αυτό μπορεί να προκύψουν θέματα όπως: α) η έλλειψη του κατάλληλου μέσου και σημείου διάθεσης των αποβλήτων β) η έλλειψη ικανών υποδομών διαχείρισης υγρών & στερεών αποβλήτων γ) δέσμευση μεγάλων εκτάσεων που θα μπορούσαν να είναι χρήσιμες στο κοινωνικό μέσω άλλων χρήσεων όπως γεωργία, κτηνοτροφία, τουρισμός κ.ά. δ) γειτνίασης με αρχαιολογικούς ή πολιτιστικούς χώρους, ευαίσθητους αποδέκτες, αστικά ή οικιστικά κέντρα, κ.λπ.
- Υπερσυγκέντρωση βιομηχανικών δραστηριοτήτων σε μια περιοχή, μέσω βιομηχανικών πάρκων. Το σύνολο των περιβαλλοντικών επιπτώσεων μπορεί να

υπερβεί την ικανότητα της κοινωνίας αλλά και του περιβάλλοντος να ανταπεξέλθουν στην κατάσταση.

Η Πολιτεία καλείται όχι απλώς να βάλει ένα τέλος στη μείωση των επενδύσεων στον τομέα της βιομηχανίας της χώρας αλλά και να αντιστρέψει το κλίμα που επικρατεί, ορίζοντας με αυτό τον τρόπο τις κατάλληλες προϋποθέσεις για τη βιομηχανική ανάπτυξη που θα είναι βιώσιμες τόσο σε οικονομικό όσο και σε περιβαλλοντικό επίπεδο, θα ακολουθούν δηλαδή ένα μοντέλο ανάπτυξης το οποίο είναι γνωστό ως «αιεφόρο ή βιώσιμη ανάπτυξη». Η περιβαλλοντική και η οικονομική ανάπτυξη θα πρέπει να αποτελούν όρους ταυτόσημους. Η μεγαλύτερη πρόκληση για το μέλλον της βιομηχανίας είναι η εξασφάλιση της αρμονικής συμβίωσης της βιομηχανίας, του περιβάλλοντος και της κοινωνίας ενώ παράλληλα στην αγορά ο ανταγωνισμός όλο και αυξάνεται.

Για να επιτευχθεί αυτό η Πολιτεία έχει στη διάθεσή της δυο πολύ σημαντικά εργαλεία τα οποία συμμορφώνουν τη βιομηχανία : α) την περιβαλλοντική αδειοδότηση και β) τις βέλτιστες διαθέσιμες τεχνικές. Τα δυο αυτά εργαλεία θεσμοθετήθηκαν από το κράτος μέσα από πολλές διατάξεις που συμπεριλαμβάνονται στην εγχώρια νομοθεσία. Η περιβαλλοντική αδειοδότηση εφαρμόζεται μέσω της έκδοσης Αποφάσεων Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων, η οποία χορηγείται από την Πολιτεία μέσα από μια περιβαλλοντική μελέτη (Προμελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων ή Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων ή Περιβαλλοντική Έκθεση) η οποία υποβάλλεται από την κάθε βιομηχανία.

Στα Σχήματα 2.4, 2.5, 2.6, 2.7 βλέπουμε ενδεικτικά την ετήσια Περιβαλλοντική Έκθεση μιας βιομηχανίας τσιμέντου.



Αρ. Πρωτοκόλλου: Κ-85
Καρόι, 31 Μαρτίου 2022

ΠΡΟΣ:

- ΥΠΕΝ
ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΕΥΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ
ΔΙΕΥΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΔΕΙΞΟΔΟΤΗΣΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ & ΕΙΔΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ
ΛΕΩΦΟΡΟΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΑΣ 11, ΤΚ 11473
ΑΘΗΝΑ
- ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΒΟΙΩΤΙΑΣ
1. Διεύθυνση Ανάπτυξης (κα. Συνοχόννη)
2. Τμήμα Περιβάλλοντος & Υδροοικονομίας
Φίλωνος 35-39, Διοικητήριο, ΔΙΒΑΔΕΙΑ

Θέμα: Έκθεση Μετρήσεων Ατμοσφαιρικών Εκπομπών, Υγρών και Στερεών Αποβλήτων 2021

Σχετ.: Α.Ε.Π.Ο. 12474/629/22.2.2021

Α. Ατμοσφαιρικές Εκπομπές Κλιβάνου

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων φαίνονται στον πίνακα που ακολουθεί και αποτυπώνονται οι συνεχείς μετρήσεις των περιβαλλοντικών συστατικών που υπάρχουν στις καμινάδες των ΠΚ.

Συγκρότημα	Μετρούμενη Παράμετρος	Οριακές Τιμές Εκπομπών ΔΕΠΟ (mg/Nm ³)	Μ.Ο.ΕΤΟΥΣ (mg/Nm ³)	Υπερβάσεις Έτους	Συνεχής/Περιοδική Μέτρηση
ΠΚ1	Σκόνη	20	3,86	-	Συνεχής
	SO ₂	200*	101,79	-	Συνεχής
	NOx (as NO ₂)	500	482,29	-	Συνεχής
	HCl	10	3,34	-	Συνεχής
	HF	1	0,067	-	Συνεχής
	TOC	35	18,52	-	Συνεχής
	NH ₃ (διασπν)	50	11,15	-	Συνεχής
	Cd+Tl	0,05	0,0077	-	4 φορές/έτος
	Hg	0,05	0,0243	-	4 φορές/έτος
	Sb+As+Pb+Cr-Cr+Co+Mn+Ni+V	0,5	0,0507	-	4 φορές/έτος
	PCDDs + PCDFs	0,1 ng/Nm ³	0,0047	-	11 φορές/έτος

ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΕΤΑΙΡΙΑ ΤΣΙΜΕΝΤΩΝ ΤΙΤΑΝ
ΕΠΙΣΤΑΣΙΟ ΚΑΜΑΡΙΟΥ

Tel: 18 - 192 00 Θεσσαλονίκη, Α.Α.: 601306, 8 8030, Τηλ: (210) 5537 600, Fax: (210) 5537 610, e-mail: titan@titan.gr, www.titan-cement.com

Σχήμα 2.4



Συγκρότημα	Μετρούμενη Παράμετρος	Οριακές Τιμές Εκπομπών ΔΕΠΟ (mg/Nm ³)	Μ.Ο.ΕΤΟΥΣ (mg/Nm ³)	Υπερβάσεις Έτους	Συνεχής/Περιοδική Μέτρηση
ΠΚ2	Σκόνη	20	4,04	-	Συνεχής
	SO ₂	200*	76,89	-	Συνεχής
	NOx (as NO ₂)	500	476,59	-	Συνεχής
	HCl	10	3,39	-	Συνεχής
	HF	1	0,109	-	Συνεχής
	TOC	35	18,62	-	Συνεχής
	NH ₃ (διασπν)	50	18,88	-	Συνεχής
	Cd+Tl	0,05	0,0058	-	4 φορές/έτος
	Hg	0,05	0,0176	-	4 φορές/έτος
	Sb+As+Pb+Cr-Cr+Co+Mn+Ni+V	0,5	0,0316	-	4 φορές/έτος
	PCDDs + PCDFs	0,1 ng/Nm ³	0,0137	-	12 φορές/έτος

*Όριο με τη χρήση By Pass.

Οι τιμές των παραπάνω εκπομπών είναι από συνεχείς μετρήσεις κανονικοποιημένες ως προς θερμοκρασία, πίεση, υγρασία, οξυγόνο (10%) και έχουν υποστεί τη στατιστική επεξεργασία που ορίζεται στην ΚΥΑ 22912/1117 / 6.6.2005.

Στο δεύτερο πίνακα φαίνονται οι περιοδικές μετρήσεις που έγιναν μέσα στο χρόνο χωρίς τη χρήση ενυδακτικών καυσίμων.

ΡΥΘΜΟΣ	ΠΚ1	ΠΚ2	Όριο
HF	0,045 mg/Nm ³	0,06 mg/Nm ³	1 mg/Nm ³
Διοξίνες & Φουράνια	0,0132 ng/Nm ³	0,0104 ng/Nm ³	0,1 ng/Nm ³
Hg	0,0493 mg/Nm ³	0,0271 mg/Nm ³	0,05 mg/Nm ³
Cd + Tl	0,0138 mg/Nm ³	0,0035 mg/Nm ³	0,05 mg/Nm ³
As+Co+Cr+Cu+Mn+Ni+Pb+Sb+V	0,0570 mg/Nm ³	0,0331 mg/Nm ³	0,5 mg/Nm ³

Όπως φαίνεται από τα αποτελέσματα των μετρήσεων εκπομπών αέριων ρύπων, οι τιμές είναι κάτω των οριακών τιμών που ορίζουν οι περιβαλλοντικοί όροι του εργοστασίου.

Όσον αφορά τις υπερβάσεις οριακών τιμών ρύπων του εργοστασίου Καμαρίου, για το έτος 2021 δεν σημειώθηκαν υπερβάσεις.

ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΕΤΑΙΡΙΑ ΤΣΙΜΕΝΤΩΝ ΤΙΤΑΝ
ΕΠΙΣΤΑΣΙΟ ΚΑΜΑΡΙΟΥ

Tel: 18 - 192 00 Θεσσαλονίκη, Α.Α.: 601306, 8 8030, Τηλ: (210) 5537 600, Fax: (210) 5537 610, e-mail: titan@titan.gr, www.titan-cement.com

Σχήμα 2.5



Β. Εκπομπές Σκόνης από μονάδες Αποκαίνωσης

Συγκρότημα	Μετρούμενη περίμετρος	Οριακές τιμές εκπομπών ΑΕΙΠΟ (mg/Nm³)	Μ.Ο. ΕΤΟΥΣ (mg/Nm³)	ΥΠΕΡΒΑΣΕΙΣ ΕΤΟΥΣ (h)	Συνεχής/ Παροδική μέτρηση
Μ.Α.	Σκόνη	20	10,7	-	Συνεχής μέτρηση
Ψάκης ΠΚ1	Σκόνη	20	5,8	-	Συνεχής μέτρηση
Ψάκης ΠΚ2	Σκόνη	20	2,4	-	Συνεχής μέτρηση
ΜΤ1	Σκόνη	20	9,7	-	Συνεχής μέτρηση
ΜΤ2	Σκόνη	20	11,8	-	Συνεχής μέτρηση
ΜΤ3	Σκόνη	20	13,2	-	Συνεχής μέτρηση
ΜΤ4	Σκόνη	20	11,1	-	Συνεχής μέτρηση

Οι εκπομπές ήταν πολύ μικρότερες από τα επιτρεπτά όρια. Δεν υπήρξαν υπερβάσεις των επιτρεπτών ορίων σε κανένα συγκρότημα.

Γ. Στερεά απόβλητα

Από την παραγωγική διαδικασία δεν προκύπτουν στερεά απόβλητα, καθότι αυτά επαναχρησιμοποιούνται - ανacyκλώνονται στην παραγωγική διαδικασία. Απόβλητα προκύπτουν μόνο από τη συντήρηση του μηχανολογικού εξοπλισμού. Οι ποσότητες και ο τρόπος διάθεσής τους (σε αποδοτημένους φορείς κ.λπ.) περιγράφονται στην Έκθεση Παραγωγών Αποβλήτων, που για το 2021 θα υποβληθεί ηλεκτρονικά στο Ηλεκτρονικό Μητρώο Αποβλήτων (ΗΜΑ), που νομοθετήθηκε με την Κ.Υ.Α. Οικ. 43942/4026 (ΦΕΚ Β' 2992/19-09-2016).

Δ. Χρήση Νερού

Το εργοστάσιο προμηθεύεται πόσιμο νερό σε φιάλες και βιομηχανικό (μη πόσιμο) νερό από τρεις γεωτρήσεις. Η μία ευρίσκεται εκτός του εργοστασιακού χώρου και οι άλλες δύο εντός του οικοπέδου του εργοστασίου. Παρακάτω παρουσιάζονται οι αναλύσεις για το έτος 2021 από τις τρεις γεωτρήσεις.

ΑΝΩΝΥΜΟΣ ΕΤΑΙΡΙΑ ΤΣΙΜΕΝΤΩΝ ΤΙΤΑΝ
ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ ΚΑΜΑΡΙΟΥ

T.O. 18 - 192 00 Ελευσίνα, Α.Α.Ε. 601306, 9 8650, Τηλ.: 010 5537 600, Fax: 010 5537 610, e-mail: msk@titan.gr, www.titan-cement.com

Σχήμα 2.6



Είδος	m³/έτος
Βιομηχανικό νερό (μη πόσιμο) (σύνολο)	435.513
Βιομηχανικό νερό (μη πόσιμο) (εξωτερική γεώτρηση)	100.599
Βιομηχανικό νερό (μη πόσιμο) (νότια γεώτρηση)	334.914
Βιομηχανικό νερό (μη πόσιμο) (δυσική γεώτρηση)	0

Ε. Μετρήσεις Θορύβου

Κατά το έτος 2021 πραγματοποιήθηκαν τρεις μετρήσεις θορύβου στην περίμετρο του εργοστασίου. Όλες οι μετρήσεις ήταν μικρότερες από την οριακή τιμή 65dB.

ΣΤ. Βελτιώσεις - Προτάσεις Βελτίωσης

Σελ. Εγκαιροποιήθηκε νέα συσκευή μέτρησης αερίων ρύπων (FTIR) στην καμινάδα του κλαβάνου.



ΑΝΩΝΥΜΟΣ ΕΤΑΙΡΙΑ ΤΣΙΜΕΝΤΩΝ ΤΙΤΑΝ
ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ ΚΑΜΑΡΙΟΥ

T.O. 18 - 192 00 Ελευσίνα, Α.Α.Ε. 601306, 9 8650, Τηλ.: 010 5537 600, Fax: 010 5537 610, e-mail: msk@titan.gr, www.titan-cement.com

Σχήμα 2.7

2.6.2 ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗ

Οι Ευρωπαϊκοί τομείς της βιομηχανίας προσφέρουν σπουδαία οικονομικά αλλά και κοινωνικά οφέλη. Είναι σε θέση να παράγουν υπηρεσίες και προϊόντα, δημιουργούν θέσεις εργασίας για τους πολίτες και φορολογικά έσοδα για το κράτος. Ωστόσο, οι μεγάλες βιομηχανίες της Ευρώπης έχουν σημαντικό μερίδιο ευθύνης από τις συνολικές εκπομπές ατμοσφαιρικών ρύπων και αερίων του θερμοκηπίου ενώ έχουν μεγάλη ευθύνη και για επιπτώσεις στο περιβάλλον όπως η ρύπανση των υδάτων, του εδάφους και η αλόγιστη χρήση ενέργειας / ενεργειακή σπατάλη. Οι πολιτικές της Ευρωπαϊκής Ένωσης οι οποίες εφαρμόζονται τώρα για τη μείωση της βιομηχανικής ρύπανσης περιλαμβάνουν τα παρακάτω μέτρα:

- Η οδηγία σχετικά με τις εκπομπές από τη βιομηχανία (οδηγία BE) αριθμεί τις περιβαλλοντικές υποχρεώσεις περίπου 50.000 βιομηχανιών για τη μείωση ή την εξάλειψη της ατμοσφαιρικής, υδάτινης ρύπανσης του εδάφους. Η οδηγία αυτή επιβάλλει στις βιομηχανικές εγκαταστάσεις τη μείωση των αποβλήτων τους ενώ σε μερικές περιπτώσεις, όπως μεγάλες μονάδες καύσης και αποτέφρωσης αποβλήτων, δραστηριότητες στις οποίες γίνεται χρήση διαλυτών και παράγεται διοξείδιο του τιτανίου, η οδηγία καθορίζει ανώτατα όρια για κάποιες εκπομπές. Η οδηγία αυτή ισχύει για όλα τα κράτη μέλη της ΕΕ.
- Η οδηγία για τις μεσαίου μεγέθους μονάδες καύσης θέτει ήδη από το 2018 όρια στις εκπομπές διοξειδίου του θείου (SO_2), οξειδίων του αζώτου (NO_x) και σκόνης από την καύση καυσίμων σε μονάδες με συνολική θερμική ισχύ μεγαλύτερη ή ίση με 1 MW και ταυτόχρονα μικρότερη από 50 MW.
- Η οδηγία-πλαίσιο για τον οικολογικό σχεδιασμό θέτει ενιαίες νομοθεσίες για ολόκληρη την ΕΕ που αποσκοπούν στη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των προϊόντων μαζικής χρήσης όπως οι οικιακές συσκευές, οι συσκευές τεχνολογίας πολυμέσων και επικοινωνίας (π.χ. ηλεκτρονικοί υπολογιστές, smartwatches) και ο βιομηχανικός μηχανολογικός εξοπλισμός.
- Το σύστημα εμπορίας εκπομπών της ΕΕ (EU Emissions Trading System/ ETS) μείωσε τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου σε περισσότερους από 12.000 σταθμούς παραγωγής ενέργειας και βιομηχανίες σε 31 χώρες. Το ETS καλύπτει περίπου το 45% των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου της ΕΕ.
- Η οδηγία-πλαίσιο για τα ύδατα υποχρεώνει τα κράτη μέλη σε σταδιακή μείωση της ρύπανσης των υδάτων από ρύπους που αποκαλούνται «ουσίες προτεραιότητας». Επιπλέον υποχρεώνει τα κράτη μέλη να σταματήσουν ή να εξαλείψουν σταδιακά τις εκπομπές μιας ομάδας πιο επικίνδυνων ρύπων.
- Η οδηγία για την επεξεργασία των αστικών λυμάτων προστατεύει το περιβάλλον από τις συνέπειες που έχουν τα αστικά λύματα αλλά και κάποια υπολείμματα τη ελαφριάς βιομηχανίας.

Όλη η πληροφορία σχετικά με τα μέτρα και οι λεπτομέρειες που αφορούν τη βιομηχανική ρύπανση είναι άμεσα προσβάσιμες στο κοινό σε ιστοσελίδες της ΕΕ. Το Ευρωπαϊκό Μητρώο Έκλυσης και Μεταφοράς Ρύπων (E-PRTR) αποτελεί ένα πλήρες μητρώο εκπομπών και μεταφορών ρύπων από τη βασική βιομηχανική δραστηριότητα στην ΕΕ. Περιέχει αρχείο κάθε έτους για περισσότερες από 30.000 βιομηχανικές εγκαταστάσεις σε 33 χώρες της ΕΕ και έχει να κάνει τον όγκο των ρύπων που προκύπτει από τις δραστηριότητές τους στην ατμόσφαιρα, στα ύδατα, στη γη, καθώς και τις μεταφορές αποβλήτων και ρύπων στα λύματα εκτός του χώρου των επιχειρήσεων.

Ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος (ΕΟΠ) στηρίζει την εφαρμογή και την αξιολόγηση των αποφάσεων της ΕΕ στον τομέα της βιομηχανικής ρύπανσης. Υποστηρίζει επίσης τη μελέτη και ανάπτυξη μακροπρόθεσμων πλάνων για τον περιορισμό των επιπτώσεων του κλάδου της βιομηχανίας στο περιβάλλον. Στις βασικές δραστηριότητες του ΕΟΠ συμπεριλαμβάνεται η διάθεση των δεδομένων των Ευρωπαϊκών χωρών στο πλαίσιο των υποχρεώσεών τους για την υποβολή εκθέσεων βάσει της ευρωπαϊκής νομοθεσίας:

- Οι δύο βασικές υποχρεώσεις για την υποβολή των εκθέσεων που αφορούν τη βιομηχανική ρύπανση είναι η προσκόμιση καταλόγων καταγραφής στοιχείων για τις εκπομπές των μεγάλων μονάδων καύσης (Large Combustion Plants/LCP) καθώς και πληροφοριών που περιέχονται στο Ευρωπαϊκό Μητρώο Έκλυσης και Μεταφοράς Ρύπων (Ευρωπαϊκό MEMP).
- Οι βιομηχανικοί φορείς υποβάλλουν επίσης εκθέσεις σχετικά και με άλλα περιβαλλοντικά ζητήματα όπως οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, η παραγωγή αποβλήτων ή η κατανάλωση πρώτων υλών και πόρων που είναι απαραίτητοι για την παραγωγή..

Σύμφωνα με την ΕΕ, η μελλοντική μετάβαση σε μια πιο πράσινη Ευρωπαϊκή βιομηχανία απαιτεί ολοκληρωμένη προσέγγιση η οποία θα εστιάζει στον έλεγχο της ρύπανσης και ταυτόχρονα θα παρέχει κίνητρα για την αλλαγή της λειτουργίας και της εφαρμογής νέων καινοτόμων τεχνολογιών.

3. ΧΡΗΣΗ ΑΠΕ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΩΝ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ

Στην ανθρώπινη ιστορία βλέπουμε πως οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας έχουν παίξει σημαντικό ρόλο στην εξέλιξη του ανθρώπου. Τους τελευταίους δύο-τρεις αιώνες ο άνθρωπος στράφηκε στα ορυκτά καύσιμα και την πυρηνική ενέργεια, χρησιμοποιώντας τα με μη-ανανεώσιμο τρόπο, λόγω του χαμηλού τους κόστους. Η χρονική περίοδος που έχει περάσει χρησιμοποιώντας τέτοιες πηγές ενέργειας έχει κάνει εμφανή το αρνητικό περιβαλλοντικό αντίκτυπο που έχουν αφήσει καύσιμα όπως ο λιγνίτης και τα παράγωγα του πετρελαίου. Το 2014 το 78,3% της παραγόμενης ενέργειας προερχόταν από ορυκτά καύσιμα, το 2,5% από πυρηνική ενέργεια και το υπόλοιπο 19,2% από όλες τις μορφές των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Το ερώτημα είναι κατά πόσο αξίζει το όποιο χαμηλότερο κόστος σε βάρος του περιβάλλοντος;

Από την αρχαιότητα παρατηρούνται κατασκευές όπως τα πλοία που χρησιμοποιούν τον αέρα για να κινηθούν ενώ από το 200π.Χ. και μετά συναντώνται πιο σύνθετες κατασκευές. Οι νερόμυλοι κάνουν την εμφάνισή τους στην Ευρώπη και επιτρέπουν στον άνθρωπο να μετατρέψει την ορμητική ενέργεια του νερού σε μηχανικό έργο. Η ίδια φιλοσοφία ισχύει και για τους ανεμόμυλους οι οποίοι κατέκλυζαν την Ευρώπη το 1500μ.Χ. μετατρέποντας την αιολική ενέργεια σε μηχανικό έργο. Στα μέσα του 1800μ.Χ. δημιουργείται από τον Augustin Mouchot στη Γαλλία το πρώτο σύστημα ηλιακής ενέργειας. Αυτές είναι οι τρεις βασικές ανανεώσιμες πηγές ενέργειας οι οποίες αργότερα χρησιμοποιήθηκαν για να παράγουν και ηλεκτρικό ρεύμα.

3.1 ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ

Από ενεργειακής άποψης, ο τρόπος για να θεωρηθεί πράσινη μία βιομηχανική μονάδα είναι να καλύπτει τις ενεργειακές της ανάγκες μειώνοντας όσο το δυνατόν περισσότερο τις εκπομπές στο περιβάλλον. Οι τεράστιες απαιτήσεις της σύγχρονης βιομηχανίας σε ηλεκτρισμό τόσα χρόνια καλύπτονταν με την καύση λιγνίτη ή diesel για την παραγωγή ενέργειας.

Το 2018 στις Ηνωμένες Πολιτείες το 32% των συνολικών εκπομπών CO₂ προερχόταν από την παραγωγή ρεύματος (για τη μετακίνηση, τη βιομηχανία, τις οικίες, κ.λ.π.) ενώ ένα 15% από τη βιομηχανία (μέσω καύσης ορυκτών καυσίμων για διάφορες κατεργασίες). Από τη συνολική παραγόμενη ενέργεια, το 20% χρησιμοποιείται στη βιομηχανία για την παραγωγή αλουμινίου, τη γραμμή παραγωγής, την ψύξη και το φωτισμό των μονάδων.

Στον τομέα της παραγωγής, οι κατεργασίες που είναι απαραίτητες για τη δημιουργία προϊόντων γίνονται με τη βοήθεια μηχανών που έχουν τεράστια κατανάλωση ρεύματος. Οι κατεργασίες αφαίρεσης υλικού, όπως η τόννευση και το φραιζάρισμα, γίνονται από εργαλειομηχανές οι οποίες έχουν μια μέση κατανάλωση που φτάνει περίπου τα 1500 Watt και σε πολλές βιομηχανίες λειτουργούν επί εικοσιτετράωρου βάσεως.

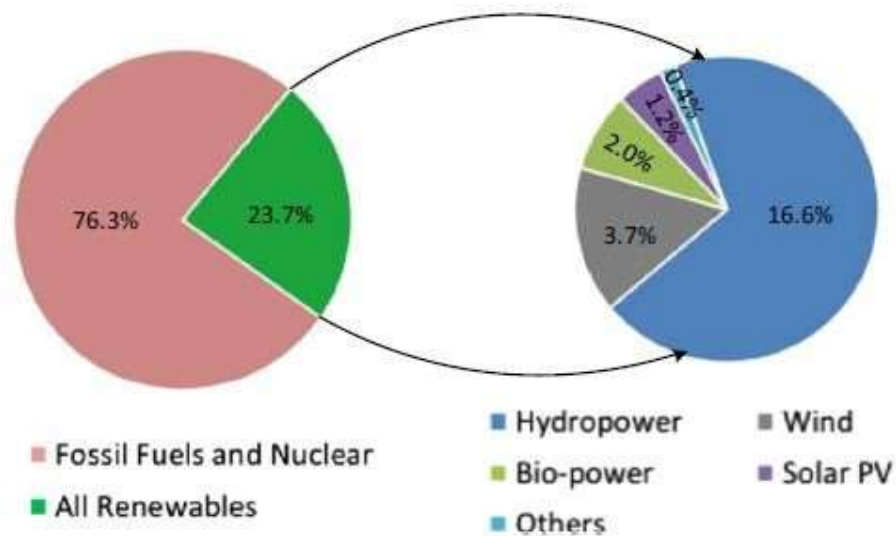
Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι το πλέον αποδοτικό μέσο ώστε να επιτευχθεί η μείωση των βλαβερών, για τον άνθρωπο και το περιβάλλον, εκπομπών και να γίνει η βιομηχανία πιο πράσινη. Το 2013 το Υπουργείο Ενέργειας των Ηνωμένων Πολιτειών σε

μία πρωτοβουλία για την καθαρή ενέργεια προσπαθεί να αυξήσει τον ανταγωνισμό ανάμεσα στις εταιρίες αφού αυξάνει το κόστος των συμβατικών πηγών ενώ προωθεί την παραγωγή ενέργειας. Πολλές εταιρίες είτε επιλέγουν να εγκαταστήσουν τις δικές τους μονάδες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είτε αγοράζουν ενέργεια από εταιρίες που ειδικεύονται στην πράσινη ενέργεια.

Στη βιομηχανία και συγκεκριμένα στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών υπάρχουν δύο μεγάλες κατηγορίες ενέργειας. Αυτές είναι οι συμβατικές ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και οι σύγχρονες/ανερχόμενες ανανεώσιμες πηγές.

Οι συμβατικές ανανεώσιμες πηγές είναι μέσα που συναντάμε εδώ και χρόνια όπως οι ανεμογεννήτριες, τα ηλιακά πάνελ στα ηλιακά πάρκα και τα υδροηλεκτρικά εργοστάσια σε ποταμούς και φράγματα. Από την άλλη οι σύγχρονες-ανερχόμενες, τεχνολογικά πιο προηγμένες πηγές, μπορούν να οδηγήσουν τη βιομηχανία σε ένα πιο πράσινο μέλλον. Τέτοιες μπορεί να είναι η κυματική ή η παλιρροϊκή ενέργεια για την οποία γίνεται λόγος παρακάτω.

Στο σχήμα 3.1 φαίνονται ποσοτικοποιημένα δεδομένα της παραγωγής ενέργειας στον κόσμο. Αριστερά φαίνεται πως το 23,7% της παγκόσμιας ενέργειας προέρχεται από ΑΠΕ ενώ δεξιά φαίνεται πως παράγεται αυτό το 23,7% όπου προκύπτει πως το μεγαλύτερο ποσοστό (16,6%) προέρχεται από την υδροηλεκτρική ενέργεια.



Σχήμα 3.1: Το 23,7% της ενέργειας που παράγουν οι ΑΠΕ προέρχεται από την ηλιακή, αιολική, υδροηλεκτρική, βίο και άλλες ανανεώσιμες πηγές

3.2 ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (ΑΠΕ) ΣΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ

3.2.1 ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Η ηλιακή ενέργεια χαρακτηρίζεται ως βασική ΑΠΕ ώστε να γίνει η μετάβαση από το συμβατικό στο ανανεώσιμο. Χαρακτηριστικό αυτής της μορφής ενέργειας είναι η μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε κάποια άλλη (π.χ. ηλεκτρική) η οποία μπορεί να ωφελήσει τη βιομηχανία και τον άνθρωπο. Δύο βασικές μετατροπές της ηλιακής ενέργειας είναι η μετατροπή του φωτός και της θερμότητας του ήλιου σε ηλεκτρισμό και θερμότητα. Η μετατροπή αυτή γίνεται με τη βοήθεια φωτοβολταϊκών πάνελ ή ηλιακών θερμικών πάνελ. Οι ηλιακές τεχνολογίες μπορούν να χωριστούν σε δύο τεχνολογίες, τις ενεργητικές και τις παθητικές. Οι ενεργητικές τεχνολογίες κάνουν χρησιμοποιούν τα πάνελ και είναι ευρέως γνωστές, ενώ οι παθητικές χρησιμοποιούν την αρχιτεκτονική των κτηρίων και τα δομικά υλικά ώστε να παγιδεύουν τη θερμότητα προς όφελος του ανθρώπου.



Σχήμα 3.2: Πάρκο φωτοβολταϊκών πάνελ

3.2.2 ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Η αιολική ενέργεια θεωρείται ανανεώσιμη και ταυτόχρονα απεριόριστη (αφού μπορεί να υπάρχουν κατάλληλες συνθήκες αέρα όλο το εικοσιτετράωρο). Μία ανεμογεννήτρια μπορεί να μετατρέψει την κινητική ενέργεια του αέρα σε μηχανικό έργο άμεσα (π.χ. για να λειτουργήσει ένας παραδοσιακός μύλος δημητριακών) ή να κινήσει μία γεννήτρια που θα παράγει ρεύμα. Οι εγκαταστάσεις και οι προετοιμασίες που πρέπει να γίνουν ώστε να δημιουργηθεί μια αιολική μονάδα παραγωγής ρεύματος έχει πολύ μεγάλο κόστος αλλά μετέπειτα, τα έξοδα συντήρησης και λειτουργίας είναι μηδαμινά. Τα τελευταία χρόνια στη νότια Ευρώπη έχει γίνει μεγάλη ανάπτυξη του κλάδου των ανεμογεννητριών με αποτέλεσμα τη συνεχή παραγωγή ρεύματος από ΑΠΕ.



Σχήμα 3.3 Πλωτό πάρκο ανεμογεννητριών / αιολικό πάρκο για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας

3.2.3 ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

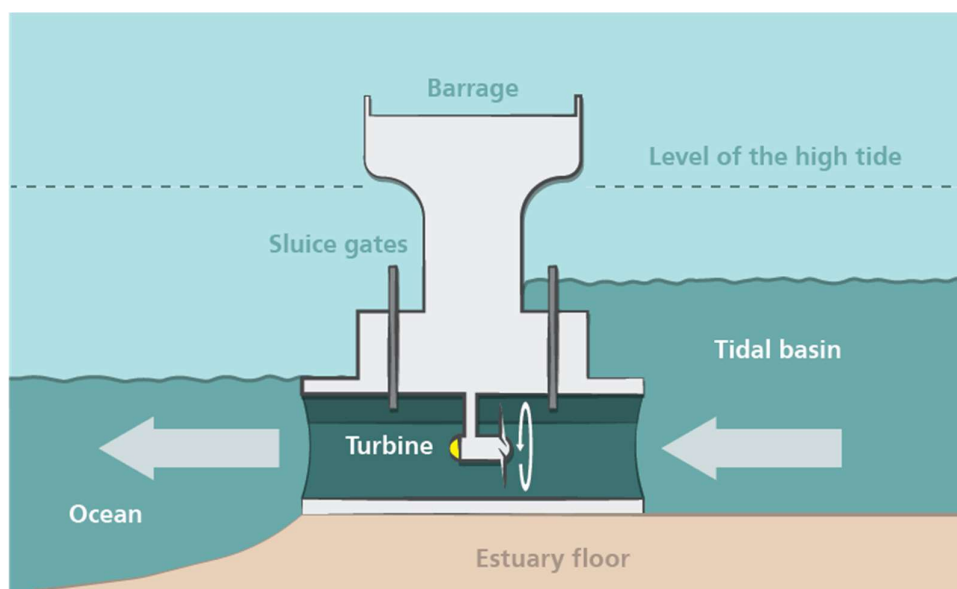
Η υδροηλεκτρική ενέργεια είναι η μεγαλύτερη εναλλακτική πηγή ενέργειας (4200TWh το 2018). Οι υδροηλεκτρικές εγκαταστάσεις έχουν το μεγαλύτερο κύκλο ζωής, περίπου 100 χρόνια, ενώ η λειτουργία τους είναι αρκετά απλή. Στην πιο απλή τους λειτουργία, ένα φράγμα συγκεντρώνει τεράστιες ποσότητες νερού και όταν το νερό περνάει με ορμή από συγκεκριμένα σημεία γυρίζει μια υδραντλία. Έτσι επιτυγχάνεται η παραγωγή ρεύματος.



Σχήμα 3.4 Υδροηλεκτρικό φράγμα για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας

3.2.4 ΠΑΛΙΡΡΟΙΑΚΗ & ΚΥΜΑΤΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Η παλιρροιακή ενέργεια είναι άλλη μία ΑΠΕ η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μέρη με έντονα παλιρροιακά φαινόμενα. Όπως φαίνεται και στο σχήμα 3.5 η πλημμυρίδα και η άμπωτη, με τη βοήθεια ενός φράγματος που ελέγχει τη ροή, δίνουν κίνηση σε τουρμπίνες οι οποίες παράγουν ρεύμα. Έχει δοκιμαστεί με επιτυχία σε μικρή κλίμακα και μπορεί να παράξει μεγάλες ποσότητες ηλεκτρισμού με μεγάλη ακρίβεια αφού η παλίρροια είναι ένα προβλέψιμο φαινόμενο.



Σχήμα 3.5 Κατά την παλιρροιακή παραγωγή ενέργειας το νερό κινεί μια τουρμπίνα κάθε φορά που αλλάζει η παλίρροια και υπάρχουν αλλαγές στη στάθμη της θάλασσας

Η κυματική ενέργεια, η οποία προέρχεται από τα κύματα της θάλασσας, είναι μία νέα μορφή ΑΠΕ. Η δύναμη των κυμάτων δίνει κατακόρυφη κίνηση σε μηχανές οι οποίες με αυτό τον τρόπο παράγουν ρεύμα. Είναι μία πολλά υποσχόμενη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας η οποία στο μέλλον μπορεί να ωφελήσει τη βιομηχανία αλλά και την κοινωνία.

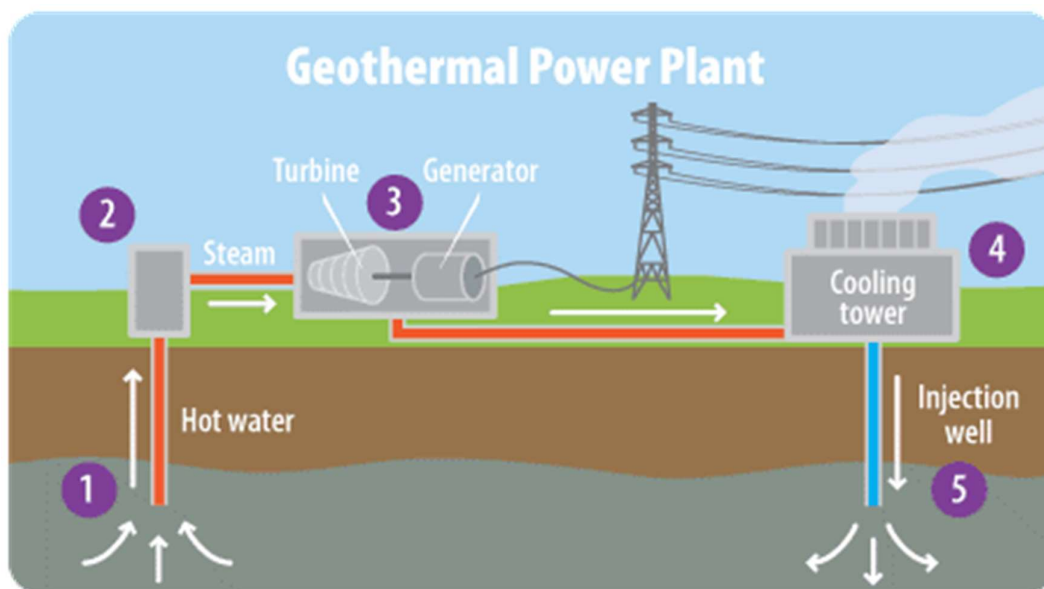


Σχήμα 3.6

Τα κύματα δίνουν κίνηση στα έμβολα που βρίσκονται στην επιφάνεια της θάλασσας. Η κίνηση αυτή παράγει ηλεκτρική ενέργεια.

3.2.5 ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Η γεωθερμική ενέργεια είναι μία μορφή ΑΠΕ η οποία κάνει χρήση της θερμότητας που “παράγει” η Γη, η οποία μπορεί να βρεθεί σε τρεις πηγές: τα ηφαίστεια, τις θερμές πηγές και τους θερμοπίδακες. Είναι μία πηγή ενέργειας που μπορεί να παράξει υψηλές ποσότητες ηλεκτρικού ρεύματος, αλλά οι εγκαταστάσεις της δεν μπορούν να δημιουργηθούν οπουδήποτε αφού χρειάζεται να υπάρχει κάποιο από τα τρία προαναφερθέντα φαινόμενα.



Σχήμα 3.7 Βασική αρχή λειτουργίας γεωθερμικής μονάδας παραγωγής ρεύματος.

- 1.Εισαγωγή ζεστού νερού μέσα από τη γη
- 2.Απομόνωση ατμού
- 3.Ο ατμός γυρίζει την τουρμπίνα η οποία δίνει κίνηση στην γεννήτρια ρεύματος
- 4.Σταθμός ψύξης
- 5.Επιστροφή νερού στο υπέδαφος

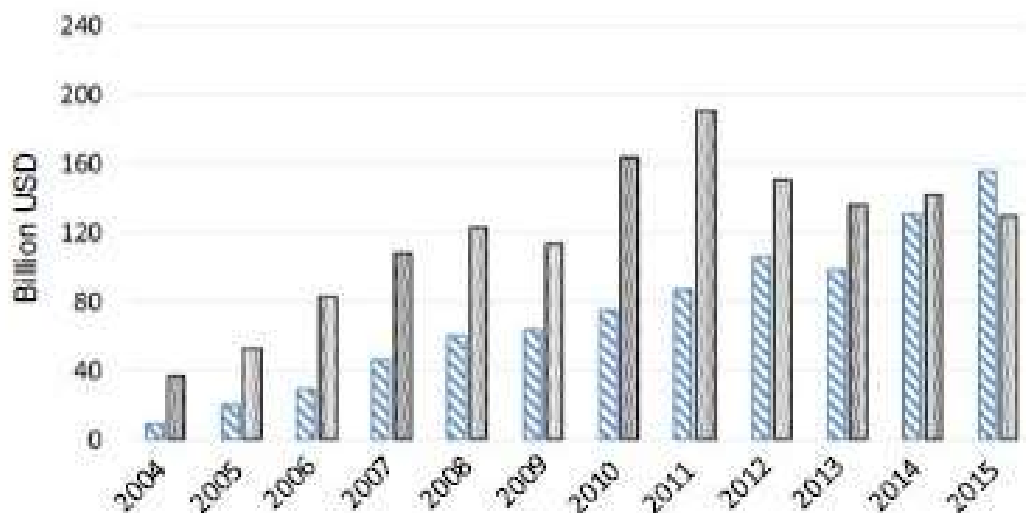
3.2.6 ΒΙΟΜΑΖΑ

Η βιομάζα αποτελείται από υδρογονάνθρακες, λιπαρά και πρωτεΐνες τα οποία βρίσκονται σε όλους τους ζωντανούς οργανισμούς. Γεωργικά απόβλητα, σκουπίδια και ξυλεία μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως στερεό ή αέριο καύσιμο όπως και τα ορυκτά καύσιμα. Το πιο διαδεδομένο βιοκαύσιμο είναι το βιοντίζελ, το οποίο μπορεί να παράγεται από χρησιμοποιημένα λάδια, που σε πολλές περιπτώσεις χρησιμοποιείται για θέρμανση ή μετακίνηση.

3.3 ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΕΣ ΚΑΙ ΑΠΕ

Στη σύγχρονη βιομηχανία υπάρχουν παραδείγματα εταιριών που υιοθέτησαν τη χρήση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για να καλύψουν τις ανάγκες τους.

Η Intel είναι μια ενεργειακά ανεξάρτητη εταιρεία σε ΗΠΑ και Ευρώπη η οποία σε παγκόσμια κλίμακα καταναλώνει κάθε χρόνο 3.100.000.000 kWh (περίπου το 73% αυτής της κατανάλωσης προέρχεται από ΑΠΕ). Η Google είναι επίσης ενεργειακά ανεξάρτητη από το 2007 αφού οι 735.000.000 kWh που καταναλώνει κάθε χρόνο προέρχονται από ανανεώσιμες πηγές. Η αμερικανική Walmart εξοπλίζει τα καταστήματά της με φωτοβολταϊκά πάνελ με σκοπό να μειώσει τις εκπομπές καυσαερίων. Στην αυτοκινητοβιομηχανία, η Volvo χρησιμοποιεί ΑΠΕ για να καλύψει έως και το 80% των ενεργειακών αναγκών της σε παγκόσμιο επίπεδο.



Σχήμα 3.8

Με το μπλε φαίνονται οι επενδύσεις σε ΑΠΕ από αναπτυγμένες χώρες και με γκρι από αναπτυσσόμενες, από το 2004 μέχρι το 2015 σε δις δολάρια

Με τις επενδύσεις που γίνανε στις ΑΠΕ τόσο από ανεπτυγμένα όσο και από αναπτυσσόμενα κράτη μέσα σε μία δεκαετία είναι ξεκάθαρο πως οι ΑΠΕ είναι πολύ σημαντικές αφού διακρίνεται μια συνεχώς ανοδική πορεία στις επενδύσεις ακόμα και μετά την παγκόσμια οικονομική κρίση του 2008, όπως φαίνεται και στο παραπάνω σχήμα.

Η παραγωγή πράσινης ενέργειας είναι ένα παγκόσμιο φαινόμενο στο οποίο λαμβάνουν μέρος όχι μόνο οι άμεσα εμπλεκόμενες εταιρείες, όπου ο παραγωγός είναι ταυτόχρονα και καταναλωτής, αλλά και τρίτοι. Βιομηχανίες επενδύουν σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας με σκοπό να πουλάνε πράσινη ενέργεια σε ιδιώτες. Για παράδειγμα η βρετανική Ecotricity παράγει 100% πράσινη ενέργεια την οποία διανέμει σε ολόκληρο το Ηνωμένο Βασίλειο. Στη σύγχρονη ενεργειακή αγορά πολλές εταιρίες εμπορεύονται ενέργεια έχοντας βάσεις σε ολόκληρο τον κόσμο. Η Δανέζικη Orsted αναπτύσσει, κατασκευάζει και τοποθετεί πλωτά πάρκα ανεμογεννητριών ενώ εκμεταλλεύεται τη γεωθερμική ενέργεια για τη βιομηχανία. Τα έσοδα της εταιρίας αγγίζουν τα 51 δις δολάρια το χρόνο. Μία άλλη Δανέζικη εταιρία - παγκόσμιος ενεργειακός κολοσσός που δραστηριοποιείται και στην Ελλάδα - είναι η Vestas Wind Systems η οποία εγκαθιστά, επισκευάζει και εμπορεύεται

ανταλλακτικά ανεμογεννητριών. Το εισόδημα της εταιρίας φτάνει τα 15 δις δολάρια το χρόνο.

Άλλες ενεργειακές εταιρίες που εκμεταλλεύονται τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας σε διάφορα σημεία του κόσμου είναι η Siemens Gamesa Renewable Energy, η Brookfield Renewable Partners, η Canadian Solar Inc. και άλλες. Κοινό τους χαρακτηριστικό είναι πως ενώ μπορεί να μην δραστηριοποιούνται ιδιαίτερα στη χώρα που εδρεύουν, σε παγκόσμιο επίπεδο θεωρούνται οι σημαντικότεροι παίκτες στην αγορά ενέργειας προσφέροντας ενέργεια που προέρχεται από τον άνεμο, τον ήλιο, το νερό, τη γεωθερμία αλλά και τη βιομάζα.

Μια τέτοια, καθαρή και φιλική προς το περιβάλλον επένδυση είναι υψίστης σημασίας για την πράσινη ανάπτυξη μιας χώρας. Αυτός είναι ο λόγος που από το 2004 έως το 2005 υπήρξε τόσο μεγάλη ανάπτυξη στον τομέα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στις αναπτυσσόμενες χώρες όπου πλέον γίνονται επενδύσεις πολλών δις δολαρίων.

3.4 ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Ως εξοικονόμηση ενέργειας ορίζεται η μείωση της ποσότητας ενέργειας που χρησιμοποιείται από κάποιο άτομο ή μια βιομηχανία. Μειώνοντας την κατανάλωση ενέργεια μπορούν να προκύψουν πολλαπλά οφέλη όπως η να εξοικονόμηση χρημάτων και η μείωση των ρύπων που επιβαρύνουν το περιβάλλον. Η παραγωγή ενέργειας επιβάλλει την ώριμη αξιοποίηση φυσικών πόρων όπως είναι ο άνθρακας, το πετρέλαιο ή το φυσικό αέριο.

Η χρήση λιγότερης ενέργειας μπορεί να βοηθήσει μελλοντικά στη διατήρηση των πόρων. Η ενεργειακή απόδοση αποτέλεσε το κέντρο της ενεργειακής στρατηγικής της ΕΕ για το 2020 και είναι ένα ακόμη σημαντικό εργαλείο για την ολοκλήρωση των ενεργειακών στόχων που καθορίζονται ώστε να επιτευχθεί η μετάβαση σε μια οικονομία πιο ανταγωνιστική, η οποία θα χαρακτηρίζεται από τις πολύ χαμηλές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα το 2050.

Τα τελευταία χρόνια θεσπίζονται συγκεκριμένες πολιτικές ώστε να εξασφαλιστεί υψηλή εξοικονόμηση ενέργειας για τους απλούς καταναλωτές αλλά και τη βιομηχανία. Για παράδειγμα, σύμφωνα με την ΕΕ οι διανομείς ενέργειας και οι εταιρείες λιανικής πώλησης ενέργειας πρέπει να καταφέρουν εξοικονόμηση ενέργειας 1,5% κάθε χρόνο, με τη χρήση μέτρων ενεργειακής διαχείρισης και απόδοσης. Οι χώρες της ΕΕ έχουν την επιλογή να επιλέξουν διάφορα μέσα προκειμένου να πετύχουν την εξοικονόμηση ενέργειας στο επίπεδο του καταναλωτή. Τέτοια μέτρα μπορεί να αφορούν τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας των συστημάτων θέρμανσης, την εγκατάσταση διπλών τζαμιών στα παράθυρα, τη χρήση μονωτικών υλικών σε στέγες και προσόψεις καθώς και γενικά την προτίμηση σε προϊόντα και υπηρεσίες ενεργειακά αποδοτικές.

Αυξάνοντας την ενεργειακή απόδοση τόσο των παλιών αλλά και των νέων κτηρίων, η ΕΕ είναι σε θέση να πετύχει τους ενεργειακούς και τους κλιματικούς στόχους της. Τα κτίρια έχουν το μεγαλύτερο μερίδιο ευθύνης στη σπατάλη ενέργειας αφού ευθύνονται για το 40% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας και το 36% των εκπομπών CO₂ στην ΕΕ. Για παράδειγμα, ενώ τα νέα κτίρια πρέπει να καταναλώνουν από 3 έως 5 λίτρα πετρελαίου θέρμανσης ανά τετραγωνικό μέτρο κάθε χρόνο, τα μεγαλύτερα και ενεργειακά ασύμφορα

κτίρια ξεπερνούν κατά πολύ το όριο αυτό καταναλώνοντας περίπου 25 λίτρα. Κάποια παλιά κτίρια μπορεί να απαιτήσουν ακόμη και μέχρι 60 λίτρα. Στην Ευρώπη περίπου το 35% των κτιρίων είναι άνω των 50 ετών. Η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων είναι σε θέση να μειώσει τη συνολική κατανάλωση και σπατάλη ενέργειας κατά 5%-6% και ταυτόχρονα να μειώσει τις εκπομπές CO₂ κατά 5%.

Με τη χρήση προηγμένων και σύγχρονων μονωτικών υλικών κατά τη διαδικασία της δημιουργίας ή της ανακαίνισης των κτηριακών μονάδων μπορεί να επιτευχθεί σε μεγάλο βαθμό η μείωση της ενέργειας που καταναλώνεται ώστε αυτά να ψυχθούν ή να θερμανθούν. Εξοικονόμηση ενέργειας μπορεί επίσης να επιτευχθεί με την παροχή καλύτερης ενημέρωσης και ελέγχου της χρήσης ενέργειας με έξυπνους θερμοστάτες. Μπορεί έτσι να δίνεται η δυνατότητα στο χρήστη να αλλάζει την ένταση της θέρμανσης από μακριά όταν επιτευχθεί η ρυθμισμένη θερμοκρασία ή ακόμα και να απενεργοποιεί τη λειτουργία της θέρμανσης όταν δεν υπάρχει κανείς στο κτήριο, ιδιαίτερα χρήσιμο σε κτίρια γραφείων. Η ενέργεια μπορεί επίσης να αποθηκευτεί με την αναβάθμιση του εξοπλισμού θέρμανσης και ψύξης, όπως είναι για παράδειγμα οι λέβητες τελευταίας τεχνολογίας. Άλλες τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για θέρμανση και ψύξη είναι οι λέβητες βιομάζας και τα ηλιακά συστήματα θέρμανσης τα οποία μειώνουν τη χρήση των ορυκτών καυσίμων σε μεγάλο βαθμό. Ένας τρόπος με τον οποίο η βιομηχανία μπορεί να ωφεληθεί είναι η συμπαραγωγική διαδικασία θερμότητας και ενέργειας με τη χρήση νέων τεχνολογιών. Με τη χρήση τέτοιων, σύγχρονων τεχνολογιών ο βιομηχανικός κλάδος μπορεί να γίνει σε πολύ μεγάλο βαθμό ενεργειακά ανταγωνιστικός.

Στην Ελλάδα, το ενεργειακό ισοζύγιο μας υποδεικνύει πως από τη συνολική ενέργεια που καταναλώνεται περίπου το 23% αντιστοιχεί στη βιομηχανική παραγωγή (στοιχεία Υπουργείου Ανάπτυξης). Από αυτό το ποσοστό το 67,8% παράγεται από συμβατικά καύσιμα, το 26,8% είναι ηλεκτρισμός και το υπόλοιπο 5,4% προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ). Η ελληνική βιομηχανία παρουσιάζει υψηλή ενεργειακή ένταση σε σχέση με άλλες χώρες της ΕΕ που έχουν παρόμοια δομή και ανάπτυξη. Η ενεργειακή ένταση είναι ένας δείκτης που μετράει την κατανάλωση ενέργειας ανά μονάδα παραγόμενου προϊόντος. Σύμφωνα με αυτό προκύπτει το συμπέρασμα πως η Ελλάδα είναι ενεργειακά ασύμφορη στον τομέα της παραγωγής καταναλώνει υψηλές ποσότητες ενέργειας και επιτυγχάνει μικρή απόδοση. Αυτός ο χαμηλός δείκτης μπορεί να οφείλετε σε μεγάλο βαθμό στην έλλειψη δράσεων για την εξοικονόμηση ενέργειας, εκσυγχρονισμού του εξοπλισμού αλλά και των υποδομών.

Για τις περισσότερες ελληνικές βιομηχανίες το ενεργειακό κόστος σχεδόν δεν συμπεριλαμβάνεται στο τελικό κόστος παραγωγής προϊόντων και σε συνδυασμό με τη γενική οικονομική εικόνα που παρουσιάζει η χώρα η υλοποίηση επεμβάσεων για την εξοικονόμηση ενέργειας δεν αποτελεί άμεση προτεραιότητα. Πέραν όμως του οικονομικού κομματιού υπάρχει σε μεγάλο βαθμό και άγνοια για τις σημαντικές δυνατότητες που μπορεί να προσφέρει η εξοικονόμηση ενέργειας στον κλάδο της βιομηχανίας καθώς και για τα οφέλη που μπορούν να προκύψουν από αυτή.

Η εξοικονόμηση ενέργειας στην ελληνική βιομηχανία μπορεί να επιτευχθεί με λύσεις που έχουν να κάνουν από επενδύσεις υψηλού κόστους με μελλοντική απόσβεση μέχρι πολύ χαμηλού κόστους ενεργειακά «νοικοκυρέματα». Σε κάθε περίπτωση όμως, εάν η βιομηχανία προχωρήσει σε μια τέτοια επένδυση η εφαρμογή θα πρέπει να γίνει με βάση συγκεκριμένα τεχνικοοικονομικά κριτήρια τα οποία θα ανταποκρίνονται στις ανάγκες της συγκεκριμένης βιομηχανίας. Θα πρέπει να μπορεί να εφαρμοσθεί σε τομείς όπου υπάρχει δυνατότητα εξοικονόμησης ενέργειας με αποτέλεσμα τη μεγιστοποίηση του οικονομικού

οφέλους που θα προκύψει από τις επεμβάσεις ενώ ταυτόχρονα ο χρόνος απόσβεσης του κεφαλαίου που θα επενδυθεί να είναι ελκυστικός για την επιχείρηση.

Προκειμένου να εκτιμηθούν όλα τα παραπάνω και να προκύψει έτσι η σκοπιμότητα ή όχι πραγματοποίησης της επένδυσης, κρίνεται απαραίτητη πριν από την υλοποίηση ενός προγράμματος επεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας σε μία βιομηχανία, η διενέργεια Ενεργειακής Επιθεώρησης. Η Ενεργειακή Επιθεώρηση είναι η διαδικασία εκτίμησης των πραγματικών καταναλώσεων ενέργειας σε ένα ενεργειακό σύστημα, των παραγόντων που τις επηρεάζουν καθώς και των δυνατοτήτων για την εξοικονόμησης ενέργειας. Μία Ενεργειακή Επιθεώρηση περιλαμβάνει την καταγραφή της ενεργειακής κατανάλωσης και των χαρακτηριστικών της, την εκτέλεση κατάλληλου προγράμματος μετρήσεων σημαντικών ενεργειακών μεγεθών, την επεξεργασία των αποτελεσμάτων των μετρήσεων και τέλος τον προσδιορισμό συγκεκριμένων μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας με βάση την ανάλυση που πραγματοποιήθηκε. Με τη διενέργεια μιας Ενεργειακής Επιθεώρησης σχηματίζεται σαφής εικόνα για την κατάσταση στην οποία βρίσκεται η βιομηχανία από ενεργειακής άποψης και προτείνονται συγκεκριμένα μέτρα, από την υλοποίηση των οποίων θα προκύψει σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας και αντίστοιχο οικονομικό όφελος.

Οι πιο άμεσες και μεγάλης σημασίας επεμβάσεις που μπορούν να γίνουν στη βιομηχανία για την εξοικονόμηση ενέργειας είναι η αντικατάσταση των ηλεκτροκινητήρων με σύγχρονους κινητήρες υψηλού βαθμού απόδοσης, ο εκσυγχρονισμός των συστημάτων πεπιεσμένου αέρα, η ρύθμιση – συντήρηση – αντικατάσταση των λεβήτων, φούρνων, κλιβάνων, η θερμομόνωση αγωγών, δεξαμενών και λοιπού εξοπλισμού, η ανάκτηση θερμότητας, η εγκατάσταση συστήματος ενεργειακής διαχείρισης, η αντικατάσταση των υγρών καυσίμων από φυσικό αέριο, η εγκατάσταση συστήματος συμπαραγωγής θερμότητας και ηλεκτρισμού κ.α.

Τα σημαντικότερα από τα οφέλη που προκύπτουν από την εξοικονόμηση ενέργειας στη βιομηχανία είναι:

- Μείωση του κόστους παραγωγής του τελικού προϊόντος και συνεπώς αύξηση της ανταγωνιστικότητας της βιομηχανίας.
- Μείωση των εκπομπών των αέριων ρύπων και προσαρμογή των βιομηχανιών στις υπό εφαρμογή σχετικές Κοινοτικές Οδηγίες.
- Θετική συμβολή στο ενεργειακό ισοζύγιο της χώρας, λόγω μείωσης της κατανάλωσης ενέργειας.
- Συμβολή στην προσπάθεια της χώρας για μείωση της εξάρτησης από εισαγόμενα καύσιμα και αντίστοιχη εξοικονόμηση συναλλάγματος.
- Συμβολή στην επίτευξη των στόχων και των δεσμεύσεων της χώρας, που έχουν τεθεί για τη μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου σε διεθνές επίπεδο.

Η εξοικονόμηση ενέργειας μπορεί να ταυτίζεται με την έννοια της ορθής και αποδοτικής χρήσης της ενέργειας. Εξοικονομώντας ενέργεια δεν αναστέλλονται οι ενεργειακές ανάγκες της βιομηχανίας ή των πολιτών. Με την εξοικονόμηση ενέργειας το επίπεδο διαβίωσης βελτιώνεται συνεχώς. Με τον όρο εξοικονόμηση ενέργειας εννοείται η ενέργεια που δεν χρειάζεται να παραχθεί αφού δεν σπαταλάται / καταναλώνεται κάπου.

Για τη χρήση της ενέργειας ιδιαίτερη σημασία έχει ο βαθμός απόδοσης της μετατροπής της. Όσο περισσότερο αυξάνεται ο βαθμός απόδοσης ενός μέσου που χρειάζεται ενέργεια

για να λειτουργήσει και όσο μειώνονται οι απώλειες διατήρησης της ενεργειακής στάθμης του συστήματος, τόσο μειώνεται τελικά η απαιτούμενη ενέργεια που καταναλώνεται συνολικά για τη συγκεκριμένη χρήση. Με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται η εξοικονόμηση.

Ενέργειες, μικρότερης ή μεγαλύτερης κλίμακας, προς τη κατεύθυνση της μείωσης των ενεργειακών απωλειών και αύξησης της ενεργειακής απόδοσης συσκευών αλλά και κτηρίων, συμβάλλουν στη κατεύθυνση της καταπολέμησης της κατασπατάλησης της ενέργειας, της εξοικονόμησης ενεργειακών και οικονομικών πόρων, της προστασίας του περιβάλλοντος και της ανάσχεσης των φαινομένων και των επιπτώσεων της Κλιματικής Αλλαγής.

3.5 ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΜΕΤΑΛΛΩΝ

Στη σύγχρονη βιομηχανία οι μεγάλοι ρυθμοί παραγωγής και κατανάλωσης δημιουργούν τεράστιες ανάγκες από πρώτες ύλες. Βασική πρώτη ύλη για τη δημιουργία προϊόντων είναι τα μέταλλα.

Χαρακτηριστικό των μετάλλων είναι πως μπορούν να ανακυκλωθούν με μεγάλη ευκολία επαναλαμβανόμενα χωρίς να χάσουν τις ιδιότητές τους. Γι' αυτόν το λόγο τα χρησιμοποιημένα υλικά (scrap) έχουν μεγάλη αξία και έχει δημιουργηθεί μια ολόκληρη βιομηχανία γύρω από τη συλλογή και την ανακύκλωσή τους.

Η ανακύκλωση των μετάλλων ωφελεί τόσο περιβαλλοντικά όσο και οικονομικά αφού βοηθάει στη διατήρηση των φυσικών πόρων ενώ ταυτόχρονα η δημιουργία νέων προϊόντων από ανακυκλώσιμα υλικά κοστίζει λιγότερο σε σχέση με τη χρήση "παρθένων" πρώτων υλών. Η ανακύκλωση ωφελεί την οικονομία αφού δημιουργεί νέες θέσεις εργασίας και μειώνει το κόστος παραγωγής αυξάνοντας έτσι το κέρδος. Κατά τη διαδικασία της ανακύκλωσης προκύπτει ελάχιστο διοξείδιο του άνθρακα και άλλοι βλαβεροί ρύποι.

Σε παγκόσμιο επίπεδο, υπεύθυνος φορέας είναι ο ISRI (Institute of Scrap Recycling Industries Inc), ένας παγκόσμιος οργανισμός υπεύθυνος για την ανακύκλωση χρησιμοποιημένων μετάλλων (scrap). Μέλη του αποτελούν πάνω από 1.300 εταιρίες που δραστηριοποιούνται στο χώρο της ανακύκλωσης από 40 χώρες. Σε κρατικό επίπεδο κάθε κυβέρνηση έχει θεσπίσει νομοθεσίες και πλαίσια που είναι υπεύθυνα για τον τομέα της ανακύκλωσης. Στην Ελλάδα αρμόδιος φορέας είναι ο Ελληνικός Οργανισμός Ανακύκλωσης (Ε.Ο.Αν.) ο οποίος υπάγεται στο Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας (Υ.Π.Εν.). Σκοπός του Ε.Ο.Αν. είναι η εφαρμογή μιας πολιτικής για την πρόληψη αλλά και την εναλλακτική διαχείριση των αποβλήτων για τα οποία εφαρμόζονται προγράμματα εναλλακτικής διαχείρισης. Περαιτέρω υποχρεώσεις του Ε.Ο.Αν. αποτελεί η δημιουργία εισηγήσεων στον Υπουργό Περιβάλλοντος και Ενέργειας τόσο νέων μέτρων αλλά και προγραμμάτων ανακύκλωσης.

3.5.1 ΜΕΤΑΛΛΑ

Τα μέταλλα χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες. Στη μία είναι τα σιδηρούχα ενώ στην άλλη τα μη-σιδηρούχα μέταλλα.

Τα σιδηρούχα μέταλλα είναι ένας συνδυασμός σιδήρου με άνθρακα. Τα πιο κοινά σιδηρούχα μέταλλα είναι ο χάλυβας και τα κράματά του. Χαρακτηριστικό τους αποτελεί το γεγονός ότι τα σιδηρούχα μέταλλα μαγνητίζονται.

Κάποια μη-σιδηρούχα μέταλλα είναι το αλουμίνιο, ο χαλκός, ο μόλυβδος, ο ψευδάργυρος και ο κασσίτερος. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν και τα πολύτιμα μέταλλα όπως ο χρυσός, η πλατίνα και το ασήμι. Τα μη-σιδηρούχα μέταλλα δεν μαγνητίζονται.

3.5.2 ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΜΕΝΑ ΜΕΤΑΛΛΑ / SCRAP

Η ανακύκλωση scrap είναι μια αυτόνομη, μεγάλη αναπτυσσόμενη βιομηχανία. Η διαδικασία της ανακύκλωσης ξεκινάει από τη συγκομιδή παλαιών μετάλλων ή μετάλλων που έχουν ολοκληρώσει τον κύκλο ζωής.

Τέτοια υλικά μπορεί να προέρχονται από τον κατασκευαστικό τομέα, τις διαδικασίες παραγωγής ή τους κάδους ανακύκλωσης. Σκοπός της συγκομιδής είναι η επεξεργασία των μετάλλων ώστε να δημιουργηθούν νέα προϊόντα. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω τα μέταλλα είναι ιδανικά για ανακύκλωση αφού όσες φορές και να ανακυκλωθούν δεν χάνουν τις ιδιότητές τους ενώ η παραγωγή νέων προϊόντων από αυτά είναι φιλική προς το περιβάλλον λόγω των ελάχιστων ρύπων.



Σχήμα 3.9

Μία αυλή scrap στην οποία γίνεται η συλλογή και ο διαχωρισμός των μετάλλων

Τα δύο είδη μετάλλων (σιδηρούχα και μη-σιδηρούχα) αποφέρουν μεγάλα κέρδη στην οικονομία. Το 2015, στις ΗΠΑ, η αξία της βιομηχανίας ανακύκλωσης σιδηρούχων μετάλλων έφτασε τα 18,3 δισεκατομμύρια δολάρια ενώ το 2014 η αντίστοιχη βιομηχανία μη-σιδηρούχων είχε αξία περίπου στα 32 δις δολάρια.

3.5.3 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΤΗΣ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗΣ

Η διαδικασία της ανακύκλωσης χωρίζεται σε επτά επιμέρους διαδικασίες:

- **Συλλογή** – Η διαδικασία της συλλογής scrap διαφέρει πολύ σε σχέση με άλλα υλικά. Έχει στηθεί μια ολόκληρη βιομηχανία γύρω από το scrap και πλέον αυτό αποτελεί προϊόν προς αγοραπωλησία ενώ βρίσκεται σε χωματερές μετάλλων (scrap yards). Η μεγαλύτερη πηγή μετάλλου προς ανακύκλωση είναι η αυτοκινητοβιομηχανία ενώ άλλες πηγές είναι οι μεταλλικές κατασκευές, ο σιδηρόδρομος, τα πλοία, ο αγροτικός εξοπλισμός και τα προϊόντα των καταναλωτών. Η διαδικασίες παραγωγής και τα απόβλητα που δημιουργούν αποτελούν τη σημαντικότερη πηγή scrap αφού η μισή ποσότητα από όλα τα μέταλλα προς ανακύκλωση προέρχεται από εκεί.
- **Ξεσκαρτάρισμα/διαλογή** – Το ξεσκαρτάρισμα έχει να κάνει με τη συγκομιδή των μετάλλων και το διαχωρισμό του από άλλα υλικά τα οποία δεν ανακυκλώνονται. Στην περίπτωση των σιδηρούχων μετάλλων χρησιμοποιούνται μαγνήτες ενώ για τα μη-σιδηρούχα χρησιμοποιούνται μηχανήματα ή εργάτες που διαλέγουν με βάση το χρώμα και το βάρος. Για παράδειγμα το αλουμίνιο έχει ένα χαρακτηριστικό ασημί χρώμα και ένα σχετικά ελαφρύ μέταλλο ενώ ο χαλκός έχει το δικό του χαρακτηριστικό χρώμα. Όσο πιο καθαρό είναι ένα μέταλλο σε αυτή τη διαδικασία τόσο ανεβαίνει η αξία του.
- **Επεξεργασία** – Αφού τα μέταλλα ομαδοποιηθούν γίνεται επεξεργασία τους ώστε να περάσουν στο επόμενο στάδιο, αυτό της τήξης. Τα μεγάλα μεταλλικά κομμάτια κόβονται σε μικρότερα ώστε να είναι ευκολότερο να λιώσουν. Με αυτό τον τρόπο απαιτείται λιγότερη ενέργεια. Για παράδειγμα το αλουμίνιο κόβεται σε λεπτές φέτες ενώ οι χάλυβες σε μικρές ράβδους.
- **Τήξη** – Η τήξη των μετάλλων γίνεται σε ειδικούς φούρνους. Πρόκειται για μια διαδικασία που απαιτεί μεγάλη ενέργεια αλλά όπως αναφέρθηκε και πριν κοστίζει αρκετά λιγότερο από την δημιουργία μετάλλων από την πρώτη ύλη. Η ταχύτητα τήξης εξαρτάται από την ποσότητα του μετάλλου και το μέγεθος του φούρνου. Μπορεί να διαρκέσει από μερικά λεπτά μέχρι μερικές ώρες.
- **Καθαρισμός** – Ο καθαρισμός γίνεται ώστε το τελικό προϊόν να μην περιέχει μέσα του άλλα υλικά. Η πιο διαδεδομένη μέθοδος καθαρισμού είναι η ηλεκτρόλυση.
- **Πήξη** – Μετά τον καθαρισμό τα καθαρά μέταλλο κρύνει πάνω σε ιμάντες μεταφοράς και διαμορφώνεται το σχήμα του. Το σύνηθες σχήμα είναι οι ράβδοι αφού είναι εύκολη η μεταφορά και την επεξεργασία τους.
- **Μεταφορά** - Όταν ολοκληρωθεί και το προηγούμενο στάδιο, οι μεταλλικές ράβδοι μεταφέρονται στις βιομηχανίες για να υποστούν επεξεργασία και να δώσουν νέα προϊόντα.

Όταν τα προϊόντα φτάσουν στο τέλος του κύκλου ζωής τους η διαδικασία της ανακύκλωσης ξεκινάει από την αρχή.

3.5.4 ΔΥΣΚΟΛΙΕΣ ΚΑΙ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΣΤΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΤΗΣ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗΣ

Το υπάρχον ποσοστό ανακύκλωσης μετάλλων είναι γύρω στο 34% το οποίο είναι πολύ μικρό αν ληφθεί υπόψη ότι όλα τα μέταλλα μπορούν να ανακυκλωθούν. Για να αυξηθεί το ποσοστό ανακύκλωσης θα πρέπει να αυξηθεί η κοινωνική ευαισθησία και σε αυτό μπορεί να βοηθήσει η πολιτεία.

Βασική δυσκολία και αιτία του μικρού ποσοστού ανακύκλωσης είναι ο πολύπλοκος σχεδιασμός των προϊόντων, τα πολλά διαφορετικά υλικά που χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία ενός προϊόντος και τα νέα κράματα μετάλλων που πολλές φορές είναι δύσκολο να ανακυκλωθούν. Για παράδειγμα, ένα κινητό τηλέφωνο αποτελείται από 70 διαφορετικά μεταλλικά υλικά τα οποία είναι πολύ δύσκολο να συλλεχθούν και να ταξινομηθούν από μία τόσο μικρή συσκευή.

Όπως αναφέρθηκε, η διαδικασία της ανακύκλωσης χρησιμοποιεί λιγότερη ενέργεια σε σχέση με την εξόρυξη και δημιουργία μετάλλων. Για παράδειγμα, για την ανακύκλωση αλουμινίου καταναλώνεται 95% λιγότερη ενέργεια, του χαλκού 90% και του χάλυβα 50%.

Επιπλέον με αυτόν τον τρόπο γίνεται και οικονομία σε άλλες πρώτες ύλες που απαιτούνται για τη δημιουργία μεταλλευμάτων. Συγκεκριμένα, για να παραχθεί ένας τόνος χάλυβα απαιτούνται 1.134 κιλά ακατέργαστου σιδήρου, 635 κιλά άνθρακα και 55 κιλά ασβεστόλιθου. Επιπλέον η ανακύκλωση λύνει ένα χωροταξικό θέμα αφού οι χωματερές θα είναι πολύ μεγαλύτερες.

3.5.6 Η ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΜΕΤΑΛΛΩΝ ΣΤΟΝ ΚΟΣΜΟ

- Το 2019, από τους 1.532,51 εκατομμύρια τόνους παραγόμενου χάλυβα, οι 490,98 εκατομμύρια τόνοι (περίπου το 32%) προήλθε από ανακυκλώσιμα υλικά.
- Στις ΗΠΑ το 69% του παραγόμενου χάλυβα προήλθε από ανακυκλώσιμα υλικά.
- Ο χάλυβας και ο σίδηρος είναι τα μέταλλα με τα μεγαλύτερα ποσοστά ανακύκλωσης στον κόσμο λόγω της ευρείας χρήσης τους και της ευκολίας τους στην ανακύκλωση.
- Το πιο διαδεδομένο προϊόν προς ανακύκλωση στον κόσμο είναι τα αλουμινένια κουτάκια (αναψυκτικών, ποτών, γάλατος, χυμών, κ.α.).
- Η ανακύκλωση ενός αλουμινένιου κουτιού από αναψυκτικό μπορεί να εξοικονομήσει ενέργεια ίση με αυτή που χρειάζεται μια λάμπα των 100 watt για να μείνει αναμμένη 5 ώρες.
- Το 2018 στις ΗΠΑ ανακυκλώθηκαν 2,2 εκατομμύρια τόνοι αλουμινίου από κουτιά αναψυκτικών και συσκευασίες.

3.6 ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ (ECO-MATERIALS)

Όλα τα προϊόντα τα οποία παράγονται από τη βιομηχανία ξεκινάνε σαν πρώτες ύλες. Η συγκομιδή / εξόρυξη των πρώτων υλών, η επεξεργασία, ακόμη και η απόρριψη τους έχει ως αποτέλεσμα μεγάλη σπατάλη ενέργειας. Για να υπάρξει ισορροπία ανάμεσα στην παραγωγή και τη επιβάρυνση του περιβάλλοντος οι ειδικοί ανέπτυξαν κάποια υλικά τα οποία αποκαλούνε eco-materials.

Τα eco-materials είναι υλικά τα οποία έκαναν την εμφάνιση τους στις αρχές του 1990 και από τότε κερδίζουν όλο και περισσότερο έδαφος στη βιομηχανία. Πρόκειται ουσιαστικά για υλικά τα οποία δημιουργούνται όχι μόνο με γνώμονα τα βιομηχανικά στάνταρ που πρέπει να καλύψουν (αντοχή, ανθεκτικότητα σε εξωτερικές συνθήκες κτλ.) αλλά και με έμφαση στην ελαχιστοποίηση του περιβαλλοντικού αντίκτυπου κατά τη διάρκεια ζωής τους.

Δίνεται δηλαδή σημασία τόσο στις ιδιότητες του υλικού όσο και στη βιωσιμότητά του. Τέτοια υλικά στη σύγχρονη βιομηχανία είναι:

- Η κλωστική κάνναβη, η οποία χρειάζεται λιγότερο νερό για την ανάπτυξή της ενώ τα υφάσματα που παράγονται με αυτή παρουσιάζουν εξαιρετική ανθεκτικότητα. Πλέον το υλικό αυτό μπορεί να βρεθεί ακόμα και στην κατασκευή σπιτιών αφού χρησιμοποιείται για τη δημιουργία πλακών.
- Συνθετική ξυλεία από ανακυκλωμένα ξύλα.
- Ferroock. Πρόκειται για υλικό που δημιουργείται από ρινίσματα μετάλλου και πυριτίου το οποίο χρησιμοποιείται κυρίως ως δομικό υλικό.
- Βιοπλαστικά, τα οποία δημιουργούνται από φυτικές πρώτες ύλες και είναι 100% ανακυκλώσιμα.

Όσον αφορά τα μέταλλα η διαδικασία της ανακύκλωσης τους είναι γνωστή εδώ και πάρα πολλά χρόνια. Ως αποτέλεσμα πλέον υπάρχουν μεταλλικά υλικά τα οποία προέρχονται εξ ολοκλήρου από ανακυκλωμένα μέταλλα.

4. ΠΡΑΣΙΝΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

Με τον όρο “Τεχνολογίες Παραγωγής” ορίζεται η παραγωγική διαδικασία η οποία προκύπτει με την εφαρμογή επιστημονικής γνώσης και σκοπό έχει τη μετατροπή της πρώτης ύλης σε τελικό προϊόν, χρήσιμο για τον καταναλωτή.

Ήδη από την αρχαιότητα παρατηρείται η εφαρμογή γνώσης στον κατασκευαστικό τομέα αλλά η έλλειψη πόρων και μέσων παραγωγής περιόριζε την παραγωγική διαδικασία. Η πρώτη βιομηχανική επανάσταση και μετέπειτα η εισαγωγή του ηλεκτρισμού στην παραγωγή, σηματοδοτούν την αρχή για τεχνολογικές καινοτομίες και εφαρμογές που οδηγούν στην σύγχρονη καταναλωτική κοινωνία. Με το τέλος το Β΄ Παγκοσμίου Πολέμου παρατηρείται αύξηση των καταναλωτικών αναγκών, πράγμα που συνεπάγεται αύξηση της παραγωγής με προϊόντα πιο σύνθετα και καινοτόμα. Ο μεγάλος ανταγωνισμός της δεκαετίας του 60΄ φέρνει στο προσκήνιο την επιστήμη του Marketing και με το πέρασ των χρόνων φτάνουμε στη σύγχρονη παραγωγή. Ο 21ος αιώνας χαρακτηρίζεται από τη μείωση του κόστους παραγωγής, την άμεση ανταπόκριση στη ζήτηση, τα σύνθετα υλικά και την εκτενή μελέτη για την παραγωγή του τελικού προϊόντος.

Η εκτεταμένη και έντονη χρήση των τεχνολογιών αυτών, έχει δείξει πως για να δημιουργηθεί το τελικό προϊόν προκύπτουν έντονα περιβαλλοντικά προβλήματα που έχουν να κάνουν με την επιλογή της πρώτης ύλης, την κατανάλωση ενέργειας και τα απόβλητα (στερεά, υγρά και αέρια). Συνήθως, οι κατεργασίες που αφήνουν μεγάλες ποσότητες scrap είναι ενεργειακά πιο ασύμφορες αφού πέρα από τις μεγάλες ποσότητες ενέργειας που χρειάζονται αφήνουν και μεγάλες ποσότητες αποβλήτων όπως κοπτικά εργαλεία και υγρά λίπανσης/ψύξης. Η χρήση σύγχρονων μηχανών αριθμητικού ελέγχου, γνωστές και ως CNC (Computer Numerical Control), μειώνει αισθητά το χρόνο παραγωγής, τα απόβλητα, το scrap και τις αστοχίες αλλά από μόνο του ένα τέτοιο μηχάνημα δεν μπορεί να θεωρηθεί πράσινο.

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται λόγος για τεχνικές και μεθόδους που κάνουν την παραγωγή προϊόντων πιο φιλική προς το περιβάλλον. Η μείωση του scrap και των αναλώσιμων εργαλείων καθιστούν την παραγωγή πιο πράσινη και τελικά πιο βιώσιμη. Οι πράσινες κατασκευαστικές τεχνολογίες μπορούν να αυξήσουν τον κύκλο ζωής των προϊόντων, των εργαλειομηχανών, των εργαλείων αλλά και να βελτιώσουν τις εργασιακές συνθήκες των εργαζομένων. Όταν όλες αυτές οι ενέργειες γίνουν μελετημένα μπορούν να αυξήσουν το κέρδος για μια επιχείρηση αφού σε πολλές από αυτές, τα μέσα που χρησιμοποιούνται είναι λιγότερα από αυτά που χρησιμοποιούνταν παραδοσιακά.

4.1 ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΕΣ ΑΦΑΙΡΕΣΗΣ ΥΛΙΚΟΥ

Οι κατεργασίες αφαίρεσης υλικού είναι διαδικασίες που γίνονται με τη χρήση μηχανών βαρέως τύπου, των εργαλειομηχανών, όπου με τη βοήθεια κοπτικών εργαλείων επιτυγχάνεται η ελεγχόμενη αφαίρεση υλικού από την πρώτη ύλη, οδηγώντας στο τελικό προϊόν. Τέτοιες κατεργασίες είναι η διάτρηση, η τórνευση, το φρεζάρισμα, η λείανση και η πλάνιση. Τα στάδια ολοκλήρωσης μιας τέτοιας διαδικασίας είναι η προετοιμασία (υλικών και δεδομένων), η κατεργασία, η ψύξη/λίπανση, ο καθαρισμός του τελικού προϊόντος και η χρήση των αποβλήτων (πέταμα ή ανακύκλωση).

Περιβαλλοντικά, το μεγαλύτερο πρόβλημα δημιουργείται από τα υγρά κοπής. Ένα 30% αυτών των υγρών χάνεται κάθε χρόνο από διαρροές στα μηχανήματα, από το ότι μπορεί να αναμειχθούν με τα απόβλητα και να πεταχτούν μαζί τους, είτε ακόμα και λόγω εξάτμισης. Τα υγρά κοπής, πέρα από το ότι επιβαρύνουν σημαντικά το περιβάλλον αφού πρόκειται για χημικές συνήθως ενώσεις, εάν έρθουν σε επαφή με τους εργαζόμενους μπορούν να προκαλέσουν ασθένειες του δέρματος και προβλήματα στο αναπνευστικό. Επιπλέον, το κόστος των υγρών κοπής αποτελούν περίπου το 15% του συνολικού κόστους της κατεργασίας. Η μείωση των υγρών κοπής στις κατεργασίες αφαίρεσης υλικού μπορεί να οδηγήσει όχι μόνο σε μια πιο πράσινη παραγωγή, αλλά μειώνει αισθητά και το κόστος της κατεργασίας. Παρακάτω παρουσιάζονται πράσινες τεχνικές κοπής οι οποίες αφήνουν μικρότερο περιβαλλοντικό αντίκτυπο από ότι τα παραδοσιακά μέσα.

4.1.1 ΣΤΕΓΝΗ ΚΟΠΗ & ΣΧΕΔΟΝ-ΣΤΕΓΝΗ ΚΟΠΗ

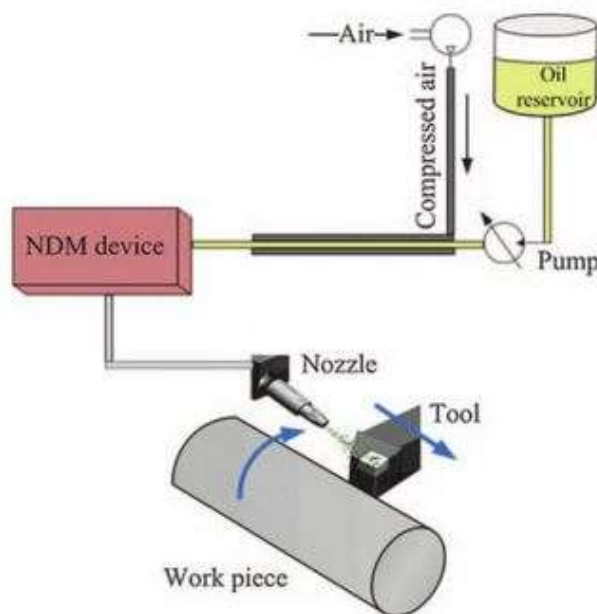
Συμβατικά, σε κάθε κατεργασία χρησιμοποιούνταν ένα υγρό το οποίο “πλημμύριζε” το σημείο που ερχόταν σε επαφή με το κοπτικό εργαλείο και το υλικό προς κοπή. Στη στεγνή κοπή αποφεύγεται η χρήση τέτοιων υγρών, ενώ στη σχεδόν-στεγνή κοπή χρησιμοποιείται κάποια ελάχιστη ποσότητα (10-150 ml/h) με τη μορφή σταγονιδίων (σχήμα 4.1).

Με την τεχνολογική εξέλιξη των τελευταίων χρόνων, υπάρχουν στο εμπόριο πιο σκληρά κοπτικά εργαλεία τα οποία είναι πλήρως λειτουργικά, ακόμα και χωρίς κάποιο υγρό ψύξης/λίπανσης. Αυτό το γεγονός μπορεί να κάνει την παραγωγή προϊόντων πραγματικά βιώσιμη και πράσινη. Μειονέκτημα της χρήσης αυτών των εργαλείων αποτελεί το γεγονός πως μερικά σύγχρονα υλικά που χρησιμοποιούνται σε κάποιους τομείς (πχ αεροναυπηγική) έχουν τόσο μεγάλη σκληρότητα οπότε η χρήση τους δεν είναι αποδοτική.

Για να λειτουργήσει ένα σύστημα σχεδόν-στεγνής κοπής και να θεωρηθεί αποδοτικό είναι απαραίτητο να διαθέτει ένα σύστημα το οποίο καθορίζει τη ροή του υγρού κοπής και το διαχέει σε σταγονίδια. Τα υγρά που χρησιμοποιούνται συνήθως σε αυτή τη μέθοδο είναι εστέρες και λιπαρές αλκοόλες, υλικά που έχουν εξαιρετική λιπαντική ικανότητα και είναι βιοδιασπώμενα.

Σε αυτή τη μέθοδο μπορούν να μπουν και τα αυτό - λιπούμενα κοπτικά εργαλεία τα οποία είναι εργαλεία που έχουν τροποποιηθεί κατά τη δημιουργία τους και περιέχουν κάποιο στερεό λιπαντικό. Με αυτόν τον τρόπο μπορούν να επιτευχθούν μικρότερες δυνάμεις, τριβή και φθορά του κοπτικού εργαλείου.

Αυτές οι δύο μέθοδοι έχουν αντίστοιχα με πριν αποτελέσματα στην παραγωγή και τα πειράματα δείχνουν πως με την εφαρμογή τους, η ζωή των κοπτικών εργαλείων μπορεί να επιμηκυνθεί κατά 80%.



Σχήμα 4.1 Σχεδόν στεγνή κοπή. Η διαδρομή του υγρού κοπής μέχρι να φτάσει το κοπτικό με τη μορφή σταγονιδίων.

4.1.2 ΚΡΥΟΓΟΝΙΚΗ

Μία άλλη καινοτόμα μέθοδος είναι η κρυογονική κατεργασία κατά την οποία γίνεται ψύξη της επιφάνειας κοπής και/ή του κοπτικού εργαλείου. Με αυτή τη μέθοδο επιτυγχάνεται καλύτερη ψύξη από ότι με κάποιο ψυκτικό υγρό, αλλάζουν τα χαρακτηριστικά των υλικών και επιτυγχάνεται μικρότερη φθορά του κοπτικού εργαλείου, αυξάνοντας έτσι την απόδοση και την ποιότητα της κατεργασίας. Για την ψύξη χρησιμοποιούνται υλικά όπως το υγρό άζωτο, που δεν είναι εύφλεκτα και δεν έχουν διαβρωτικές ικανότητες.

Για για τη χρήση τέτοιων ψυκτικών υλικών όπως το άζωτο το οποίο αφήνει καθαρή την τράπεζα της εργαλειομηχανής από ακαθαρσίες, αφού εξατμίζεται, χρειάζεται ολόκληρη εγκατάσταση. Το γεγονός ότι, κατά την ψύξη, αλλάζουν οι ιδιότητες των υλικών καθιστά αυτή τη μέθοδο ιδανική για την ακριβή κατεργασία σκληρών κραμάτων.

Άλλα θετικά αυτής της μεθόδου είναι η αύξηση στο ρυθμό και την ποιότητα κατεργασίας, η υψηλότερη ποιότητα των τελικών προϊόντων και η συνολική μείωση του κόστους. Οι κρυογονικές κατεργασίες θεωρούνται φιλικές προς το περιβάλλον και βιώσιμες.

4.1.3 ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕ ΒΟΗΘΕΙΑ ΠΙΔΑΚΑ (HIGH PRESSURE JET ASSISTED MACHINING)

Άλλη μια τεχνική που μπορεί να αντικαταστήσει τις παραδοσιακές μεθόδους είναι η κατεργασία υλικών με τη βοήθεια πίδακα υγρού. Με αυτήν τη μέθοδο, πίδακας υγρού (με βάση το νερό ή το λάδι) εκτοξεύεται στο σημείο επαφής του κοπτικού εργαλείου-υλικού πετυχαίνοντας την κατάλληλη ψύξη και λίπανση. Η πίεση του υγρού είναι στα 80-360 Μpa και περνάει από μία οπή διαμέτρου 0,15-0,25 mm σε έναν εξωτερικό σωλήνα. Η διάταξη αυτή κάνει εφικτή την άμεση ψύξη/λίπανση (αφού ψεκάζει σε μικρή γωνία σε σχέση με το κοπτικό εργαλείο) και μειώνει σε μεγάλο βαθμό την ποσότητα υγρού. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται η γρήγορη αφαίρεση υλικού με ακρίβεια, ακόμη και σε πολύ σκληρά υλικά, δημιουργούνται μικρότερες δυνάμεις και αυξάνει τη ζωή των (ειδικά σχεδιασμένων για τη μέθοδο) κοπτικών εργαλείων. Η ταχύτητα και η ποιότητα κοπής μπορούν να αυξηθούν μέχρι και 35%.

4.2 ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΙΣ

Η συγκόλληση είναι η διαδικασία κατά την οποία δύο ή περισσότερα υλικά (συνήθως μέταλλα) έρχονται σε επαφή και ενοποιούνται με τη βοήθεια τήξης, θέρμανσης και πίεσης ή μόνο πίεσης.

Οι συγκολλήσεις διακρίνονται σε άμεσες, αυτογενείς και ετερογενείς. Στην πρώτη περίπτωση η συγκόλληση επιτυγχάνεται χωρίς τη χρήση πρόσθετου συγκολλητικού υλικού. Τα μέταλλα θερμαίνονται σε θερμοκρασίες χαμηλότερες του σημείου τήξης τους και ενώνονται με εφαρμογή πίεσης ή σφυρηλάτηση. Στις αυτογενείς, η θέρμανση των μετάλλων γίνεται μέχρι να επιτευχθεί τήξη τους, ενώ μπορεί να προστεθεί και επιπλέον αυτογενές μέταλλο (εναποτιθέμενο υλικό - προερχόμενο από το ηλεκτρόδιο της συγκόλλησης). Στις ετερογενείς συγκολλήσεις η κόλληση πραγματοποιείται με την τήξη υλικού διαφορετικής χημικής σύστασης από τα συγκολλούμενα μέταλλα, το οποίο διαθέτει χαμηλότερο σημείο τήξης από αυτά.

Ανάλογα με το μέσο που επιτυγχάνονται οι συγκολλήσεις διακρίνονται σε χημικές, ηλεκτρικές, με λέιζερ και με τριβή. Οι πιο γνωστές μέθοδοι είναι η συγκόλληση με φλόγα, η συγκόλληση ηλεκτρικού τόξου, με ηλεκτρική αντίσταση και με τη βοήθεια δέσμης υψηλής ενέργειας (laser ή plasma). Η πιο απλή εφαρμογή είναι όταν ανάμεσα από δύο υλικά, αφού λιώσουν στα σημεία που υπάρχει επαφή, προστίθεται κάποιο τρίτο υλικό. Με την ψύξη του συστήματος προκύπτει ένας συνδυασμός με υψηλή αντοχή.

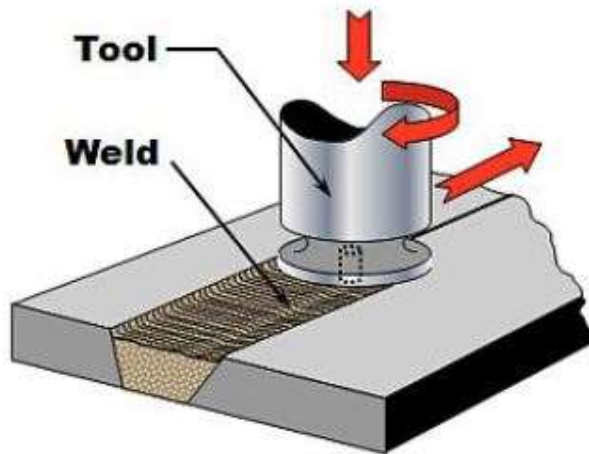
Η συμβατική συγκόλληση (ηλεκτρικό τόξο) παρά την αποδοτικότητα και την ευκολία της, θεωρείται επιβλαβής για το περιβάλλον λόγω των αποβλήτων και της μεγάλης κατανάλωσης σε ενέργεια. Τα βασικά της απόβλητα είναι τοξικά αέρια (πχ μονοξείδιο το άνθρακα), θερμότητα και μικροσκοπικά σωματίδια μετάλλου. Όλα αυτά μπορούν να δημιουργήσουν σοβαρά προβλήματα υγείας στον συγκολλητή αλλά και να επιβαρύνουν το περιβάλλον. Επιπλέον, η εκτεταμένη χρήση αυξάνει αρκετά το κόστος λόγω της κατανάλωσης ηλεκτροδίων και αδρανών αερίων, τα οποία επίσης δημιουργούν λύματα. Κάποιες πράσινες μέθοδοι συγκόλλησης παρουσιάζονται παρακάτω.

4.2.1 FRICTION STIR WELDING (FSW)

Ουσιαστικά πρόκειται για μία μέθοδο που λειτουργεί με την τριβή. Η μέθοδος αυτή θεωρείται ως η σημαντικότερη εφαρμογή στον τομέα της συγκόλλησης τα τελευταία είκοσι χρόνια λόγω της ευκολίας, της αποτελεσματικότητας, καθώς και της ελάχιστης κατανάλωσής της.

Για να επιτευχθεί η κόλληση, ένα εργαλείο με τη μορφή εμβόλου που έχει μία εξοχή στο κέντρο του, εισέρχεται στο σημείο που επιθυμείται η συγκόλληση και γυρνάει με μεγάλη ταχύτητα. Το εργαλείο “ταξιδεύει” κατά μήκος της διαδρομής που επιθυμείται η κόλληση. Η τριβή που δημιουργείται ανάμεσα στα υλικά αυξάνει τη θερμοκρασία και έτσι επιτυγχάνεται η τήξη και τελικά η ένωση.

Βασικό θετικό χαρακτηριστικό της μεθόδου είναι ότι οι κατεργασίες γίνονται σε στερεή μορφή. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται μεγάλη διαστατική ακρίβεια με ελάχιστες απώλειες, εξαιρετικές μηχανικές ιδιότητες στην περιοχή της συγκόλλησης και αποφυγή των παραμορφώσεων. Θετικό επίσης αποτελεί το γεγονός ότι δεν τίθεται απαραίτητη η χρήση αερίου (πχ αργό) και εκμηδενίζονται τα υλικά καθαρισμού των επιφανειών (διαλύτες), η ανάγκη για λείανση της πάστας, τα αναλώσιμα που έχουν οι παραδοσιακές μέθοδοι και τα βλαβερά απόβλητα. Οι σχηματικά πολύπλοκες συγκολλήσεις που μπορούν να επιτευχθούν με αυτήν τη μέθοδο, η ακρίβεια αλλά και η ελάχιστη ενέργεια που απαιτεί (2,5% της ενέργειας που χρησιμοποιείται στην κόλληση με laser) την καθιστούν ιδανική ακόμα και για την βαριά βιομηχανία. Μία άκρως πράσινη κατασκευαστική τεχνολογία, λόγω της υψηλής απόδοσης σε συνδυασμό με τη μείωση των απαιτούμενων υλικών και πόρων.



Σχήμα 4.2

Το έμβολο, η κίνηση που εκτελεί και η συγκόλληση που πετυχαίνει

4.2.2 MAGNETIC PULSE WELDING (MPW) / ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΠΑΛΜΟΥ

Αυτή η μέθοδο κάνει χρήση ηλεκτρομαγνητικών δυνάμεων ώστε να επιτευχθεί ψυχρή συγκόλληση σε θερμοκρασίες δωματίου. Η συγκόλληση επιτυγχάνεται σε κλάσματα του δευτερολέπτου χωρίς την απαίτηση θερμότητας, συνδετικού υλικού και χημικών αερίων ενώ έχει καλύτερες μηχανικές ιδιότητες από τα αρχικά υλικά.

Ένα αγωγίμο υλικό περνάει δίπλα/μέσα από ένα πηνίο και η δύναμη το φέρνει σε κρούση με το άλλο αντικείμενο, επιτυγχάνοντας έτσι τη συγκόλληση. Με τη διαδικασία αυτή επιτυγχάνεται συγκόλληση διαφορετικών μετάλλων με μεγάλη ευκολία.

Πρόκειται για μια κατεξοχήν πράσινη μέθοδο αφού επιτυγχάνονται αποτελεσματικά, με ευκολία και μεγάλη ακρίβεια συγκολλήσεις σε περίπλοκους σχηματισμούς με μεγάλη ταχύτητα (η διαδικασία διαρκεί 10-100 μ s, άρα η μόνη καθυστέρηση είναι στην προετοιμασία), επαναληψιμότητα, μηδενικές εκπομπές βλαβερών αποβλήτων, μηδενική κατανάλωση υλικών (πχ ηλεκτρόδια), καθώς και χαμηλή κατανάλωση ενέργειας. Αυξάνεται δηλαδή η παραγωγικότητα μειώνοντας το κόστος, καθιστώντας τη βιομηχανία βιώσιμη.

4.2.3 LASER HYBRID / ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ

Σε αυτή την κατηγορία γίνεται λόγος για συνδυασμό δύο μεθόδων. Η μία είναι η συγκόλληση με Laser ενώ η άλλη μπορεί να είναι MIG, MAG, TIG ή PLASMA.

Η συγκόλληση γίνεται με τη βοήθεια ρομποτικών βραχιόνων και χρησιμοποιείται κυρίως στη βαριά βιομηχανία, όπου τα μέταλλα μπορούν να έχουν πάχος τουλάχιστον 15 mm. Η μέθοδος Laser έχει την ικανότητα να εισχωρεί βαθιά στο υλικό ενώ η άλλη μέθοδος γεμίζει το ενδιάμεσο επιφανειακό κενό με υλικό, δημιουργώντας μια πολύ σκληρή ένωση.

Ο συνδυασμός αυτών των συμβατικών μεθόδων θεωρείται πράσινη τεχνολογία αφού μπορεί να πετύχει συγκολλήσεις με υψηλή ακρίβεια στο 1/3 του χρόνου που θα γινόταν με μια συμβατική μέθοδο, αυξάνοντας έτσι την παραγωγικότητα. Επίσης, με αυτόν τον τρόπο μειώνεται κατά πολύ η χρήση ηλεκτροδίου και τα συγκολλούμενα μέταλλα δεν παραμορφώνονται αφού εκπέμπεται πολύ λιγότερη θερμότητα.

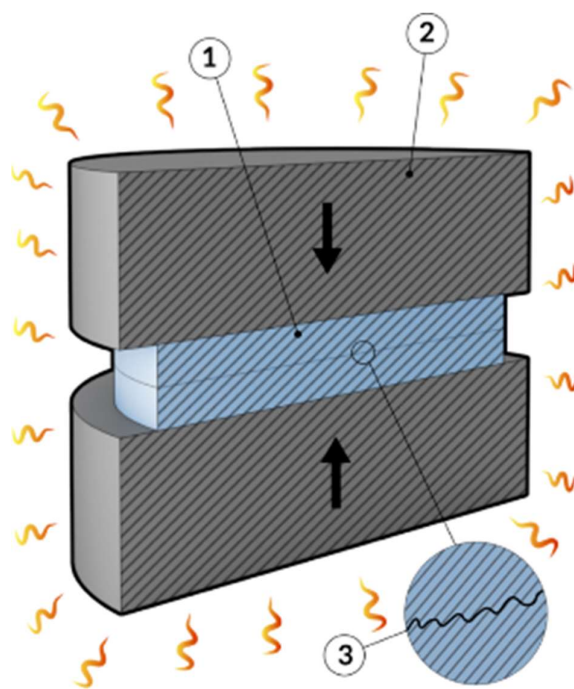
4.2.4 DIFFUSION WELDING / ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗ ΜΕ ΔΙΑΧΥΣΗ ΥΛΙΚΟΥ

Πρόκειται για μια μέθοδο η οποία δεν θεωρείται παραγωγική, από άποψη κομματιών, αλλά με αυτή μπορούν να επιτευχθούν συγκολλήσεις πολύπλοκης γεωμετρίας γλυτώνοντας έτσι χρόνο από άλλες κατεργασίες (τόρνευση, φρεζάρισμα).

Σε αυτή τη διαδικασία, δύο υλικά προς συγκόλληση (1) τοποθετούνται ανάμεσα σε δύο πρέσες (2), η μορφή των οποίων εξαρτάται από τα υλικά που θα συγκολληθούν καθώς και τη γεωμετρία τους. Έπειτα γίνεται θέρμανση των μετάλλων, σε θερμοκρασία 50-70 % της θερμοκρασίας τήξης τους, ώστε να αυξηθεί η κινητικότητα των ατόμων τους.

Σε αυτή τη θερμοκρασία οι πρέσες αρχίζουν να ασκούν πίεση και έτσι τα άτομα στις επιφάνειες που έρχονται σε επαφή αρχίζουν να διαχέονται, επιτυγχάνοντας έτσι τη συγκόλληση (3), όπως φαίνεται στο σχήμα 4.3.

Η συγκόλληση με διάχυση δεν αφήνει βλαβερές εκπομπές στο περιβάλλον και θεωρείται πράσινη/βιώσιμη.



Σχήμα 4.3

Σχηματική απεικόνιση της μεθόδου

4.3 ΚΟΝΙΟΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΙΑ

Η κονιομεταλλουργία είναι μία παραγωγική μέθοδος κατά την οποία με τη βοήθεια σκόνης απο μέταλλο μπορούν εύκολα να δημιουργηθούν πρωτότυπα ή τελικά προϊόντα σε πληθώρα κλάδων. Πολλοί μηχανικοί στρέφονται σε αυτή τη μέθοδο λόγω του χαμηλού κόστους και της υψηλής ποιότητας που προσφέρει. Η επεξεργασία της “μεταλλικής σκόνης” για τη δημιουργία προϊόντων υπάρχει εδώ και χρόνια αλλά πρόσφατα, με την πρόοδο της τεχνολογίας και την ανάπτυξη νέων τεχνικών, άρχισε να θεωρείται πράσινη παραγωγική διαδικασία. Υπάρχουν τρία βασικά χαρακτηριστικά των μεθόδων επεξεργασίας σκόνης που καθιστούν τις συμβατικές μεθόδους παραγωγής κατώτερες τόσο σε περιβαλλοντικά, όσο και σε παραγωγικά επίπεδα:

Με τις κονιομεταλλουργικές μεθόδους μπορεί εύκολα και με ακρίβεια να δημιουργηθεί κατευθείαν το τελικό προϊόν χωρίς να χρειάζεται περαιτέρω επεξεργασία (διαδικασίες φινιρίσματος όπως πλάνιση, λείανση, τόννευση, διάτρηση κ.α.). Το scrap που αφήνουν πίσω οι μέθοδοι αυτοί είναι περίπου το 3% των συμβατικών μεθόδων. Επίσης, η πρώτη ύλη για τις μεθόδους αυτές προέρχεται από το scrap, μέταλλα που έχουν ανακυκλωθεί και μετατραπεί σε σκόνη, από άλλες κατεργασίες. Έχει υπολογιστεί πως η κονιομεταλλουργία εξοικονομεί 15% περισσότερη ενέργεια από τις συμβατικές μεθόδους (χύτευση, σφυρηλάτηση). Ένα άλλο χαρακτηριστικό των μεθόδων αυτών είναι η εύκολη δημιουργία προϊόντων με πολύπλοκη γεωμετρία, μεγάλη αντοχή και μικρό βάρος. Τέλος, οι σύγχρονες μηχανές που είναι απαραίτητες για τις κονιομεταλλουργικές μεθόδους έχουν πολύ μικρή κατανάλωση ενέργειας.

Η βιωσιμότητα των μεθόδων αυτών έγκειται στο γεγονός ότι με ελάχιστο ποσοστό αποβλήτων και μικρή κατανάλωση ενέργειας μπορούν να δημιουργηθούν προϊόντα έτοιμα προς κατανάλωση, δίχως να χρειάζονται περαιτέρω επεξεργασία.

4.3.1 ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΗ ΚΟΝΙΟΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΙΑ

Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται εδώ και χρόνια για τη δημιουργία προϊόντων με μεγάλη ακρίβεια. Πρόκειται για μία διαδικασία με μεγάλο ρυθμό παραγωγής, ελάχιστα απαιτούμενα μέσα/εργαλειομηχανές και ευκολία ως προς την εκτέλεση.

Αρχικά γίνεται η συγκομιδή της πρώτης ύλης. Η σκόνη μετάλλου μπορεί να αποτελείται είτε 100% από ένα μέταλλο, ή από διάφορα μέταλλα σε αναλογίες ώστε να δημιουργηθεί ένα κράμα. Έπειτα η σκόνη τοποθετείται σε καλούπια και με τη βοήθεια πρέσας ασκείται δύναμη ώστε όταν βγει από εκεί να διατηρεί το επιθυμητό σχήμα και να μην διαλύεται κατά τη μεταφορά. Τελικό στάδιο είναι η τοποθέτηση των προϊόντων σε φούρνο όπου γίνεται θέρμανση κάτω από τη θερμοκρασία τήξης, ώστε να γίνει διάχυση μεταξύ των μορίων, το μέταλλο να ομογενοποιηθεί και να αποκτήσει τις επιθυμητές ιδιότητες.

Με αυτή τη μέθοδο δημιουργείται μία πληθώρα προϊόντων, από φθηνά μεταλλικά διακοσμητικά αντικείμενα χωρίς ιδιαίτερα μηχανικά χαρακτηριστικά μέχρι κοπτικά εργαλεία, στοιχεία μηχανών και μέρη για κινητήρες αυτοκινήτων ή αεροσκαφών. Η βιωσιμότητα της μεθόδου βασίζεται στο γεγονός ότι η πρώτη ύλη είναι σε μορφή σκόνης, άρα εύκολο να προμηθευτεί και να επαναχρησιμοποιηθεί, μειώνοντας σε τεράστιο βαθμό το scrap. Επίσης, τα προϊόντα που είναι ελαττωματικά από το στάδιο του πρεσαρίσματος μπορούν να καταστραφούν πριν τοποθετηθούν στον κλίβανο και να γίνουν πάλι πρώτη ύλη, μειώνοντας έτσι όσο το δυνατόν περισσότερο τα τελικά ελαττωματικά κομμάτια. Τέλος, Ο απαραίτητος εξοπλισμός, δεν έχει μεγάλο κόστος αφού πρόκειται για μια πρέσα, τα καλούπια και τον κλίβανο.

4.3.2 DIRECT METAL LASER SINTERING (DMLS) / ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗ ΕΚΤΥΠΩΣΗ ΜΕ ΜΕΤΑΛΛΙΚΗ ΣΚΟΝΗ

Πρόκειται για μια διαδικασία 3D εκτύπωσης κατά την οποία μία μηχανή αριθμητικού ελέγχου (CAM) χρησιμοποιεί μία ακτίνα laser ώστε να λιώσει και να ενοποιήσει μεταλλική σκόνη ανά στρώματα και να δημιουργήσει ένα τελικό προϊόν. Είναι μία μέθοδος που χρησιμοποιείται στη βιομηχανία (αεροναυπηγικός τομέας, αυτοκινητοβιομηχανία κ) για τη δημιουργία πλήρως λειτουργικών κομματιών με μεγάλη ταχύτητα.

Κάθε αντικείμενο που τυπώνεται με αυτή τη μέθοδο αποτελείται από δύο μέρη, το τελικό προϊόν και τη βάση στήριξης του. Στην τράπεζα του εκτυπωτή πάντα υπάρχει μια στρώση από μεταλλική σκόνη ενώ ένα laser στοχεύει κάθετα προς την επιφάνεια αυτή. Η δέσμη του laser καίει το υλικό και επιτυγχάνεται σύντηξη. Όταν δημιουργηθεί ένα ενιαίο στρώμα μετάλλου, η τράπεζα “πέφτει” ένα επίπεδο (η επιφάνεια υποχωρεί) και ένα νέο στρώμα σκόνης καλύπτει το αντικείμενο. Η διαδικασία επαναλαμβάνεται και έτσι το τελικό αντικείμενο χτίζεται σιγά-σιγά ανά επίπεδα.

Όταν η επαναλαμβανόμενη διαδικασία ολοκληρωθεί, το αντικείμενο που τυπώθηκε καθαρίζεται με μία βούρτσα ώστε να απομακρυνθούν οι περιττές σκόνες ενώ μετά επεξεργάζεται θερμικά. Έπειτα γίνεται η αφαίρεση της βάσης στήριξης και το τελικό

φινίρισμα της επιφάνειας του ή μικρών ατελειών, εάν χρειάζεται. Η πυκνότητα του τελικού προϊόντος φτάνει σχεδόν το 100%.

Τα αντικείμενα που προκύπτουν με αυτή τη μέθοδο είναι ισάξια και σε μερικές περιπτώσεις πιο ποιοτικά από ότι αυτά που έχουν δημιουργηθεί με παραδοσιακές μεθόδους. Ιδανική χρήση της μεθόδου τρισδιάστατης εκτύπωσης είναι σε περιπτώσεις που η γεωμετρία είναι τόσο πολύπλοκη που οι συμβατικές κατεργασίες αδυνατούν να δώσουν αποτέλεσμα. Η αποτελεσματικότητα και η ακρίβεια της μεθόδου είναι αυτό που την καθιστά πράσινη, αφού σε ελάχιστο χρόνο μπορεί να επιτευχθεί το τελικό αποτέλεσμα δίχως ενδιάμεσα στάδια.

Σπουδαίο παράδειγμα αποτελεί το αμερικανικό hypercar, Czipper 21C. Ένα υβριδικό αυτοκίνητο υψηλών επιδόσεων που το σασί του σχεδιάστηκε και τυπώθηκε μονοκόμματα με τη χρήση της 3D εκτύπωσης, όπως και πολλά μηχανικά του μέρη. Το αυτοκίνητο αυτό αποτελείται από αλουμίνιο, τιτάνιο, ανθρακονήματα και η επιλογή της μεθόδου αυτής έγινε λόγω της ταχύτητας και της ακρίβειας, αφού το αποτέλεσμα είναι ο καλύτερο δυνατός συνδυασμός αεροδυναμικής και ανθεκτικότητας που μπορούσε να επιτευχθεί. Γίνεται δηλαδή λόγος για ένα αυτοκίνητο που κάνει τα 0-100 Km/h σε 1,9 sec., το οποίο, σχεδόν ολόκληρο, προέκυψε από σκόνη.

4.4 ΧΥΤΕΥΣΗ

Πρόκειται για την αρχαιότερη διαδικασία επεξεργασίας μετάλλου. Αρχαιολόγοι έχουν βρει στοιχεία που φανερώνουν ότι οι αρχαίοι πολιτισμοί χρησιμοποιούσαν τη χύτευση ήδη από το 5000 π.Χ. με το αρχαιότερο, ακέραιο, χυτό που έχει βρεθεί να χρονολογείται στα 3200 π.Χ. Η χύτευση έπαιξε σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη πολιτισμών σε ολόκληρη τη Γη αφού ήδη από τα αρχαία χρόνια ο άνθρωπος κατάλαβε τη σημαντικότητα των μετάλλων.

Τα μέταλλα βρίσκονται στη φύση με τη μορφή πετρωμάτων τα οποία δεν είναι καθαρά. Μέσο της χύτευσης οι τεχνίτες ξεφορτώνονται τις ακαθαρσίες με αποτέλεσμα να μένει καθαρή πρώτη ύλη έτοιμη να πάρει μορφή. Έτσι ο άνθρωπος ήρθε σε θέση να δημιουργεί εργαλεία, σκεύη για το σπίτι, όπλα αλλά και κοσμήματα με μεγάλη ακρίβεια. Η θέρμανση του μετάλλου και η αλλαγή της κατάστασης του (από στερεό σε υγρό) μέσα σε φούρνο και έπειτα η εναπόθεση του υγρού σε καλούπια για να ψυχθεί είναι τα δύο βασικά βήματα της χύτευσης. Η χύτευση καμpanών καθώς και η μέθοδος χαμένου υλικού (π.χ. κεριού) παραμένουν ίδιες για χιλιάδες χρόνια. Στην αρχαία Ελλάδα τα μπρούτζινα αγάλματα δημιουργούνταν με τη μέθοδο του χαμένου κεριού.

Στη σύγχρονη βιομηχανία η χύτευση παίζει σπουδαίο ρόλο αφού επιτρέπει τη μεγάλη παραγωγή πανομοιότυπων, πολύπλοκων και με μεγάλες αντοχές αντικειμένων μέσα σε λίγα απλά στάδια. Χαρακτηριστικό παράδειγμα ενός αντικειμένου που προέρχεται από χύτευση είναι ο κορμός των κινητήρων αυτοκινήτων. Πρόκειται για κατασκευές που δέχονται ακραίες πιέσεις, θερμοκρασίες, κραδασμούς και τάσεις για πάρα πολλά χρόνια με μεγάλη ευκολία.

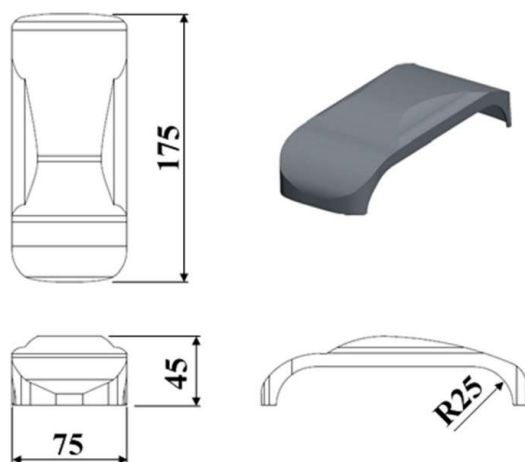
4.4.1 CONFORMAL COOLING CHANNELS (CCCS) / ΣΥΜΜΟΡΦΑ ΚΑΝΑΛΙΑ ΨΥΞΗΣ

Καθώς η διαδικασία της χύτευσης αποτελείται από λίγα στάδια τα οποία μάλιστα δεν μπορούν να γίνουν πολύ πιο φιλικά προς το περιβάλλον, οι ειδικοί ανέπτυξαν μια τεχνική η οποία αφορά τη σχεδίαση των μόνιμων καλουπιών.

Στη σύγχρονη βιομηχανία η χύτευση με έγχυση σε μόνιμο καλούπι θεωρείται ως η πιο αποδοτική και παραγωγική διαδικασία. Στόχος της βιομηχανίας είναι η αύξηση της παραγωγής, γεγονός που δεν μπορεί να επιτευχθεί εύκολα αφού σε ένα κύκλο παραγωγής το βασικό πρόβλημα είναι η αποτελεσματική ψύξη του χυτού το οποίο μάλιστα αποτελεί και νεκρό χρόνο. Στη συμβατική διαδικασία τα κανάλια ψύξης δεν δίνουν ομοιόμορφη ψύξη λόγω της εναλλαγής της απόστασης από τα εξωτερικά τοιχώματα του καλουπιού αλλά και της διαδρομής που ακολουθούν. Γι' αυτό το λόγο αναπτύχθηκε η μέθοδος Conformal Cooling όπου το καλούπι σχεδιάζεται με κανάλια ψύξης τα οποία “αγκαλιάζουν” το χυτό μειώνοντας έτσι το χρόνο ψύξης. Τα κανάλια αυτά απέχουν ελάχιστα από το χυτό και η τροχιά τους μπορεί να είναι αρκετά πολύπλοκη, εξαρτάται από την ανάγκη για ψύξη στο συγκεκριμένο σημείο. Η παραγωγή τέτοιων καλουπιών στο παρελθόν είχε υψηλό κόστος αλλά η σύγχρονες 3D τεχνολογίες σχεδιασμού και εκτύπωσης μείωσαν σημαντικά το κόστος και την πολυπλοκότητα.

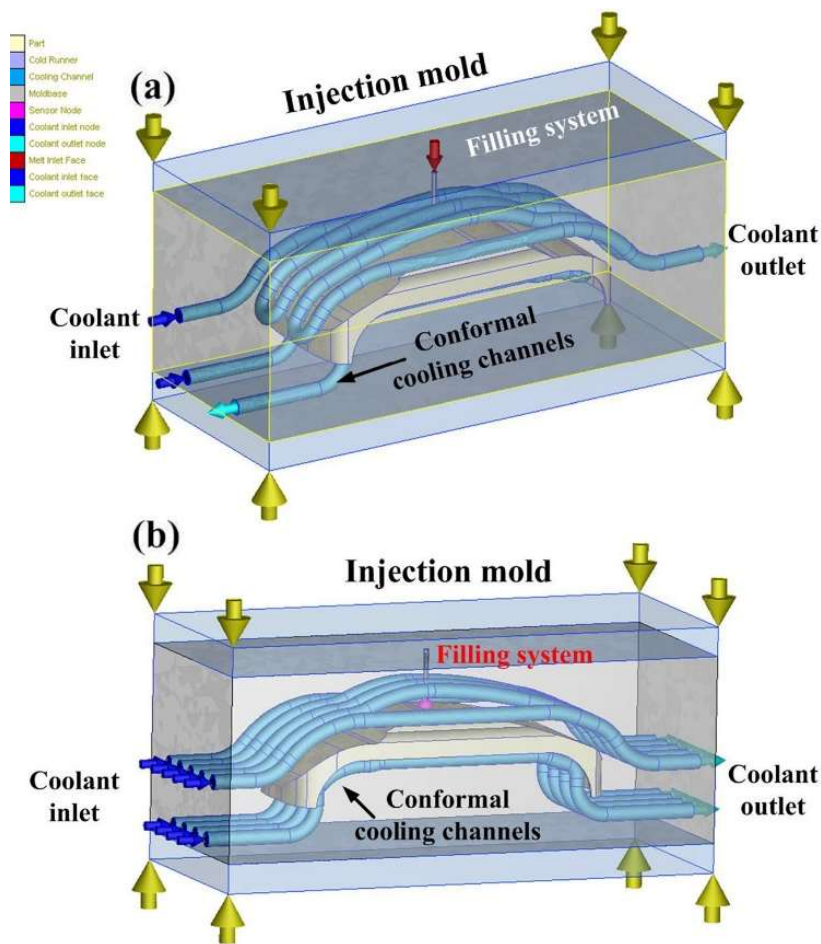
Με τη βοήθεια των CCCs ένα καλούπι θα φέρει καλύτερο τελικό προϊόν, λόγω ομοιόμορφης ψύξης, σε μικρότερο χρόνο αλλά θα αυξηθεί και η διάρκεια ζωής του καλουπιού. Γίνεται λόγος δηλαδή για μείωση των απαιτούμενων πόρων, πρώτων υλών και κατεργασιών ενώ ταυτόχρονα υπάρχει αύξηση της παραγωγής. Εργαστηριακές μελέτες έχουν δείξει πως για θερμοπλαστικά τήγματα και σιλικονούχα καλούπια ο σχεδιασμός CCCs έχει μειώσει το χρόνο ψύξης περίπου στο 75% σε σχέση με το αν δεν υπήρχε κάποιο κανάλι ψύξης.

Στο σχήμα 4.4 βλέπουμε ένα αντικείμενο το οποίο μπορεί να δημιουργηθεί με καλούπια που έχουν δύο εισόδους και δύο εξόδους (Σχήμα 4.5 (α)) ή και περισσότερες (Σχήμα 4.5 (b)).



Σχήμα 4.4

Για τη χύτευση του παραπάνω τεμαχίου θα χρησιμοποιηθεί η παρακάτω μήτρα η οποία έχει δημιουργηθεί με την εξεταζόμενη μέθοδο,



Σχήμα 4.5

Εδώ φαίνονται αναλυτικά οι είσοδοι και οι έξοδοι του ψυκτικού μέσου των καλουπιών

4.5 ΕΠΙΚΑΛΥΨΗ (COATING)

Ένα πολύ σημαντικό μειονέκτημα των μετάλλων, και ειδικότερα του χάλυβα, είναι η οξείδωση. Σε μια προσπάθεια να αποφευχθεί αυτό το φαινόμενο οι μηχανικοί ανέπτυξαν μεθόδους κατά τις οποίες επεξεργάζονται την εξωτερική επιφάνεια των μετάλλων μετά το πέρας όλων των μηχανουργικών διαδικασιών δημιουργώντας ένα νέο στρώμα υλικού. Πέρα από τη σκουριά, κάποιες από αυτές τις διαδικασίες πολλές φορές βοηθούν στην αύξηση των μηχανικών και ηλεκτρικών ιδιοτήτων του μετάλλου. Με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται η επιμήκυνση της ζωής των μετάλλων στις διάφορες εφαρμογές, πράγμα που δημιουργεί ανάγκη για μικρότερη παραγωγή σε βάθος χρόνου.

Οι πιο βασικές και ευρείς χρησιμοποιημένες διαδικασίες είναι:

- **Επιμετάλλωση με ηλεκτρόλυση** – Σε αυτή τη διαδικασία δημιουργείται ένα νέο λεπτό στρώμα μετάλλου στο εξωτερικό του αντικειμένου υπο επεξεργασία. Κατά την ηλεκτρόλυση ένα θετικό φορτίο περνάει μέσα από ένα αρνητικά φορτισμένο διάλυμα που περιέχει ιόντα μετάλλου τα οποία πάνε στην επιφάνεια του μετάλλου υπο επεξεργασία. Τα πιο συχνά μέταλλα που χρησιμοποιούνται στην επιμετάλλωση είναι το κάδμιο, το χρώμιο, ο χαλκός, ο χρυσός, το νικέλιο, το ασήμι,

ο κασσίτερος και ο ψευδάργυρος. Όλα τα μέταλλα που είναι αγωγοί του ηλεκτρικού ρεύματος μπορούν να επιμεταλλωθούν με αυτή τη διαδικασία.

- **Επιμετάλλωση χωρίς ηλεκτρόλυση** – Αυτή η διαδικασία είναι ίδια με την προηγούμενη αλλά δεν χρησιμοποιεί το ηλεκτρικό ρεύμα. Αντί αυτού χρησιμοποιείται κάποια αναγωγική ουσία η οποία μπαίνει μέσα στο διάλυμα.
- **Χημική επεξεργασία** – Αυτή η διαδικασία περιλαμβάνει διαδικασίες που δημιουργούνε μια λεπτή επικάλυψη οξειδίων και θειούχων μέσα απο χημικές αντιδράσεις. Η πιο διαδεδομένη χρήση της μεθόδου αυτής είναι για το χρωματισμό του μετάλλου, την προστασία από τη διάβρωση και την προετοιμασία των μεταλλικών επιφανειών για βάψιμο. Η πιο διαδεδομένη εφαρμογή είναι στο “μαύρισμα” του σιδήρου όπου θερμαίνεται και έπειτα μπαίνει σε λάδι. Με αυτόν το τρόπο η μαύρη επικάλυψη που δημιουργείται δεν του επιτρέπει να σκουριάσει.
- **Ανοδική Οξείδωση** – Αυτή η διαδικασία χρησιμοποιείται κυρίως για μέταλλα όπως το αλουμίνιο και το τιτάνιο για να δημιουργηθεί μια επιφάνεια οξειδίου η οποία αποτρέπει την οξείδωση και προσφέρει αυξημένες μηχανικές ιδιότητες.
- **Θερμή εμβάπτιση** – Για αυτή τη διαδικασία πρέπει ένα μέταλλο να βυθιστεί σε λιωμένο κασσίτερο, μόλυβδο, ψευδάργυρο ή αλουμίνιο για να δημιουργηθεί η εξωτερική επίστρωση. Η πιο γνωστή εφαρμογή της μεθόδου είναι ο Γαλβανισμός όπου χάλυβας βυθίζεται σε λιωμένο ψευδάργυρο, δίνοντας του τη χαρακτηριστική γκρι με νερά όψη. Με αυτό τον τρόπο ο χάλυβας προστατεύεται από τη διάβρωση σε ακραία καιρικά φαινόμενα. Η πιο ευρεία χρήση γαλβανισμένου χάλυβα είναι σε προστατευτικές μπάρες αυτοκινητόδρομων.
- **Επιμετάλλωση στο κενό** – Πρόκειται για μία μέθοδο κατά την οποία η επιμετάλλωση επιτυγχάνεται με μεγάλη ακρίβεια ψεκάζοντας το εξωτερικό στρώμα μέσα σε ελεγχόμενο περιβάλλον (θάλαμος κενού αέρος). Με αυτή τη μέθοδο δημιουργούνται ιονισμένα μέταλλα, οξείδια και νιτρίδια. Η πιο διαδεδομένη εφαρμογή είναι η επιμετάλλωση κοπτικών εργαλείων με νιτρίδια του τιτανίου.
- **Βαφή** – Η πιο γνωστή σε όλους τεχνική επικάλυψης μετάλλων η οποία χρησιμοποιείται για να προστατευτεί το μέταλλο απο την οξείδωση αλλά και για αισθητικούς λόγους. Οι πιο γνωστές τεχνικές είναι η βαφή με σπρέι, η ηλεκτροστατική βαφή, η εμβάπτιση σε μπογιά και η βαφή με πινέλο. Λόγο της ευκολίας της τεχνικής αυτής έχουν αναπτυχθεί μπογιές με πάρα πολλά χαρακτηριστικά τα οποία προστατεύουν το μέταλλο σε ακραίες καιρικές συνθήκες. Στην αυτοκινητοβιομηχανία η διαδικασία έχει αυτοματοποιηθεί σε τέτοιο βαθμό που γίνεται εξ ολοκλήρου απο ρομποτικούς βραχίονες, πετυχαίνοντας ακριβή αποτελέσματα.
- **Thermal spraying** – Με αυτή τη διαδικασία λιωμένο υλικό ψεκάζεται με μεγάλη πίεση στο μέταλλο που θα επικαλυφθεί ώστε να ενωθούν. Η πρώτη ύλη μπορεί να είναι μεταλλική ή κεραμική και η τήξη της να επιτευχθεί θερμικά, ηλεκτρικά ή με πλάσμα. Συνήθως χρησιμοποιείται σε μεγάλη αντικείμενα.

4.6 ΠΡΑΣΙΝΑ ΥΓΡΑ ΚΟΠΗΣ

Όπως έχει ήδη αναφερθεί τα υγρά κοπής είναι αναγκαία για τις διαδικασίες αφαίρεσης υλικού αλλά κρύβουν πολλούς κινδύνους τόσο για τους εργαζόμενους όσο και για το περιβάλλον. Οι νέες τεχνολογίες παραγωγής μπορούν να μην μειώνουν σε μεγάλο βαθμό τη χρήση τους ή ακόμα και να την διακόπτουν εντελώς αλλά σε μεγαλύτερη κλίμακα θεωρείται ένα απαραίτητο εργαλείο για την παραγωγή. Γι' αυτό το λόγο ειδικοί έχουν αναπτύξει πράσινα υγρά κοπής που η απόδοσή τους είναι ίδια με τα συμβατικά.

Τα υγρά κοπής χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία για να λιπανθεί η επιφάνεια κοπής, να καθαρίσει η επιφάνεια κοπής από τα απόβλητα και να διατηρηθεί σταθερή η θερμοκρασία στο σημείο κοπής. Παραδοσιακά, αυτά τα υγρά αποτελούνται από ορυκτά έλαια ως βάση στην οποία προστίθενται διάφορες άλλες ουσίες που καθορίζουν τις ιδιότητές τους. Τα ορυκτά έλαια χαρακτηρίζονται από την δύσκολη βιοδιάσπασή τους, πράγμα που τα καθιστά βλαβερά για το περιβάλλον. Βασικό πρόβλημα στη χρήση τέτοιων υγρών είναι η μετέπειτα διάθεσή τους, δηλαδή τι συμβαίνει με αυτά όταν πλέον αποτελούν απόβλητα για τη βιομηχανία. Ακόμη και εάν απομακρυνθούν σωστά, τα υγρά κοπής είναι υπεύθυνα για τη ρύπανση των επίγειων και υπόγειων υδάτων, μόλυνση του αέρα, μόλυνση των γεωργικών προϊόντων προς κατανάλωση αλλά και της θαλάσσιας ζωής. Πέρα από το περιβάλλον τα συστατικά των υγρών κοπής μπορούν να έχουν επιπτώσεις και στον άνθρωπο οδηγώντας σε ασθένειες του αναπνευστικού, δερματολογικές ασθένειες και αλλεργίες.

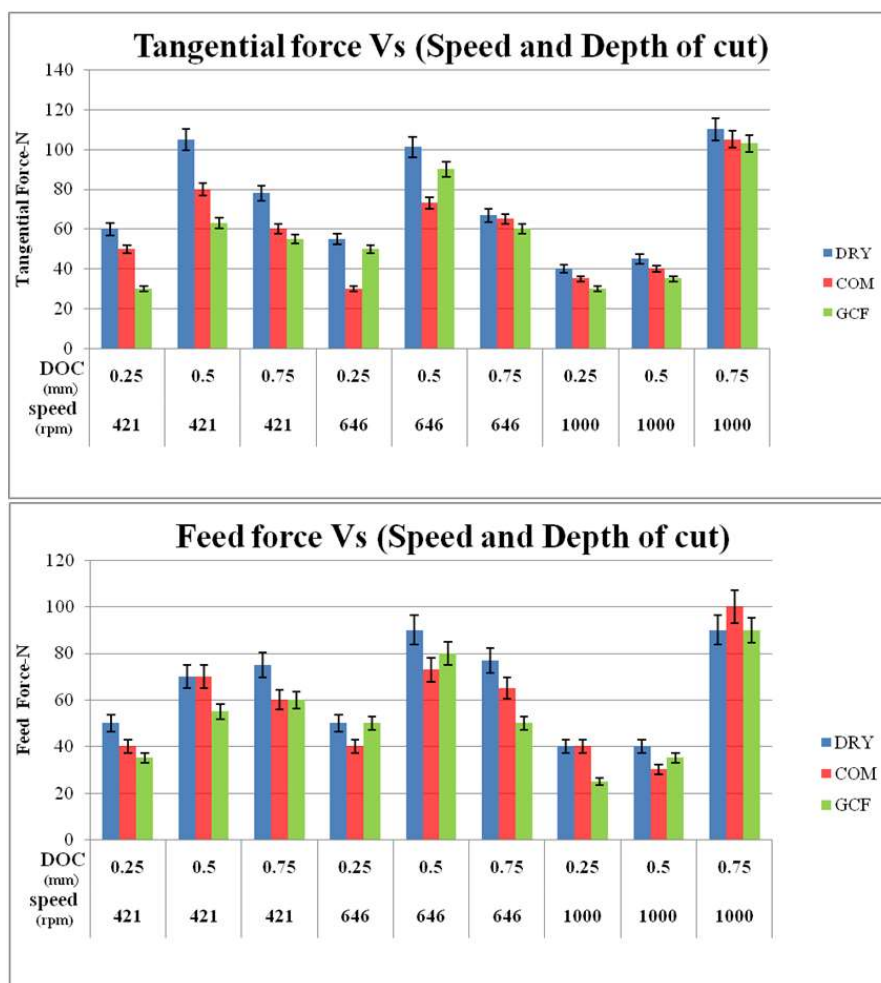
Αυτοί είναι οι λόγοι που θεωρήθηκε απαραίτητη η ανάγκη για τη δημιουργία νέων, πράσινων υγρών κοπής, τα οποία θα είναι πλήρως ανακυκλώσιμα, φιλικά προς το περιβάλλον και το χρήστη μετά το πέρας του κύκλου ζωής τους. Τέτοια υλικά κοπής μπορούν να αποτελέσουν τα συνθετικά έλαια, το ζωικό λίπος, κάποια στερεά λιπαντικά, αλλά και τα πιο διαδεδομένα όπως είναι τα φυτικά έλαια.

Τα φυτικά έλαια αποτελούν την καλύτερη εναλλακτική των συμβατικών λόγω της άμεσης διαθεσιμότητάς τους, της φιλικότητάς τους προς το περιβάλλον, των μη-τοξικών τους ιδιοτήτων και της εύκολης βιοδιάσπασής τους. Τα φυτικά έλαια αποτελούνται από εστέρες λιπαρών οξέων γλυκερόλης που προσφέρουν υψηλά επίπεδα λίπανσης, μικρή αστάθεια, καλές θερμικές ιδιότητες, μεγαλύτερη ασφάλεια στις υψηλές θερμοκρασίες (δεν φλέγονται τόσο εύκολα) και μικρότερες εκπομπές υδρογονανθράκων. Τα περισσότερα φυτικά έλαια που έχουν αναπτυχθεί γι' αυτήν τη χρήση μπορεί να αποτελούνται από λάδι σόγιας, καστορέλαιο, φοινικέλαιο και λάδι ελαιοκράμβης. Στον Πίνακα 1 φαίνονται σε σύγκριση τα χαρακτηριστικά των πράσινων και συμβατικών υγρών κοπής.

Αρ.	Ιδιότητες	Τιμές	
		Πράσινα	Συμβατικά
1	pH	7,5	8,6
2	Ιξώδες	$9,78 \cdot 10^{-4} \text{ Pa}\cdot\text{s}$	$9,30 \cdot 10^{-4} \text{ Pa}\cdot\text{s}$
3	Σταθερότητα	Σταθερό	Σταθερό
4	Χρώμα	Άσπρο	Λευκό (γαλακτερό)
5	Βαθμός οξείδωσης	3	4

Πίνακας 1 Χαρακτηριστικά υγρών κοπής (πράσινα και συμβατικά)

Στο σχήμα 4.6 φαίνονται οι δυνάμεις που δημιουργούνται στη στεγνή κοπή χρησιμοποιώντας συμβατικά και πράσινα υγρά κατά την κατεργασία της τόνρευσης.



Σχήμα 4.6 Με πράσινο τα πράσινα υγρά κοπής, με μπλε η στεγνή κοπή και με κόκκινο τα συμβατικά υγρά. Στο πάνω διάγραμμα φαίνονται οι εφαπτομενικές δυνάμεις που αναπτύσσονται σε κάθε περίπτωση ενώ κάτω οι δυνάμεις που δημιουργούνται κατά την διεύθυνση του κοπτικού.

Φαίνεται πως τα πράσινα υγρά κοπής έχουν καλύτερη απόδοση από τα συμβατικά. Πρόκειται για μια τεχνολογική εφαρμογή η οποία μπορεί κάλλιστα να αντικαταστήσει τα

υπάρχουσα υλικά και να κάνει την παραγωγή πιο πράσινη. Το χαμηλό κόστος των φυτικών ελαίων σε συνδυασμό με τη φιλικότητά τους προς το περιβάλλον και το χρήστη τα καθιστά ως μια αμιγώς βιώσιμη τεχνολογία.

4.7 ΘΕΡΜΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

Πρόκειται για μια αρχαία μέθοδο επεξεργασίας μετάλλων η οποία είναι ίσως η πιο γνωστή από όλες αφού έχει κάνει την εμφάνισή της ακόμα και σε ταινίες του Hollywood. Σε πολλές ταινίες ο πρωταγωνιστής φτιάχνει το δικό του σπαθί και αφού τελειώσει τη σφυρηλάτηση ζεσταίνει τη λεπίδα και μετά τη “σβήνει” μέσα σε ένα βαρέλι με νερό.

Πρόκειται για μια απαραίτητη μέθοδο στον κύκλο παραγωγής προϊόντων αφού με την θερμική επεξεργασία ένα μέταλλο μπορεί να αλλάξει ιδιότητες και να είναι πιο αποδοτικό. Η βασική λογική πίσω από τη συγκεκριμένη μέθοδο είναι ότι θερμαίνοντας ένα μέταλλο σε συγκεκριμένη θερμοκρασία και έπειτα ψύχοντάς το επιτυγχάνεται η αλλαγή των ιδιοτήτων του. Η θερμική επεξεργασία μπορεί να γίνει σε διάφορα στάδια της παραγωγής, γεγονός που μπορεί να καθορίσει και τις ιδιότητες που αποκτά το επεξεργασμένο κομμάτι. Για παράδειγμα ένα θερμικά επεξεργασμένο μέταλλο μπορεί να γίνει πιο σκληρό, πιο ανθεκτικό, πιο αγωγίμο ή ακόμη και πιο μαλακό.

Η θερμική επεξεργασία παίζει πολύ σημαντικό ρόλο σε κάποιους βιομηχανικούς κλάδους όπως η αυτοκινητοβιομηχανία, η αεροναυπηγική, οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές, η κατασκευή εργαλείων, η βιομηχανία όπλων και οι πετρελαιοβιομηχανίες. Κάποια αντικείμενα του εμπορίου που σχεδόν πάντα έχουν υποστεί θερμική επεξεργασία είναι τα γρανάζια, οι λεπίδες και οι άξονες.

Για να επιτευχθεί το επιθυμητό αποτέλεσμα το μέταλλο ή το κράμα προς επεξεργασία θερμαίνεται και διατηρείται σε υψηλές θερμοκρασίες (700 – 800 °C) για κάποια ώρα. Μετά από αυτό το διάστημα ψύχεται. Όσο είναι θερμό η φυσική δομή του μετάλλου αλλάζει σε μεγάλο βαθμό και γι’ αυτό αλλάζουν και οι ιδιότητές του. Ένα μέταλλο ή κράμα που έχει θερμανθεί για περισσότερη ώρα θα έχει πολύ διαφορετική μικροδομή από ένα άλλο που θερμάνθηκε για λιγότερο. Πέρα όμως από τη θερμότητα και η ψύξη του μετάλλου παίζει ρόλο. Η θερμοκρασία ψύξης και η διάρκειά της παίζουν κι αυτές σπουδαίο ρόλο στις ιδιότητες που τελικά θα έχει. Κάποια μέταλλα μπορούν να υποστούν θερμική επεξεργασία πολλές φορές ή και τοπικά. Για παράδειγμα στην αεροναυπηγική βιομηχανία κάποια κράματα μπορεί να υποστούν ακόμη και έξι διαφορετικές θερμικές επεξεργασίες ώστε να είναι έτοιμα να αντέξουν.

Ειδικό στις θερμικές επεξεργασίες είναι οι μεταλλειολόγοι - μεταλλουργοί οι οποίοι μέσα από πειράματα έχουν βρει τις κατάλληλες συνθήκες που χρειάζεται ένα μέταλλο για να αποκτήσει κάποια χαρακτηριστικά. Οι βιομηχανίες κινούνται με βάση τις οδηγίες αυτών των επιστημόνων.

Οι θερμικές μέθοδοι επεξεργασίας είναι:

- **Ανόπτηση** – Κατά την ανόπτηση ένα μέταλλο θερμαίνεται πάνω από το κρίσιμο σημείο και έπειτα ψύχεται με αργό ρυθμό. Η διαδικασία αυτή εκτελείται για να γίνει ένα μέταλλο πιο μαλακό και γίνει στη συνέχεια ευκολότερα κάμψη και αφαίρεση υλικού. Επίσης, η ανόπτηση βοηθάει το μέταλλο να ξεφορτωθεί τις τάσεις που μπορεί να έχει έπειτα από την ψυχρή επεξεργασία.
- **Σκλήρυνση** – Πρόκειται για την πιο γνωστή θερμική διαδικασία η οποία χρησιμοποιείται ώστε να αυξηθεί η σκληρότητα κάποιου μετάλλου. Σε κάποιες περιπτώσεις η σκλήρυνση γίνεται μόνο σε επιφανειακό επίπεδο. Για τη σκλήρυνση ένα μέταλλο θερμαίνεται σε μία συγκεκριμένη θερμοκρασία και ψύχεται απότομα

μέσα σε νερό, λάδι ή “άλμη”. Ως αποτέλεσμα το επεξεργασμένο κομμάτι θα έχει αυξημένη σκληρότητα και αντοχή αλλά θα είναι ταυτόχρονα πιο εύθραυστο. Στην περίπτωση των αξόνων οι μηχανικοί σκληραίνουν μόνο το περίβλημα (αντοχή στις τριβές) ενώ αφήνουν τον πυρήνα του αντικειμένου μαλακό(εσωτερικές τάσεις και κόπωση).

- **Ομαλοποίηση** – Μια διαδικασία με την οποία το μέταλλο απαλλάσσεται από τις εσωτερικές τάσεις που έχουν σχηματιστεί μετά από διαδικασίες όπως η συγκόλληση ή η χύτευση. Στην ομαλοποίηση το αντικείμενο θερμαίνεται 40° C πάνω από το κρίσιμο σημείο και ψύχεται σε θερμοκρασία περιβάλλοντος. Πρόκειται για μια διαδικασία που εκτελείται σε ψηλές θερμοκρασίες (ψηλότερες από την ανόπτηση και τη σκλήρυνση) και αφήνει τη μεταλλική επιφάνεια με ένα λεπτόκοκκη υφή. Με αυτή τη διαδικασία παράγεται η πιο σκληρή μορφή χάλυβα.
- **Παλαίωση** – Με την παλαίωση τα μέταλλα προς επεξεργασία θερμαίνονται, όχι σε πολύ μεγάλες θερμοκρασίες, και ψύχονται απότομα. Πρόκειται για μια διαδικασία που χρησιμοποιείται σε όλκιμα μέταλλα με σκοπό να αυξηθεί η παραγωγή. Η παλαίωση είναι μια διαδικασία που γίνεται και φυσικά, αφήνοντας σε χαμηλότερη θερμοκρασία ένα μέταλλο για κάποιο χρονικό διάστημα.
- **Επαναφορά** – Εάν κάποιο αντικείμενο έχει υποστεί θερμική διαδικασία και έχει σκληρύνει, με τη διαδικασία της επαναφοράς επιστρέφουν οι αρχικές του ιδιότητες. Το μέταλλο θερμαίνεται σε θερμοκρασίες μικρότερες της σκλήρυνσης και ψύχεται σε θερμοκρασία περιβάλλοντος. Με αυτόν τον τρόπο εξαφανίζονται οι εσωτερικές τάσεις που έχουν σχηματιστεί, μειώνεται η σκληρότητα και η ευθραυστότητα. Όσο περισσότερο θερμανθεί ένα μέταλλο σε αυτήν τη διαδικασία, τόσο πιο μαλακό θα είναι μετά.
- **Ενανθράκωση** – Στην ενανθράκωση ένα μέταλλο θερμαίνεται υπό την παρουσία κάποιου άλλου υλικού που απελευθερώνει άνθρακα με την καύση του. Ο άνθρακας που απελευθερώνεται απορροφάται από το μέταλλο δίνοντάς του αυξημένη επιφανειακή σκληρότητα.

Όλα τα μέταλλα μπορούν να δεχθούν κάποια θερμική επεξεργασία. Ποσοστιαία, οι χάλυβες δέχονται τη μεγαλύτερη επεξεργασία. Κάποια μέταλλα δέχονται λιγότερες μεθόδους και κάποια άλλα περισσότερες αλλά το σίγουρο είναι πως μετά από αυτή τη διαδικασία το προϊόν είναι φτιαγμένο για να ανταπεξέλθει σε μια συγκεκριμένη εργασία.

Με αυτόν τον τρόπο τα προϊόντα είναι σε θέση να αντέξουν περισσότερο και ως αποτέλεσμα μειώνεται η παραγωγή και τα απόβλητά της. Πρόκειται για μια διαδικασία που ενώ χρησιμοποιείται παραδοσιακά εδώ και χρόνια, στον πυρήνα της είναι πράσινη.

5. ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΜΙΑΣ ΠΡΑΣΙΝΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

Η σύγχρονη βιομηχανία μπορεί με ευκολία να χαρακτηριστεί ως ένας πολύπλοκος “ζωντανός” οργανισμός που δέχεται ερεθίσματα από το περιβάλλον, επεξεργάζεται και δημιουργεί με βάση αυτό. Οι εξωτερικοί και εσωτερικοί συμμετοχοί μιας εταιρίας ενδιαφέρονται για την πορεία της, ο καθένας από τη δική του σκοπιά.

Ο ρόλος του παραγωγού σε σχέση με τη βιωσιμότητα και τον πράσινο χαρακτήρα της επιχείρησης δεν είναι συγκεκριμένος ή ξεκάθαρος. Δεν υπάρχει μια συγκεκριμένη φόρμουλα που μπορεί να ακολουθήσει κάποιος και το να αποκτήσουν κοινό σκοπό και όραμα όλοι οι συμμετοχοί φαντάζει αρκετά δύσκολο.

Η στροφή σε πράσινες κατασκευαστικές τεχνολογίες είναι μια σχετικά εύκολη υπόθεση. Όπως αναλύθηκε και παραπάνω οι νέες αυτές τεχνολογίες χρησιμοποιούν λιγότερες πρώτες ύλες, ενέργεια και χρόνο με σκοπό τη μείωση του αντίκτυπου που αφήνει ο κύκλος παραγωγής στο περιβάλλον. Υπάρχει δηλαδή μια κατάσταση η οποία κρίνεται βέλτιστη και υπερτερεί σε σχέση με τη συμβατική μηχανική, πράγμα το οποίο μπορεί εύκολα να πείσει όλους τους εμπλεκόμενους πως μέσα από αυτό το σύνολο ευνοείται.

Σημαντικό ρόλο στην παραγωγή όμως παίζει και η δομή του κάθε οργανισμού. Ο εφοδιασμός, η διανομή, η ανακύκλωση μηχανημάτων και υλικών και ο προγραμματισμός των εργασιών μπορούν σαφέστατα να γίνουν σε ένα πλαίσιο πιο πράσινο και πιο φιλικό προς το περιβάλλον.

5.1 ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΕΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

5.1.1 ΟΙ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΕΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ

Ο όρος παραγωγή συχνά περιλαμβάνει δραστηριότητες όπως η διαχείριση μη βιομηχανικών δράσεων που έχουν να κάνουν με τράπεζες, τη μεταφορά, την εκπαίδευση κλπ. Γι' αυτό παραγωγή μπορεί να χαρακτηριστεί κάθε οργανωμένη δραστηριότητα που θέτει ως στόχο την αύξηση της αξίας και της χρησιμότητας των αντικειμένων ή αποσκοπεί στην παροχή υπηρεσιών μέσω της κατανάλωσης πόρων (πρώτων υλών, ενέργειας κλπ).

Οι παραγωγικές διαδικασίες μπορούν να υπάρξουν σε όλες τις οργανωμένες δραστηριότητες που έχουν να κάνουν με την παραγωγή προϊόντων ή υπηρεσιών σε εργοστάσια, γραφεία, νοσοκομεία κ.α. Για να μπορέσει να υπάρξει σωστή διαχείριση όλων των παραγωγικών διαδικασιών θα πρέπει η λήψη αποφάσεων να γίνεται με μοναδικό σκοπό την εξασφάλιση της ποιότητας και των προδιαγραφών των παραγόμενων αγαθών μέσα στα απαιτούμενα χρονικά πλαίσια, διατηρώντας πάντα το κόστος όσο το δυνατόν χαμηλότερο. Αυτός μάλιστα είναι και ο λόγος που τα παραγόμενα αγαθά αποκτούν αξία. Η προσθήκη αξίας σε ένα προϊόν έχει άμεση σχέση με τα μέσα παραγωγής, τις μεθόδους, τους χρόνους και το κόστος. Το σύνολο όλων αυτών των παραμέτρων που αναφέρθηκαν λαμβάνουν χώρα στα παραγωγικά συστήματα.

Άρα, παραγωγικό σύστημα χαρακτηρίζεται ένα οργανωμένο σύνολο στοιχείων τα οποία όλα μαζί συνεργάζονται με σκοπό την παραγωγή προϊόντων και υπηρεσιών. Σαν έννοια, το παραγωγικό σύστημα μπορεί να γενικευθεί σε τέτοιο βαθμό ώστε να περιλαμβάνει όλους τους φυσικούς και κοινωνικούς οργανισμούς. Παρόμοιος, οι ζωντανόι οργανισμοί μπορούν και αυτοί να χαρακτηριστούν ως παραγωγικά συστήματα όπως κάθε βιομηχανική, εμπορική ή άλλη επιχείρηση, κάθε οργανωμένη ανθρώπινη κοινότητα όπως μια πόλη ή ένα κράτος ή ένας δημόσιος οργανισμός. Όλα αυτά θεωρούνται συστήματα τα οποία παράγουν υλικά αγαθά ή υπηρεσίες με σκοπό την εξυπηρέτηση των αναγκών κάθε

καταναλωτή. Επειδή όμως κάθε ανάγκη δεν έχει την ίδια σημασία για τον καταναλωτή διακρίνεται ένας διαχωρισμός ο οποίος κρίνει και το είδος του συστήματος παραγωγής.

Για την κοινωνία ο βασικός λόγος της παραγωγής προϊόντων και υπηρεσιών είναι για την κάλυψη αναγκών όπως η διατροφή, η στέγαση, η ένδυση, η εκπαίδευση, η επικοινωνία, οι μεταφορές, η υγεία, η ψυχαγωγία κ.λπ. Τα παραγωγικά συστήματα χωρίζονται σε δύο μέρη / υποσυστήματα. Τα κύρια υποσυστήματα, εκεί που εκτελούνται οι κύριες παραγωγικές λειτουργίες και τα δευτερεύοντα υποσυστήματα, τα οποία υποστηρίζουν τα πρώτα. Σε μια παραγωγική μονάδα όπως, ένα εργοστάσιο, τα κύρια υποσυστήματα είναι τα παραγωγικά τμήματα που παράγουν προϊόντα ενώ τα δευτερεύοντα μπορεί να είναι τα τμήματα λογιστηρίου, προμηθειών, human resources κ.λπ.

Σύμφωνα με όσα αναφέρθηκαν είναι πολύ εύκολο κάποιος να αντιληφθεί τη μεγάλη σημασία του βέλτιστου σχεδιασμού, οργάνωσης, εκμετάλλευσης και ελέγχου των παραγωγικών συστημάτων που εξυπηρετούν τη μεγάλη ζήτηση της κοινωνίας. Τα παραγωγικά συστήματα είναι εκείνα που διοχετεύουν την κοινωνία με αγαθά και υπηρεσίες ώστε αυτή να μπορέσει να αναπτυχθεί καλύπτοντας τις ανάγκες της. Ένα παραγωγικό σύστημα όμως μπορεί να λειτουργήσει σωστά αλλά και να καταρρεύσει. Στο να αποφευχθεί η κατάρρευση ενός συστήματος παραγωγής σημαντικό ρόλο παίζει το κόστος κατασκευής του και λειτουργίας του. Ένα παραγωγικό σύστημα που είναι αποτελεσματικό, τόσο από άποψη κόστους αλλά και ποιότητας κατασκευής των αγαθών, πληροί τις προδιαγραφές ώστε να μπορέσει εύκολα να επιβιώσει αλλά και να αναπτυχθεί σε βάθος χρόνου. Ως αποτέλεσμα μπορεί να γίνει ιδιαίτερα ανταγωνιστικό έναντι άλλων συστημάτων ακόμη και σε παγκόσμιο επίπεδο σύγκρισης.

Όλα όσα αναφέρονται σε αυτό το κεφάλαιο παίζουν μεγάλο ρόλο στην παραγωγική διαδικασία και μέσω των μεταβολών που γίνονται στα συστήματα παραγωγής μπορεί να επιτευχθεί μια πιο πράσινη παραγωγή μέσω σύγχρονων μεθόδων παραγωγής και οργάνωσης.

5.1.2 ΕΙΔΗ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Η μελέτη και η διαχείριση των παραγωγικών συστημάτων τόσο σε επίπεδο επιχείρησης όσο και για την οικονομία στο σύνολό της είναι απαραίτητοι όροι για την επιβίωση, την ανάπτυξη και την πρόοδο κάθε συστήματος. Με τη σωστή οργάνωση και διοίκηση των παραγωγικών διαδικασιών μέσω του σχεδιασμού, του προγραμματισμού, τη λειτουργία και τη βελτίωση των διαδικασιών επιτυγχάνεται η μετατροπή των πόρων σε προϊόντα και υπηρεσίες.

Βασικές προϋποθέσεις για την επιβίωση των συστημάτων που δραστηριοποιούνται σε ένα περιβάλλον με μεγάλο ανταγωνισμό είναι ο σωστός σχεδιασμός, η λειτουργία και η περαιτέρω βελτίωσή τους σε συχνά διαστήματα.

Υπάρχουν πολλοί τρόποι ταξινόμησης των παραγωγικών συστημάτων. Κάποιοι τέτοιοι τρόποι μπορεί να είναι τα τελικά παραγόμενα είδη (υλικά αγαθά ή υπηρεσίες) ή ο βασικός σκοπός που καλύπτεται μέσω αυτών των προϊόντων (αύξηση των κερδών ή η κάλυψη κοινωνικών αναγκών)

Τα συστήματα παραγωγής ταξινομούνται σύμφωνα με την παραγωγική διαδικασία την οποία εξυπηρετούν και διακρίνονται σε συστήματα συνεχούς ροής, παραγωγής κατά παραγγελία και σε συστήματα κατασκευής έργων (projects).

- Συστήματα συνεχούς ροής (flow - shop): Πρόκειται για συστήματα τα οποία παράγουν μεγάλους όγκους περιορισμένης ποικιλίας, συνήθως τυποποιημένων προϊόντων, τα οποία προορίζονται για ευρεία κατανάλωση. Τέτοια είναι τα προϊόντα διατροφής, οι ηλεκτρικές συσκευές και ο ρουχισμός. Τα προϊόντα στα

συστήματα αυτά παράγονται σε γραμμές παραγωγής και όλα ακολουθούν την ίδια διαδρομή μέσα στο παραγωγικό σύστημα. Στη σύγχρονη βιομηχανία αυτό συμβαίνει με τη βοήθεια κάποιου αυτοματισμού μεταφοράς προϊόντων όπως οι ταινίες μεταφοράς. Ο εξοπλισμός που απαιτείται για την παραγωγή σε τέτοιου είδους συστήματα οργανώνεται σε γραμμική διάταξη. Ο εξοπλισμός σχεδόν πάντα είναι εξειδικευμένης χρήσης και ο βαθμός αυτοματοποίησης των διαδικασιών είναι πολύ μεγάλος με τη βοήθεια επιστημών όπως η ρομποτική. Κάθε σύστημα οργανώνεται με τέτοιο τρόπο ώστε να επιτρέπεται η συνεχής ροή τεμαχίων στην αλυσίδα παραγωγής. Στα συστήματα συνεχούς ροής είναι αδύνατη η κατασκευή προϊόντων κατά παραγγελία ώστε να καλυφθούν συγκεκριμένες ανάγκες. Ως παραγωγικά συστήματα συνεχούς ροής θεωρούνται και τα συστήματα όπου μία πρώτη ύλη μπορεί να μετασχηματιστεί σε ένα ή περισσότερα προϊόντα, όπως για παράδειγμα είναι τα διυλιστήρια όπου από το αργό παράγεται βενζίνη, πετρέλαιο, κηροζίνη και άλλα.

- Συστήματα παραγωγής κατά παραγγελία (job-shop): Τα συστήματα αυτά ειδικεύονται στην παραγωγή μεγάλων ποικιλιών προϊόντων σε σχετικά μικρούς όγκους. Ο πελάτης αναθέτει στο σύστημα την παραγωγή ενός συγκεκριμένου αριθμού προϊόντων με προδιαγραφές που έχει ορίσει ο ίδιος. Μέσα στο σύστημα η ροή των προϊόντων διαφοροποιείται ανάλογα με την παραγγελία ή την παρτίδα παραγωγής. Ο εξοπλισμός σε αυτά τα συστήματα είναι ευρείας χρήσης και με μικρό βαθμό αυτοματοποίησης, πράγμα αναμενόμενο ώστε να μπορεί να υπάρξει μεγάλη ποικιλία. Κάθε φορά ο εξοπλισμός πρέπει να προσαρμόζεται και να χρησιμοποιείται ανάλογα με τις ανάγκες και τις προδιαγραφές του προϊόντος που παράγεται. Πρέπει λοιπόν να υπάρχει λειτουργική διάταξη του παραγωγικού εξοπλισμού στο χώρο ο οποίος συνήθως στήνεται σε ομάδες παραγωγικών μονάδων που εκτελούν την ίδια λειτουργία (π.χ. χωριστά οι τόννοι, χωριστά οι πρέσες κ.λπ.).
- Συστήματα κατασκευής έργων (projects): Τα συστήματα κατασκευής έργων έχουν να κάνουν με την κατασκευή μιας μονάδας προϊόντος, συνήθως πολύ μεγάλου μεγέθους και αξίας, με κάθε έργο να προορίζεται για έναν πελάτη (π.χ. το κράτος ή η μία βιομηχανία). Τέτοια προϊόντα μπορεί να είναι πλοία, γέφυρες και άλλα έργα υποδομών. Στην περίπτωση των συστημάτων αυτών η παραγωγή μπορεί να γίνει σε διάφορα μέρη. Στο παράδειγμα του πλοίου, το προϊόν είναι εκείνο που μένει ακίνητο ενώ τα μέσα παραγωγής είναι εκείνα που κινούνται γύρω από αυτό (π.χ. γερανογέφυρες, συγκολλητές κλπ.). Ο παραγωγικός εξοπλισμός εδώ είναι πολύ γενικής χρήσης και με πολύ μικρό βαθμό αυτοματοποίησης.

Εκτός από τις τρεις παραπάνω βασικές κατηγορίες στα είδη παραγωγικών συστημάτων μπορούν να αναφερθούν και τα συστήματα με κύτταρα παραγωγής (production cells), καθώς και τα συστήματα παραγωγής σε παρτίδες (batch – shop) . Τα συστήματα αυτά συνδυάζουν πλεονεκτήματα από τις δύο πρώτες βασικές κατηγορίες που προαναφέρθηκαν αφού έχουν χαρακτηριστικά και από τις δύο (μεγάλη ευελιξία με δυνατότητα μεγάλου αριθμού παραγωγής).

5.1.3 ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ

Ένα παραγωγικό σύστημα χρησιμοποιεί πόρους ώστε να μετατρέψει την είσοδο (input) του συστήματος σε έξοδο (output). Εντός του συστήματος λαμβάνει χώρα η μεταποιητική διαδικασία μέσω της οποίας προστίθεται αξία σε ότι προήλθε από την είσοδο ώστε να καταλήξει στο επιθυμητό αποτέλεσμα στην έξοδο. Συχνά ο όρος είσοδος αποκαλείται εισροή ενώ η έξοδος εκροή. Είσοδο σε ένα σύστημα θεωρούμε τα υλικά, τις απαιτήσεις των πελατών, ακόμα και ένα έτοιμο προϊόν άλλου συστήματος ενώ ως έξοδο θεωρούνται πάντα προϊόντα ή υπηρεσίες.

Οι πόροι του συστήματος ουσιαστικά είναι τα απαραίτητα στοιχεία μέσω των οποίων γίνονται οι μεταβολές. Για παράδειγμα, σε μία επιχείρηση οι πόροι είναι οι άνθρωποι, οι εγκαταστάσεις, τα υλικά, τα μηχανήματα, οι διαδικασίες και τέλος η σχεδίαση και ο έλεγχος. Στην διεθνή βιβλιογραφία τα παραπάνω αναφέρονται και σαν “five P’s of operations management. (People, Plants, Parts, Processes, Planning & Control)”.

Αναλυτικότερα, το ανθρώπινο δυναμικό της επιχείρησης είναι οι εργαζόμενοι σε διάφορα πόστα (το εργατικό δυναμικό, τα στελέχη και η διοίκηση), οι εγκαταστάσεις περιλαμβάνουν εργοστάσια, χώρους αποθήκευσης και γραφεία ενώ ως υλικά θεωρούνται οι πρώτες ύλες που προορίζονται για την είσοδο, τα καύσιμα ή ακόμα και άλλα ολοκληρωμένα προϊόντα (έξοδοι από άλλο σύστημα). Οι διαδικασίες περιλαμβάνουν τον εφοδιασμό της εισόδου του συστήματος και τα διάφορα βήματα που γίνονται μέχρι την παραγωγή του προϊόντος (ή της υπηρεσίας) στην έξοδο. Τέλος, η σχεδίαση και ο έλεγχος περιλαμβάνουν την διαχείριση όλων των πληροφοριών που είναι απαραίτητες ώστε να λειτουργήσει σωστά το σύστημα.

Εντός των παραγωγικών συστημάτων, μέσω της χρήσης πόρων, λαμβάνουν χώρα μεταβολές οι οποίες μπορεί να είναι:

- Φυσικές (Physical) π.χ. κατασκευή κάποιου προϊόντος
- Τοπικές (Location) π.χ. μεταφορά των αγαθών
- Μεταβολές στην αποθήκη (Storage) π.χ. στην αποθήκευση προϊόντων
- Μεταβολές φυσιολογίας (Physiological) π.χ. στον τομέα της υγείας – περίθαλψης
- Μεταβολές στις χρηματικές συναλλαγές (Exchange) π.χ. στη λιανική πώληση
- Μεταβολές στον τομέα της πληροφορίας (Informational) π.χ. στις τηλεπικοινωνίες ή στην εκπαίδευση

Οι παραπάνω μεταβολές δεν είναι σε θέση να αποκλείσουν η μία την άλλη. Στο εσωτερικό ενός συστήματος μπορεί να υπάρξει παραπάνω από μία μεταβολή. Για παράδειγμα ένα πολυκατάστημα ως παραγωγικό σύστημα επιτρέπει στους πελάτες να συγκρίνουν τόσο την τιμή όσο και την ποιότητα (πληροφοριακή μεταβολή), μπορεί να δημιουργεί μεγάλο απόθεμα προϊόντων μέχρι να τα χρειαστεί (αποθήκευση) και βέβαια πουλάει προϊόντα (συναλλαγή). Ένα άλλο παράδειγμα είναι μια αυτοκινητοβιομηχανία. Στην είσοδο κύρια προϊόντα (που προέρχονται από άλλη έξοδο παραγωγικού συστήματος) είναι μεταλλικά αντικείμενα (φύλλα ατσαλιού, κομμάτια μηχανών) και οι πόροι που έχει στη διάθεση της είναι τα εργαλεία, ο μηχανολογικός εξοπλισμός και οι εργαζόμενοι. Κύριες μεταβολές του

συστήματος αυτού αποτελούν η κατασκευή και η συναρμολόγηση των προϊόντων της εισόδου με έξοδο το ολοκληρωμένο προϊόν - αυτοκίνητο.

Η θέσπιση προτεραιοτήτων αποτελεί για την παραγωγή σημαντικό βήμα προς την ολοκλήρωση των παραγωγικών διαδικασιών της επιχείρησης. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω της δημιουργίας προτύπων απόδοσης των λειτουργιών της επιχείρησης. Τα πρότυπα αυτά δημιουργούνται και επιβάλλονται συνήθως από την αγορά. Έχουν να κάνουν με τις ιδιότητες των προϊόντων και τον κατάλληλο σχεδιασμό ο οποίος θα διασφαλίζει πως οι λειτουργίες και γενικότερα οι ικανότητες της κάθε επιχείρησης μπορούν να ανταποκριθούν στις προδιαγραφές που απαιτούνται.

Τα διαδοχικά στάδια για την ανάπτυξη αυτών των προτεραιοτήτων είναι:

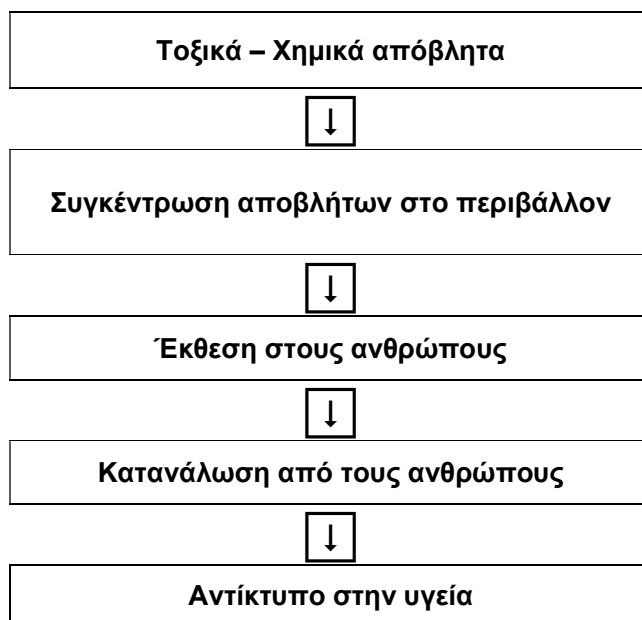
- Η ομαδοποίηση της αγοράς με βάση τα όμοια προϊόντα. Αυτό προϋποθέτει αποφάσεις σχετικά με το ποια προϊόντα ή ομάδες προϊόντων παρουσιάζουν παρόμοια χαρακτηριστικά τόσο σε επίπεδο εμπορίου (αγορά από καταναλωτές) όσο και από μεριάς παραγωγικών διαδικασιών.
- Ανάλυση των προδιαγραφών, της ζήτησης αλλά και του περιθωρίου κέρδους που αφήνει κάθε ομάδα προϊόντων. Αυτό το στάδιο βοηθάει σε μεγάλο βαθμό στον εντοπισμό των παραγόντων που μπορούν να καθορίσουν την επιτυχία των προϊόντων στην αγορά.
- Προσδιορισμός και ανάλυση των παραγόντων που έπαιξαν ρόλο στην επιτυχία του προϊόντος. Μέσω αυτής της ανάλυσης η επιχείρηση έχει στη διάθεση της στοιχεία τα οποία τη βοηθούν να εστιάσει στη διαμόρφωση στρατηγικής της.
- Μετατροπή όλων των παραγόντων σε πρότυπα απόδοσης. Αυτά πλέον είναι τα πρότυπα στα οποία η επιχείρηση καλείται να ανταποκριθεί μέσω των λειτουργιών της και των ικανοτήτων της.

5.2 ΔΕΙΚΤΕΣ ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑΣ

Όπως έχει αναφερθεί σε προηγούμενα κεφάλαια, ο όρος “βιωσιμότητα” έχει να κάνει με το πόσο μια επιχείρηση μπορεί να “διατηρηθεί” στο μέλλον χωρίς να επηρεάζει και να εμποδίζει άλλες επιχειρήσεις να κάνουν το ίδιο. Ο ορισμός αυτός θέτει ως βάση τρεις συνιστώσες: την οικονομία, την κοινωνία και το περιβάλλον. Οι δείκτες που αφορούν την οικονομία αποτελούν αντικείμενο μελέτης εδώ και δεκάδες χρόνια αφού ο βασικός σκοπός της κάθε επιχείρησης είναι το κέρδος. Στη σύγχρονη κοινωνία όμως υπάρχει η ανάγκη ποσοτικοποίησης και των κοινωνικοπεριβαλλοντικών εννοιών όπως η φτώχεια, η πείνα, η θνησιμότητα, η ισότητα κ.α. οι οποίες μπορούν να φέρουν μια βιομηχανία πιο κοντά στη βιωσιμότητα.

Στον Πίνακα 2 φαίνεται μια αλυσίδα γεγονότων τα οποία μπορούν να είναι εξαιρετικά επιβλαβή για την υγεία του ανθρώπου. Είναι ανάγκη από τον υπαίτιο για κάθε ρύπο να γνωρίζει με ποσοστά τις ουσίες που αφήνει στο περιβάλλον ώστε να μπορούν να ληφθούν τα πλέον κατάλληλα μέτρα.

Προκύπτουν δηλαδή συνδυασμοί ποσοτήτων που πρέπει να ληφθούν υπόψη σε μία έρευνα ή κάποια ανάλυση όπου η διαδικασία μπορεί να γίνει αρκετά πολύπλοκη. Η συγκεκριμένη εργασία δεν ασχολείται σε μεγάλη έκταση με την περιγραφή οικονομικών δεικτών και άλλων όρων.



Πίνακας 2

Η πορεία των αποβλήτων της βιομηχανίας

Η πρώτη φορά που χρησιμοποιήθηκαν δείκτες που αφορούν την οικολογία και το περιβάλλον ήταν στη δεκαετία του 1960 για τη λήψη αποφάσεων μέσα από ανάλυση συστημάτων, μοντέλων, προβλέψεων και προσομοιώσεων όπου γίνεται η αξιολόγηση νέων τεχνολογιών. Οι δείκτες αυτοί χωρίζονται με βάση τις προσεγγίσεις εκτίμησης (Evaluation approaches) και των σωρευτικών μεθόδων ανάλυσης δεδομένων (Aggregation methods).

Όσον αφορά τα παραπάνω στην κάθε κατηγορία έχουμε:

Evaluation approaches:

- Ανάλυση χρησιμότητας: Ο συνδυασμός ποσοτικών και ποιοτικών κριτηρίων για τη λήψη ενός ποσοτικού αποτελέσματος. Τα βάρη των κριτηρίων είναι υποκειμενικά για το χρήστη.
- Ανάλυση κινδύνου και χρησιμότητας: Μοιάζει με την προηγούμενη κατηγορία. Κάθε κριτήριο αξιολογείται σε κλίμακα, το άθροισμα των οποίων είναι το τελικό αποτέλεσμα.
- Προσέγγιση με ποσοτικά κριτήρια: Για κάθε κριτήριο τίθεται ένα κατώφλι το οποίο λειτουργεί ως μέσο σύγκρισης για την κάθε τιμή του κριτηρίου.
- Ιεραρχικά κριτήρια: Τα κριτήρια δομούνται με βάση την ιεραρχία.
- Λεκτικά κριτήρια: Οι στόχοι και σκοποί θεσπίζονται ποιοτικά, εάν δεν είναι εύκολη η ποσοτικοποίησή τους.

Aggregation methods:

- Χαμηλού επιπέδου

Κατακόρυφη συγκέντρωση: Ένα στοιχείο έναντι των υπολοίπων (π.χ. εκπομπές CO₂)

Συγκέντρωση με βάση ένα κριτήριο: Πολλά κριτήρια ομαδοποιούνται σε ένα (π.χ. βλαβερά αέρια και αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη).

- Υψηλού επιπέδου

Συγκέντρωση σε μια τιμή: Η πληροφορία μεταφράζεται σε κάτι ήδη γνωστό (π.χ. ποσότητα νερού, αέρα)

Συγκέντρωση πολλών τιμών: Συγκέντρωση όλων των τιμών σε ένα κριτήριο.

Όσον αφορά τους κοινωνικούς δείκτες, παρά τη δυσκολία που αφορά την ποσοτικοποίησή τους βλέπουμε ότι είναι αυτοί που μπορούν να παίξουν σημαντικό ρόλο στη βιωσιμότητα μιας επιχείρησης. Παρά τη γενική φύση αυτής της κατηγορίας μπορούν εύκολα να κατηγοριοποιηθούν με βάση τις ευθύνες που έχει μια επιχείρηση απέναντι στην κοινωνία. Καταλήγουμε δηλαδή σε τρεις (3) ομάδες:

- Ανθρώπινη ανάπτυξη και ευημερία
- Δικαιοσύνη
- Ηθική

Για παράδειγμα, τα τοξικά απόβλητα που μπορεί να αφήσει στο περιβάλλον μια βιομηχανία μπορούν να έχουν πολύ βλαβερά αποτελέσματα για την υγεία των ανθρώπων. Ποσοτικοποιώντας όλες τις παραμέτρους που μπορούν να προκύψουν μπορεί να ληφθεί η καλύτερη απόφαση με γνώμονα τόσο τον άνθρωπο όσο και το περιβάλλον.

Στον Πίνακα 3 φαίνεται η μέση μόλυνση του αέρα από ηλεκτρικά εργοστάσια στις ΗΠΑ.

Ρύποι	Ποσότητα (g/kwh)
CO ₂	642
CH ₄	2,42
NO _x	1,56
N ₂ O	0,0048
Pb	0,000115
PM	879
Sox	2,46
CO	115
HCl	148
HF	0,0157
Hg	0,0000213

Πίνακας 3

Τα δεδομένα από τα οποία προέκυψαν οι τιμές αυτές έχουν να κάνουν με την δομή της αμερικανικής κοινωνίας αλλά και με το φυσικό περιβάλλον. Για παράδειγμα οι τιμές αυτές προήλθαν από μέρη με διαφορετικό κλίμα, ποιότητα ζωής των ανθρώπων, πληθυσμό και άλλες παραμέτρους. Αν κάτι από όλα αυτά αλλάξει τότε αλλάζει όλη η προσέγγιση ανάλυσης.

Πέρα από τη βοήθεια στην ανάλυση δεδομένων ώστε η παραγωγή να γίνει πιο στοχευμένη, η χρήση των βασικών δεικτών απόδοσης είναι πολύ σημαντική για τη διοίκηση αφού ποσοτικοποιεί και μπορεί να συγκρίνει έννοιες όπως η επιτυχία ή η αποτυχία των ενεργειών που κάνει η επιχείρηση. Οι δείκτες μπορούν να προσφέρουν την «ευθυγράμμιση» της επιχείρησης σε όλα τα επίπεδα, να τη βοηθήσει να θεσπίσει τους στρατηγικούς της στόχους αλλά και να αξιολογήσει την απόδοσή της βάσει των υπολοίπων επιχειρήσεων στον κλάδο. Με τον τρόπο αυτό οι στόχοι γίνονται πιο σαφείς και επιτυγχάνεται πιο ουσιαστική παρακολούθηση της προόδου. Αυτό άλλωστε αποτελεί το μέσο με το οποίο εν τέλη κρίνεται μια στρατηγική για την αποτελεσματικότητά της.

Ως βασικοί δείκτες απόδοσης καλούνται τα αποτελέσματα των τυποποιημένων μετρήσεων απόδοσης μιας διαδικασίας ή μιας υπηρεσίας. Στη βιομηχανία, μια επιχείρηση μπορεί να κάνει χρήση των δεικτών αυτών ώστε να ποσοτικοποιήσει μια επιτυχημένη κίνηση που έκανε ή να δημιουργήσει μια συνολική, αναλυτική εικόνα για τη συνολική της δραστηριότητα.

Με τη βοήθεια εργαλείων όπως οι δείκτες μπορεί να γίνει κατανοητή η ουσία και η σημαντικότητα απλών επιχειρησιακών στόχων οι οποίοι συνήθως επισκιάζονται από τους στρατηγικούς στόχους της επιχείρησης. Για παράδειγμα, ο κόσμος μπορεί να εστιάζει στην αύξηση του κέρδους ενώ στην πραγματικότητα το κλειδί για την επιτυχία κρύβεται σε στόχους όπως “μηδέν ελαττώματα” ή “ικανοποίηση των πελατών”.

Η κατάλληλη επιλογή δείκτη προκύπτει ως αποτέλεσμα της ορθής κατανόησης σχετικά με το τί είναι σημαντικό για την επιχείρηση. Γι’ αυτό, κατά την επιλογή των κατάλληλων δεικτών εφαρμόζονται τεχνικές αξιολόγησης της κατάστασης στην οποία βρίσκεται αρχικά ο οργανισμός, όπως και η βασική δραστηριότητα του.

Ένας αρκετά καλός τρόπος επιλογής δεικτών απόδοσης είναι η εφαρμογή πλαισίων διαχείρισης όπως οι “Καρτέλες Επιδόσεων” που ουσιαστικά απεικονίζουν τις αποδόσεις των δραστηριοτήτων. Η εφαρμογή της Καρτέλας Επιδόσεων οδηγεί στον εντοπισμό σημείων, διαδικασιών ή ενεργειών που έχουν ανάγκη από βελτίωση.

Μέθοδοι όπως το Kaizen ή η 6Sigma (6σ), οι οποίες αναλύονται παρακάτω, χρησιμοποιούνται από πληθώρα επιχειρήσεων και οργανισμών με στόχο τη βελτίωση όλων των διαδικασιών, άρα και της παραγωγικότητας. Η χρήση των μεθόδων αυτών έχει ως στόχο την ανάπτυξη ή συντήρηση ενός πλεονεκτήματος έναντι του ανταγωνισμού. Παρά τις διαφορετικές προσεγγίσεις που μπορεί να έχουν οι μέθοδοι, κάθε πρακτική χρησιμοποιεί δείκτες απόδοσης για την αξιολόγηση, την ανάλυση και την παρακολούθηση όλων των διαδικασιών παραγωγής. Οι μετρήσεις που γίνονται εστιάζουν στο πως αποδίδει οργανωτικά μια επιχείρηση, γεγονόςς υψίστης σημασίας για την τρέχουσα αλλά και μελλοντική της επιτυχία, είναι υπεύθυνες για την εξαγωγή των δεικτών απόδοσης.

Κύρια χαρακτηριστικά των δεικτών αυτών είναι:

- Οι δείκτες απόδοσης είναι μη οικονομικά μεγέθη, δηλαδή για τη μέτρησή τους δεν χρησιμοποιούνται μονάδες χρήματος, και εκφράζουν πιο “οργανικές” πληροφορίες για μια εταιρεία.
- Μετριοούνται συχνά και περιοδικά, σε πολύ μικρά διαστήματα. Οι μετρήσεις που γίνονται για παράδειγμα μία φορά το τετράμηνο υποδηλώνουν πως το αντικείμενο μέτρηση δεν είναι κρίσιμο για την εταιρεία. Οι μετρήσεις πρέπει να είναι συχνές για

να εντοπίζονται άμεσα τα αποτελέσματα των αλλαγών που συμβαίνουν και να μπορούν να γίνονται συγκρίσεις με παρελθοντικές μετρήσεις.

- Οι δείκτες αυτοί να χρησιμοποιούνται από τα διοικητικά στελέχη της εταιρείας ώστε να υποδεικνύουν στρατηγικές αλλαγές και τη μέχρι τώρα αποτελεσματικότητα.
- Η ερμηνεία των δεικτών είναι κατανοητή σε όλους τους εργαζόμενους της εταιρείας.
- Επιφέρουν σημαντικές επιπτώσεις, δηλαδή επηρεάζουν πολύ σημαντικούς παράγοντες στην επιτυχία του οργανισμού.
- Έχουν θετικές επιπτώσεις γιατί όταν γίνεται στενή παρακολούθηση ενός αντικειμένου τότε υπάρχει μεγαλύτερη προσοχή προς αυτό, άρα αυξάνεται η αποδοτικότητα.

Όπως προαναφέρθηκε οι δείκτες αποτελούν ένα εργαλείο για τη βέλτιστη διοίκηση. Οι δείκτες είναι σε θέση να αποτυπώσουν όλα τα απαιτούμενα για τη σωστή μέτρηση της απόδοσης και τη συνεχή παρακολούθηση της προόδου όλων των διαδικασιών, τόσο σε οργανωτικό όσο και σε παραγωγικό επίπεδο. Οι δείκτες απόδοσης μπορούν να έχουν σημαντική επίδραση σε όλους τους κλάδους μίας επιχείρησης, από τη στρατηγική που θα ακολουθήσει, τους ανθρώπους αλλά και τις διαδικασίες. Ουσιαστικά, επιτρέπουν σε όλους να αντιληφθούν τη θετική επιρροή τους στην επιχείρηση.

Επιγραμματικά, τα οφέλη των δεικτών απόδοσης τόσο για τους ανθρώπους αλλά και τις διαδικασίες είναι τα εξής:

- Υποστηρίζουν τη διαδικασία επίτευξης στόχων
- Δίνουν τη δυνατότητα αναζήτησης βαθύτερων λεπτομερειών για κάθε πρόβλημα που προκύπτει
- Παρέχουν αμερόληπτες μετρήσεις
- Δημιουργούν ένα επιχειρησιακό πλαίσιο στο οποίο στήνονται στρατηγικές
- Παρέχουν εξατομικευμένες πληροφορίες
- Επαληθεύουν γεγονότα μετά το πέρας των ενεργειών

Ωστόσο, για την επίτευξη κάποιου θετικού αποτελέσματος θα πρέπει η επιχείρηση/οργανισμός να αφιερώσει σημαντικό χρόνο ώστε να εντοπισθούν οι κατάλληλοι δείκτες και να καθοριστεί το επιθυμητό επίπεδο απόδοσης που επιθυμεί να φτάσει. Ταυτόχρονα θα πρέπει να παρέχει σε όλο το ανθρώπινο δυναμικό της όλα τα απαραίτητα μέσα για τη βελτίωση της απόδοσης αλλά και να εκπαιδεύει τους εργαζόμενους σε θέματα απόδοσης παραγωγής και επιχειρησιακής ανάπτυξης.

Ο βασικός λόγος για τον οποίο μία επιχείρηση χρησιμοποιεί δείκτες απόδοσης πρέπει να είναι η βελτίωση της απόδοσης και όχι η απλή αναφορά, δημοσίευση των αποτελεσμάτων ή ο καταλογισμός ευθυνών έπειτα από μια κακή επίδοση. Το όφελος που αποφέρει η εφαρμογή των δεικτών αυτών στη βιομηχανία είναι μεγάλο αφού μέσα από όλη αυτή τη διαδικασία ο οργανισμός μπορεί να αυξήσει σε μεγάλο βαθμό την παραγωγικότητα του και ταυτόχρονα να μειώσει το περιβαλλοντικό του αντίκτυπο. Κάποια από τα οφέλη που έχει να κερδίσει μια επιχείρηση μέσα από αυτή τη διαδικασία είναι η μείωση του κόστους παραγωγής και του χρόνου ολοκλήρωσης των εργασιών, η αύξηση της απόδοσης των εργαζομένων, οι στρατηγικές που ακολουθούνται είναι αποτελεσματικότερες και, τέλος, βελτιώνουν την επικοινωνία μεταξύ όλων των εμπλεκόμενων προσώπων.

Για να επιτευχθεί αυτό θα πρέπει οι δείκτες να παρέχουν τις κατάλληλες πληροφορίες, στους κατάλληλους ανθρώπους, την κατάλληλη στιγμή. Προκειμένου μια επιχείρηση να μπορέσει να κάνει χρήση των δεικτών απόδοσης θα πρέπει να πληροί τέσσερα κριτήρια τα οποία είναι:

1. Η σωστή συνεργασία μεταξύ ανθρωπίνου δυναμικού, προμηθευτών αλλά και καταναλωτών.

2. Η απεμπλοκή της διοίκησης από το λειτουργικό επίπεδο.
3. Η συσχέτιση μεταξύ μετρήσεων, αναφορών και παρακολούθησης των διαδικασιών,
4. Η σύνδεση των δεικτών με τη στρατηγική ανάπτυξης της επιχείρησης.

Για την εφαρμογή ενός τέτοιου εγχειρήματος απαιτείται συνολική αφοσίωση όλων των συμμετοχών μέσα από ενημερώσεις και εκπαιδεύσεις.

5.3 ΕΦΟΔΙΑΣΤΙΚΗ ΑΛΥΣΙΔΑ

Όλα αυτά τα χρόνια οι επιχειρήσεις επικεντρώνονταν στη μείωση και τη διαχείριση ρύπων και τοξικών ουσιών στο εσωτερικό τους περιβάλλον. Η σύγχρονη πολυδιάστατη αγορά έχει αλλάξει τα δεδομένα αφού είναι πλέον εμφανές πως καταναλωτές και άλλοι συμμετοχοί δίνουν εύσημα ή κατηγορούν την επιχείρηση για ενέργειες που μπορεί να μην έχει κάνει καν η ίδια. Για παράδειγμα, ένα προϊόν το οποίο μπορεί να μην αποθηκεύτηκε σωστά από τον πωλητή-συνεργάτη μπορεί να έχει καταστροφικές επιπτώσεις για τη φήμη του κατασκευαστή. Το ίδιο ισχύει και για περιπτώσεις μεταφοράς/διανομής όπου κάποιο ατύχημα είχε σοβαρό περιβαλλοντικό αντίκτυπο και αντί να βαρύνει τον υπαίτιο στιγματίζει το προϊόν.

Με άλλα λόγια η εφοδιαστική αλυσίδα, λειτουργεί ως ένα μέσο μάρκετινγκ για τη σημερινή επιχείρηση και αφού το περιβάλλον είναι ένα μείζον θέμα για τη σύγχρονη κοινωνία, όσο πιο φιλική είναι μια εφοδιαστική αλυσίδα προς το περιβάλλον τόσο το καλύτερο. Όσο πιο πράσινη είναι η διανομή και αποθήκευση πρώτων υλών αλλά και τελικών προϊόντων τόσο πιο θετικά λειτουργεί αυτό για την εικόνα της επιχείρησης, φέρνοντας φήμη και αυξημένο κέρδος.

Μια πράσινη εφοδιαστική αλυσίδα πρέπει να ικανοποιεί, από την αρχή μέχρι και το τέλος της ζωής του κάθε προϊόντος μια βιώσιμη στρατηγική. Να θέτει δηλαδή στόχους, να κυνηγάει συνεχώς νούμερα και ποσοστά και να παίρνει τις απαραίτητες αποφάσεις έγκαιρα. Με έναν ορισμό η πράσινη εφοδιαστική αλυσίδα μπορεί να χαρακτηριστεί ως ένα παγκόσμιο δίκτυο που εκτελεί την παραγωγή και διανομή από το στάδιο της πρώτης ύλης μέχρι αυτή να γίνει προϊόν, ενώ ταυτόχρονα λαμβάνει υπόψη το περιβαλλοντικό αντίκτυπο και προσπαθεί να το μειώσει σε βάθος χρόνου.

Είναι δηλαδή μια πολυδιάστατη μελέτη για να βρεθεί η βέλτιστη επιλογή τόσο για την ποιότητα του προϊόντος όσο και για το περιβαλλοντικό αποτύπωμα.

Μια πράσινη αλυσίδα αποτελείται από τα εξής στάδια:

“Σχεδιασμός προϊόντος → Χαρακτηριστικά κομματιών → Χαρακτηριστικά πρώτων υλών → Τοποθεσία προμηθευτή → Σχεδιασμός εφοδιαστικής αλυσίδας → Τρόποι μεταφοράς → Συσκευασία”.

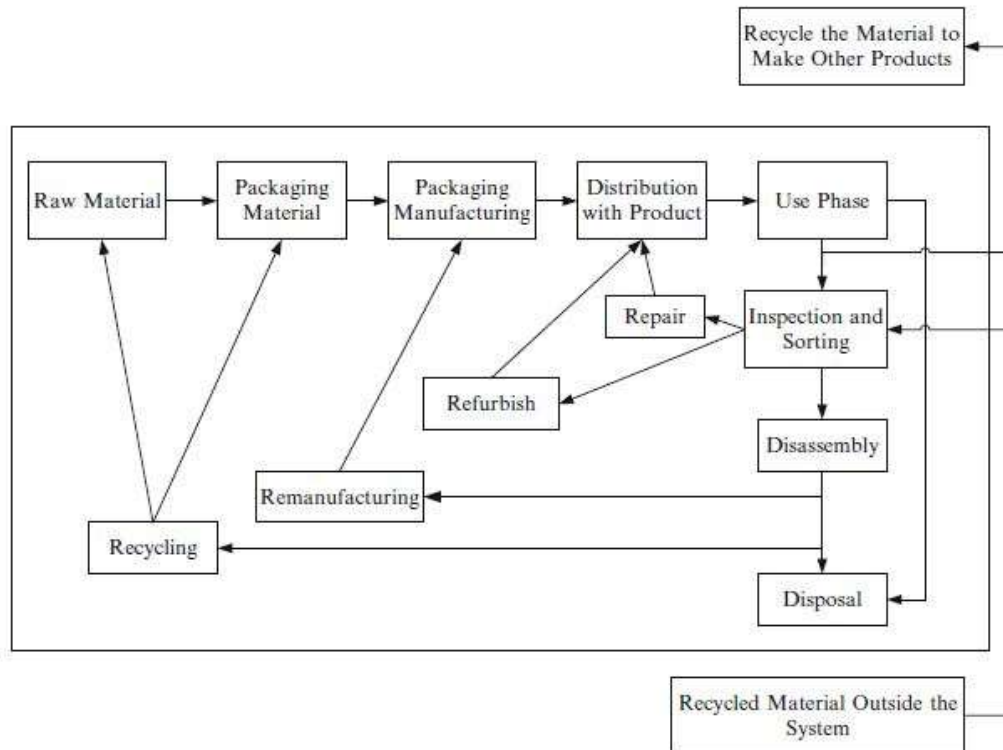
Όσες εταιρίες ακολουθούν ένα τέτοιο μοτίβο έχουν κερδίσει σε παγκόσμιο επίπεδο. Παράδειγμα αποτελεί η Σουηδική εταιρεία επίπλων IKEA. Η IKEA ακολουθεί ένα μοτίβο φιλικό τόσο ως προς το χρήστη όσο και ως προς το περιβάλλον, γεγονός που έπαιξε σημαντικό ρόλο στο να γίνει μια τεράστια πολυεθνική με πωλήσεις και διανομή προϊόντων σε ολόκληρο τον κόσμο. Χαρακτηριστικά της εταιρίας είναι ο απλός σχεδιασμός, η συναρμολόγηση από τον ίδιο τον καταναλωτή και η βέλτιστη συσκευασία (από το εργοστάσιο) με σκοπό την εξοικονόμηση χώρου κατά τη μεταφορά. Με αυτό τον τρόπο κατάφερε να μειώσει τις πρώτες ύλες, τις εργατοώρες καθώς και τα έξοδα αποθήκευσης και μεταφοράς, καθιστώντας την ως μια πράσινη κατεξοχήν εταιρία όσον αφορά την εφοδιαστική της αλυσίδα.

Ένα άλλο παράδειγμα είναι η εταιρία ρουχισμού Patagonia η οποία τα τελευταία χρόνια προωθεί την επισκευή ρούχων και όχι την αντικατάστασή τους. Πρόκειται για μια εταιρεία κολοσσό στο ρουχισμό βουνού η οποία δημιούργησε ένα ολόκληρο δίκτυο επιδιόρθωσης ρούχων με σκοπό να μειώσει το περιβαλλοντικό αντίκτυπο, τους ρύπους και τις πρώτες ύλες. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα το πρόσωπο της εταιρίας να γίνει πιο πράσινο και να κερδίσει φανατικούς υποστηρικτές.

5.4 ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΒΡΟΧΟΥ

Πρόκειται για ένα πράσινο “ρεύμα” στον παραγωγικό τομέα το οποίο δίνει έμφαση στον σχεδιασμό, την παραγωγή, την ανακύκλωση και τον επαναπροσδιορισμό των προϊόντων και των διαδικασιών παραγωγής. Λόγω της κλιματικής αλλαγής και της πληθυσμιακής αύξησης τα μοντέλα παραγωγής πρέπει να “κλείσουν” ώστε να επιτευχθεί η αποδοτικότητα μέσα από τον επαναπροσδιορισμό των διαδικασιών και των πρώτων υλών.

Η τεχνική θεωρείται αρκετά πράσινη αφού έχει ως στόχο την εξάντληση των πρώτων υλών και την εκμετάλλευση των παραγωγικών μέσων στο έπακρο. Από το scrap (απόβλητα) δηλαδή ενός κύκλου παραγωγής, μέσα από κατάλληλο σχεδιασμό και διαδικασίες, προκύπτει κάποιο νέο προϊόν ελαχιστοποιώντας έτσι κατά πολύ τις χαμένες πρώτες ύλες. Ακόμη και το στάδιο της συσκευασίας παίζει σημαντικό ρόλο αφού, σε βιομηχανικό επίπεδο κυρίως, επαναχρησιμοποιείται (παλέτες, ξύλινα κιβώτια κ.α.). Στον πίνακα 5.1 φαίνεται ο κύκλος ζωής της συσκευασίας και όλα τα μονοπάτια που μπορεί να πάρει.

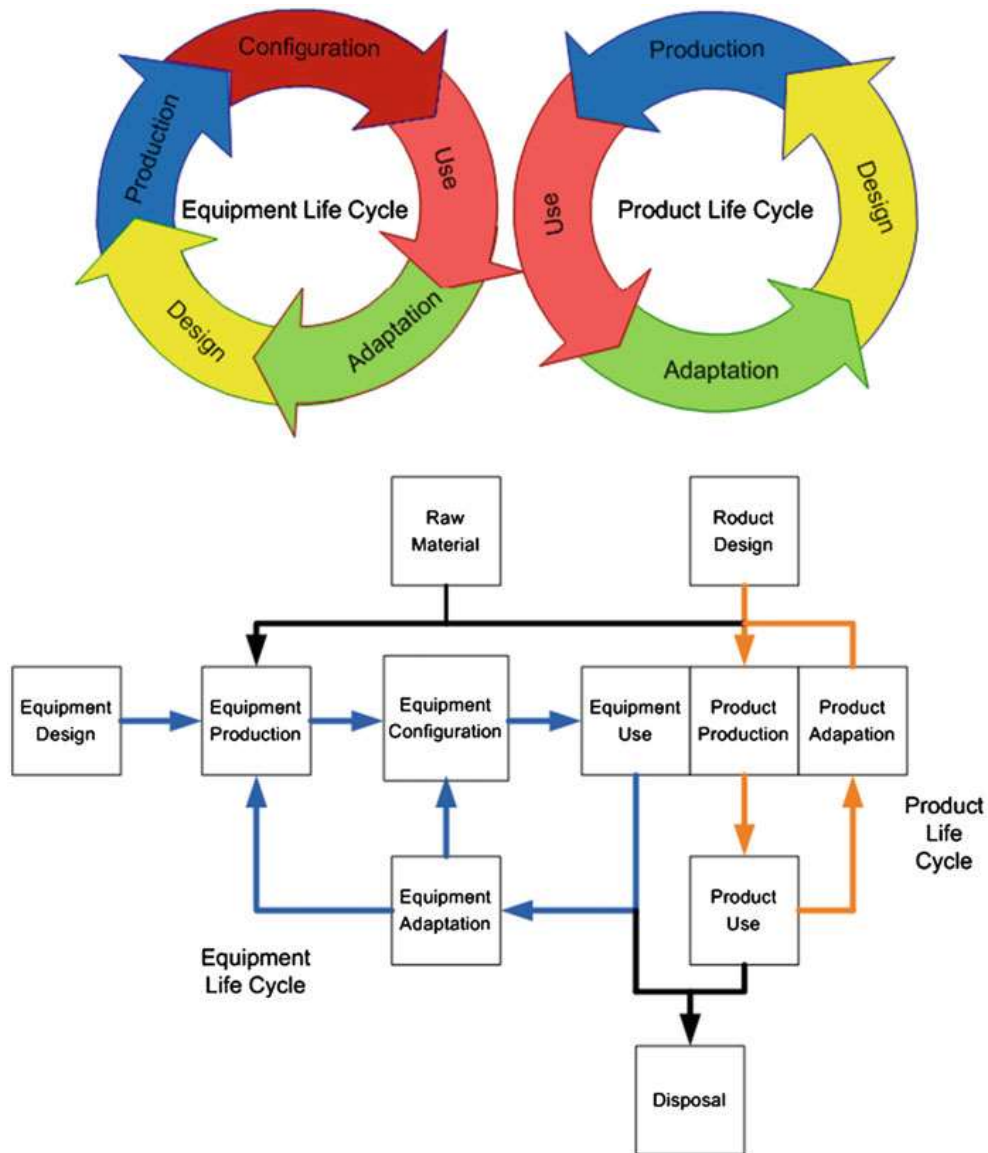


Σχήμα 5.1

Ο κύκλος ζωής των ειδών συσκευασίας και το ταξίδι τους από την παραγωγή μέχρι τη διάθεση στους στην ανακύκλωση ή τα σκουπίδια

Για παράδειγμα, εταιρίες στο χώρο της ένδυσης εκμεταλλεύονται τα εναπομείναντα υφάσματα δημιουργώντας μικρά αντικείμενα όπως καπέλα και τσάντες. Στη βαριά βιομηχανία μια στρατηγική που ακολουθούν οι βιομηχανίες είναι η χρήση μηχανημάτων που μπορούν εύκολα να κάνουν πολλές διαφορετικές εργασίες. Τέτοια μηχανήματα είναι οι ρομποτικοί βραχίονες οι οποίοι με ελάχιστες ρυθμίσεις μπορούν να συναρμολογούν, να συγκολλούν, να κουβαλάνε, κ.α. Ενέργειες σαν αυτές μπορούν να φέρουν ακόμη και 80% μείωση κόστους σε πρώτες ύλες και εξοπλισμό.

Στο σχήμα 5.2 φαίνεται πως λειτουργεί μια “κλειστή” παραγωγή όπου οι πόροι σχεδόν στο σύνολο τους δεν πάνε χαμένοι μέσω της συνεχούς ανακύκλωσης τόσο των προϊόντων αλλά και του εξοπλισμού.



Σχήμα 5.2 Ο κύκλος ζωής του εξοπλισμού αριστερά και του προϊόντος δεξιά

5.5 LEAN MANUFACTURING / ΛΙΤΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ

Η λιτή παραγωγή αντιμετωπίζει το σημαντικότερο “εχθρό” μιας επιχείρησης, που δεν είναι άλλος από τη σπατάλη. Όταν ένας οργανισμός δεν εκμεταλλεύεται τους πόρους του σε ικανοποιητικό βαθμό τότε μειώνεται η αποδοτικότητα του οπότε και η παραγωγικότητα. Μέσω της λιτής παραγωγής οι πόροι που σπαταλήθηκαν άσκοπα αξιοποιούνται αφού μέσα τους τελικά κρύβεται πέρα από ύλη και η ανάπτυξη τεχνογνωσίας.

Στη βιομηχανία ο όρος “σπατάλη” μπορεί να έχει πολλές σημασίες και να χαρακτηρίζει τόσο κάποιες χαμένες εργατοώρες όσο και υλικά που μένουν ανεκμετάλλευτα. Και στις δύο περιπτώσεις θύμα είναι η παραγωγικότητα αφού μειώνεται αισθητά. Η ανάπτυξη της λιτής παραγωγής ως σύστημα διαχείρισης διαδικασιών παραγωγής προέκυψε από την ανάγκη εξάλειψης κάθε σπατάλης στη διαδικασία της παραγωγής.

Πρόκειται δηλαδή για ένα σύστημα παραγωγής το οποίο εστιάζει στη μείωση των απορριμμάτων, στη δημιουργία αξίας για τον πελάτη και στην αναζήτηση της συνεχούς βελτίωσης μιας διαδικασίας. Αυτό επιτυγχάνεται με την εφαρμογή αρχών, τεχνικών και εργαλείων λιτής διαχείρισης έργου.

Η μεθοδολογία αυτή αναπτύχθηκε από την Ιαπωνική αυτοκινητοβιομηχανία TOYOTA, η οποία εστιάζει στην ελαχιστοποίηση της σπατάλης στη διαδικασία παραγωγής ενώ ταυτόχρονα μεγιστοποιεί την παραγωγικότητα. Για τον καταναλωτή η σπατάλη ορίζεται ως οτιδήποτε δεν αυξάνει την αξία του προϊόντος, άρα δεν είναι διατεθειμένος να πληρώσει γι’ αυτό. Πλεονεκτήματα της συγκεκριμένης μεθόδου είναι οι μειωμένοι χρόνοι παράδοσης, τα μειωμένα έξοδα στην παραγωγή και η αυξημένη ποιότητα του τελικού προϊόντος.

Πέντε βασικοί κανόνες του lean manufacturing είναι:

- Προσδιορισμός της αξίας ενός προϊόντος για τον καταναλωτή.
- Προσδιορισμός των απαιτούμενων πόρων που σημαίνει καταγραφή και ανάλυση, δηλαδή, των απαιτούμενων υλικών και πληροφοριών που χρειάζονται με σκοπό να βρεθεί οποιαδήποτε σπατάλη και τρόπος βελτίωσης.
- Δημιουργία “ροής” στην αγορά, μείωση δηλαδή των απαιτούμενων χρόνων παράδοσης. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται η μείωση της σπατάλης που γίνεται από λάθη στην παραγωγή.
- Η παραγωγή στηρίζεται στις παραγγελίες και την άμεση κάλυψή τους και όχι στη δημιουργία αποθέματος.
- Συνεχής βελτίωση με σκοπό την τελειότητα.

Διάφορες εφαρμογές της μεθόδου στην παραγωγή είναι η χρήση ειδοποιήσεων μόλις υπάρξει κάποιο πρόβλημα, η παύση της παραγωγής μόλις εντοπιστεί κάποιο πρόβλημα ώστε να λυθεί άμεσα, η παράδοση προϊόντων “πάνω στην ώρα” και η παραγωγή εξαρτημάτων που χρησιμοποιούνται για πολλά τελικά προϊόντα.

Η Toyota μάλιστα κατέγραψε επτά “απόβλητα” – διαδικασίες οι οποίες δεν προσδίδουν αξία στο τελικό προϊόν, οι οποίες είναι:

- Οι περιττές μεταφορές
- Το πλεονάζον απόθεμα
- Η περιττή κίνηση ανθρώπινου δυναμικού αλλά και εξοπλισμού
- Η αναμονή του ανθρώπινου δυναμικού ή του εξοπλισμού
- Η υπερπαραγωγή ενός προϊόντος

- Η υπερεπεξεργασία ή αφιέρωση περισσότερου χρόνου σε ένα προϊόν από ότι χρειάζεται ένας πελάτης, όπως σχέδια που απαιτούν μηχανήματα υψηλής τεχνολογίας, δημιουργώντας περιττά χαρακτηριστικά
- Τα ελαττώματα, τα οποία απαιτούν προσπάθεια και κόστος για διορθώσεις

Η λιτή παραγωγή δηλαδή απαιτεί μια αδιάκοπη επιδίωξη μείωσης οτιδήποτε δεν προσθέτει αξία σε ένα προϊόν, δηλαδή σπατάλης. Αυτό καθιστά απαραίτητη τη συνεχή βελτίωση, η οποία βρίσκεται στο επίκεντρο της μεθόδου.

5.6 ΜΕΘΟΔΟΣ SIX SIGMA

Η μέθοδος Six Sigma είναι μια μεθοδολογία για τη βελτίωση της ποιότητας η οποία μετρά τα ελαττώματα που υπάρχουν σε μια τρέχουσα διαδικασία και επιδιώκει να τα εξαλείψει. Αναπτύχθηκε το 1984 όταν ένας μηχανικός της εταιρείας ηλεκτρονικών ειδών Motorola, ονόματι Bill Smith, ανέπτυξε το σύστημα Six Sigma ώστε να μειώσει τις παραλλαγές στην παραγωγή οι οποίες δημιουργούσαν ελαττώματα. Από τότε μέχρι σήμερα, οι στρατηγικές, τα εργαλεία και ο τρόπος σκέψης της Six Sigma έχουν υιοθετηθεί, τόσο από υψηλόβαθμα στελέχη όσο και από μέλη μικρών ομάδων που σκοπό έχουν τη συνεχή βελτίωση, σε μία πληθώρα βιομηχανικών κλάδων. Έκτοτε, η έννοια της λέξης "ελάττωμα" έχει διευρυνθεί ώστε να περιλαμβάνει οποιαδήποτε ανεπάρκεια στις παραγωγικές διαδικασίες που μπορεί να εμποδίσει μια εταιρεία να καλύψει τις ανάγκες των πελατών της.

Στη στατιστική, το ελληνικό γράμμα σίγμα χρησιμοποιείται για να δηλώσει την τυπική απόκλιση από τον μέσο όρο. Στη δεκαετία του 1920, ο πρωτοπόρος του στατιστικού ελέγχου διεργασιών Walter Shewhart πρότεινε ότι στη λιτή κατασκευή, τρία σίγμα (3σ) από τη μέση τιμή είναι το σημείο καμψής που δείχνει ότι υπάρχουν πάρα πολλά ελαττώματα, με αποτέλεσμα να απαιτείται βελτίωση της διαδικασίας παραγωγής. Αυτός ήταν ο αποδεκτός κανόνας για πολλά χρόνια μέχρι που ο Bill Smith πρότεινε τη συλλογή και ανάλυση δεδομένων σε πιο αναλυτικό επίπεδο και να γίνει το έξι σίγμα (6σ) το σημείο στο οποίο πρέπει να διορθωθεί μια διαδικασία.

Επειδή είναι σχεδόν αδύνατο να επιτευχθούν μηδενικά ελαττώματα το 6σ επιτρέπει 3,4 ελαττώματα ανά εκατομμύριο ευκαιρίες για την εμφάνιση ενός ελαττώματος. Αντίθετα, το 3σ επιτρέπει 66.807 ελαττώματα ανά εκατομμύριο ευκαιρίες. Μόλις συγκεντρωθούν τα απαραίτητα δεδομένα, μια εταιρεία που εφαρμόζει μεθοδολογίες Six Sigma χρησιμοποιεί στατιστικά στοιχεία για να δημιουργήσει μία βασική απόκλιση - σ . Το κατώφλι σ δείχνει πόσο κοντά, ή πόσο μακριά, είναι ο οργανισμός από την επίτευξη του στόχου και χρησιμεύει ως μετρητής για την αξιολόγηση της μελλοντικής βελτίωσης.

Οι υποστηρικτές της μεθόδου Six Sigma ισχυρίζονται ότι τα οφέλη της επιχειρηματικής στρατηγικής περιλαμβάνουν έως και 50% μείωση του κόστους διαδικασίας, βελτίωση του χρόνου κύκλου παραγωγής, μικρότερη σπατάλη υλικών, καλύτερη κατανόηση των απαιτήσεων των πελατών, αυξημένη ικανοποίηση πελατών, αυξημένη ροή και πιο αξιόπιστα προϊόντα και υπηρεσίες. Η εταιρεία Motorola κατέχει το ομοσπονδιακό εμπορικό σήμα για τη μέθοδο Six Sigma και είναι γενικά αποδεκτό ότι η εφαρμογή της μπορεί να είναι δαπανηρή και μπορεί να χρειαστούν αρκετά χρόνια προτού μια εταιρεία αρχίσει να βλέπει τα τελικά αποτελέσματα.

Οι αρχές στις οποίες επικεντρώνει η μέθοδος είναι:

- Η εστίαση στον καταναλωτή
- Η χρήση δεδομένων
- Η συνεχής βελτίωση
- Η χρήση πολλών απόρων για την επίτευξη του αποτελέσματος
- Η μεγάλη προσοχή που επιστρατεύεται για να γίνουν οι διαδικασίες.

Η διαδικασία αυτή αποτελείται από δύο παρακλάδια. Για την διόρθωση μιας ήδη υπάρχουσας διαδικασία υπάρχει η DMAIC (define, measure, analyze, improve, control) / (καθορισμός, μέτρο, ανάλυση, βελτίωση, έλεγχος) ενώ για τη δημιουργία μιας νέας διαδικασίας υπάρχει η DMADV (define, measure, analyze, design, validate) / (καθορισμός, μέτρο, ανάλυση, σχεδιασμός, επαλήθευση).

Ακολουθεί μια ανάλυση της 6σ DMAIC:

- Καθορισμός: Προσδιόρισε τους στόχους του έργου και όλα τα προϊόντα για τους πελάτες.
- Μέτρο: Κατανόησε την τρέχουσα απόδοση.
- Ανάλυση: Προσδιόρισε τις βαθύτερες αιτίες τυχόν ελαττωμάτων.
- Βελτίωση: Καθόρισε τρόπους για την εξάλειψη των ελαττωμάτων και τη διόρθωση της διαδικασίας.
- Έλεγχος: να γίνει παρακολούθηση της απόδοσης της μελλοντικής διαδικασίας.

Όσον αφορά την DMADV, τα τρία πρώτα βήματα είναι ίδια με πριν ενώ τα δύο τελευταία είναι:

- Σχεδιασμός: Να δημιουργηθεί μια διαδικασία που ανταποκρίνεται στις ανάγκες και τις προσδοκίες των πελατών.
- Επαλήθευση: Να γίνει έλεγχος πως η σχεδιασμένη διαδικασία ανταποκρίνεται στις ανάγκες των πελατών και αποδίδει επαρκώς.

Στην πράξη είναι σημαντικό υπάρχει μια βαθιά κατανόηση όσον αφορά τις συνθήκες μέσα στις οποίες εφαρμόζεται η κάθε μία από τις παραπάνω μεθόδους. Για να εφαρμοστεί η 6σ σε έναν οργανισμό, το πρώτο βήμα είναι η σωστή αξιοποίηση των στατιστικών εργαλείων και τα πιθανά οφέλη που μπορούν να επιφέρουν. Επιπλέον, είναι σημαντικό οι εμπλεκόμενοι να αποδεχτούν ότι ο μηδενισμός των ελαττωμάτων δεν αποτελεί ρεαλιστικό στόχο. Ωστόσο, υπάρχουν ορισμένες πρακτικές που μπορούν να βοηθήσουν στη διασφάλιση της όσο το δυνατόν μεγαλύτερης βελτίωσης.

Μόλις η διοίκηση κατανοήσει τις δυνατότητες της μεθόδου Six Sigma, τα ακόλουθα οκτώ βήματα μπορούν να βοηθήσουν στην υλοποίηση ενός έργου και να εξασφαλίσουν μια καθαρή ανάπτυξη.

1. Παρακίνηση των ενδιαφερόμενων φορέων επισημαίνοντας τις απώλειες ποιότητας.
2. Εφαρμογή της διαχείρισης έργου και απόκτηση των απαραίτητων πόρων.
3. Εκπαίδευση των μελών της ομάδας σχετικά με τη μέθοδο διαχείρισης Six Sigma.
4. Δημιουργία ενός διαγράμματος ποιοτικού ελέγχου και προσδιορισμός των προτεραιοτήτων.
5. Δημιουργία ιδιοκτησίας για όλα τα εμπλεκόμενα μέλη της ομάδας.
6. Διασφάλιση των σωστών μετρήσεων και δεικτών.
7. Ανάλυση της βασικής αιτίας ώστε να γίνει κατανοητό το ελάττωμα.
8. Σωστή διοίκηση του προγράμματος που εφαρμόζεται η μέθοδος 6σ ώστε να διασφαλιστεί η σωστή εφαρμογή και τη συνεχή βελτίωση.

Τα τελευταία χρόνια αναπτύχθηκε μια πιο πράσινη παραλλαγή της 6σ, η Lean Six Sigma (Πράσινη 6σ) η οποία επικεντρώνεται στη μείωση τω περιβαλλοντικού αντίκτυπου. Οι σκοποί των δύο μεθόδων είναι διαφορετικοί. Η μέθοδος Six Sigma επικεντρώνεται στον περιορισμό των διακυμάνσεων εντός των επιχειρηματικών διαδικασιών και στη διαχείριση ποιότητας της παραγωγής της διαδικασίας με την εφαρμογή στατιστικών μεθόδων επίλυσης προβλημάτων. Από την άλλη, ο πρωταρχικός στόχος της Lean Six Sigma είναι η εξάλειψη των απορριμμάτων και η βελτίωση των υπαρχουσών διαδικασιών.

5.7 LEAN SIX SIGMA

Η μεθοδολογία Lean Six Sigma άρχισε να βρίσκει εφαρμογή από τη δεκαετία του 80' και οδήγησε στην αποτελεσματική βελτίωση τόσο της ποιότητας όσο και της αποδοτικότητας έχοντας αποδεδειγμένη επιτυχία σε ένα ευρύ φάσμα επιχειρησιακών πεδίων. Συνδυάζει αριστοτεχνικά δύο από τις πιο ευρεία διαδεδομένες στρατηγικές παγκοσμίως, αυτή της Λιτής Παραγωγής (Lean Manufacturing) και της Six Sigma (6σ). Η Lean Six Sigma αποτελεί την πιο δημοφιλή μέθοδο αύξησης της επιχειρησιακής απόδοσης στην ιστορία της εταιρικής ανάπτυξης, σύμφωνα με πολλούς ειδικούς στον τομέα της επιχειρησιακής έρευνας, ενώ ταυτόχρονα συμβάλει στη μείωση του περιβαλλοντικού αντίκτυπου. Παρέχει επίσης μια συστηματική προσέγγιση και μια συνδυαστική εργαλειοθήκη για να βοηθάει τους υπαλλήλους να δημιουργήσουν μηχανισμούς επίλυσης προβλημάτων.

Και οι δύο μέθοδοι βασίζονται αποτελούν επιστημονικές μεθόδους και μαζί υποστηρίζουν οργανισμούς που θέλουν να οικοδομήσουν μια κουλτούρα επίλυσης προβλημάτων. Αυτό σημαίνει ότι «η εύρεση ενός καλύτερου τρόπου» γίνεται καθημερινή συνήθεια για όλα τα μέλη της κάθε επιχείρησης.

Η κατανόηση τόσο των προσεγγίσεων όσο και των συνοδευτικών εργαλείων είναι εξαιρετικά πολύτιμη κατά την επίλυση προβλημάτων. Δεν έχει σημασία από πού προέρχεται ένα εργαλείο - Lean ή Six Sigma - αρκεί να κάνει τη δουλειά και να είναι αποτελεσματικό. Συνδυάζοντας τις δύο αυτές μεθόδους, ο οργανισμός εξασφαλίζει την ευκαιρία ώστε να εφαρμοστεί σωστή νοοτροπία, τακτικές και εργαλεία για να λυθούν όλα τα προβλήματα.

Η Lean 6σ είναι ένα σύστημα επιχειρηματικής βελτιστοποίησης και της εταιρικής διοίκησης που βρίσκει εφαρμογή σε όλους τους επιχειρηματικούς κλάδους, σε επιχειρήσεις όλων των μεγεθών και σε οποιοδήποτε τμήμα.

Η μέθοδος Six Sigma (6σ) αποτελεί ένα δομημένο τρόπο μείωσης των ελαττωματικών προϊόντων και υπηρεσιών, τη βελτιστοποίηση των παραγωγικών και διοικητικών διαδικασιών αλλά και τη μείωση του κόστους. Χρησιμοποιεί μια πληθώρα δοκιμασμένων και μοντέρνων εργαλείων από το χώρο της Διοίκησης Ολικής Ποιότητας (TQM - Total Quality Management), της Στατιστικής και της Λιτής Διαχείρισης (Lean Management). Εφαρμόζεται στο χώρο της βιομηχανίας και της παροχής υπηρεσιών για πάνω από δύο δεκαετίες σε όλες τις εταιρείες που θεωρούνται ηγέτιδες στο χώρο τους και τα αποτελέσματα είναι πάντα θετικά.

Η μεθοδολογία Lean Six Sigma διακρίνεται σε τρία επίπεδα:

- **Lean Six Sigma Yellow Belt:** Η εκπαίδευση σε αυτό το επίπεδο παρέχει την κατανόηση των βασικών στοιχείων που στηρίζεται η μεθοδολογία Six Sigma. Ένας εργαζόμενος ο οποίος έχει πιστοποίηση Yellow Belt θεωρείται πλέον ειδικός σε ένα θέμα. Μπορεί δηλαδή να γίνει μέλος σε μία ομάδα και να ασχοληθεί με ένα συγκεκριμένο έργο το οποίο είναι σε θέση να ολοκληρώσει επιτυχώς. Το πρώτο αυτό επίπεδο κατάρτισης Six Sigma Yellow Belt δίνει την ευκαιρία στους εργαζόμενους να κατανοήσουν σε βάθος την έννοια «βελτίωση της διαδικασίας» (process improvement).
- **Lean Six Sigma Green Belt:** Ένας εργαζόμενος επιπέδου Lean Six Sigma Green Belt είναι σε θέση να ηγηθεί έργα βελτίωσης, μικρής ή μεσαίας εμβέλειας ή να συμμετέχει κάτω από την εποπτεία ενός Black Belt σε μεγαλύτερα έργα (projects).
- **Lean Six Sigma Black Belt:** Το υψηλότερο επίπεδο της μεθοδολογίας είναι το Lean Six Sigma Black Belt όπου ο εργαζόμενος έχει πλήρη γνώση της μεθοδολογίας, μπορεί να αναλαμβάνει και να ηγείται έργα βελτίωσης μεγάλης εμβέλειας ή να ηγείται ομάδων έργων επιπέδου Green Belt.

- Master Black Belt Instructor: Απαιτεί προϋπηρεσία τουλάχιστον δύο ετών στο προηγούμενο επίπεδο ώστε κάποιος να γίνει εκπαιδευτής της μεθοδολογίας.

Υπεύθυνος φορέας για τις παραπάνω πιστοποιήσεις είναι ο International Association for Six Sigma Certification (IASSC).

Οι οργανισμοί αντιμετωπίζουν καθημερινά αυξανόμενα κόστη και νέες προκλήσεις. Η Lean Six Sigma μπορεί να παρέχει ανταγωνιστικό πλεονέκτημα με τους εξής τρόπους:

- Τον εξορθολογισμό των διαδικασιών που έχει ως αποτέλεσμα τη βελτιωμένη εμπειρία πελατών και την αυξημένη αφοσίωση
- Την ανάπτυξη πιο αποτελεσματικών ροών διεργασιών η οποία οδηγεί σε υψηλότερα και καλύτερα αποτελέσματα
- Τη μετάβαση από τον εντοπισμό ελαττωμάτων στην πρόληψη ελαττωμάτων που μειώνει το κόστος και απομακρύνει τα απόβλητα
- Την τυποποίηση των διαδικασιών που οδηγεί σε οργανωτική «ευκινησία» και στην ικανότητα να στρέφεται στις καθημερινές προκλήσεις
- Τη μείωση του χρόνου παράδοσης που αυξάνει τη χωρητικότητα και την κερδοφορία
- Τη συμμετοχή των εργαζομένων στην προσπάθεια η οποία βελτιώνει το ηθικό και επιταχύνει την ανάπτυξη των ανθρώπων

Γενικά, τα προβλήματα που μπορούν να λυθούν με αυτή τη μεθοδολογία στην παραγωγή είναι η μείωση του χρόνου εκπαίδευσης του προσωπικού, η μείωση του χρόνου ολοκλήρωσης νέων κομματιών και η μείωση του χρόνου παράδοσης έτοιμων προϊόντων στον πελάτη.

5.8 ΠΑΡΑΓΩΓΗ JUST-IN-TIME

Η μεθοδολογία Just-in-time (JIT) αποτελεί ένα μοντέλο παραγωγής κατά το οποίο τα προϊόντα παράγονται με σκοπό να καλύψουν την άμεση ζήτηση και όχι για να δημιουργηθεί απόθεμα για τη μελλοντική ζήτηση. Σκοπός της μεθόδου JIT είναι να εξαλειφθούν όλοι οι ρύποι, τα απόβλητα και η σπατάλη που σχετίζεται με την υπερπαραγωγή, την αναμονή και τα περίσσια αποθέματα. Οπότε, η "Just-in-time" είναι περισσότερο ένας τρόπος σκέψης, μια φιλοσοφία στη διοίκηση και όχι μια τεχνική.

Αρχικά αναφερόταν στην παραγωγή αγαθών για την κάλυψη της ζήτησης των πελατών με ακρίβεια, χρονικά, ποιοτικά και ποσοτικά, είτε ο «πελάτης» είναι ο τελικός αγοραστής του προϊόντος ή κάποιος άλλος ενδιάμεσος σταθμός κατά μήκος της γραμμής παραγωγής. Πλέον, η έννοια Just-in-time έχει φτάσει να σημαίνει «παραγωγή με ελάχιστη σπατάλη». Το "απόβλητο" λαμβάνεται με την πιο γενική του έννοια και περιλαμβάνει χρόνο, πόρους αλλά και υλικά.

Τα στοιχεία της JIT περιλαμβάνουν:

- Συνεχή βελτίωση ή «επίθεση» σε θεμελιώδη προβλήματα, οτιδήποτε δηλαδή δεν προσθέτει αξία στο τελικό προϊόν, ή επινοώντας συστήματα για τον εντοπισμό των προβλημάτων. Στα πλαίσια της συνεχούς βελτίωσης ανήκουν επίσης η απλότητα (τα απλούστερα συστήματα μπορεί να είναι ευκολότερα κατανοητά, ευκολότερα στη διαχείριση και λιγότερο πιθανό να πάνε στραβά) και γενικά κυριαρχεί μία διάταξη προσανατολισμένη στο προϊόν όπου αφιερώνεται λιγότερος χρόνος στη μετακίνηση υλικών και εξαρτημάτων. Ποιοτικός έλεγχος κατευθείαν στην πηγή, δηλαδή κάθε εργαζόμενος είναι υπεύθυνος για την ποιότητα της παραγωγής του. Τέλος, κομμάτι της συνεχούς βελτίωσης αποτελεί η ολική παραγωγική συντήρηση,

διασφαλίζοντας έτσι ότι τα μηχανήματα και ο εξοπλισμός λειτουργούν άψογα όταν απαιτείται και συνεχώς βελτιώνονται.

- Εξάλειψη των απορριμμάτων. Στη διαδικασία παραγωγής υπάρχουν τα επτά είδη απορριμμάτων που είναι τα απόβλητα από την υπερπαραγωγή, ο χαμένος χρόνος στην αναμονή, τα απορρίμματα κατά τη μεταφορά, η επεξεργασία απορριμμάτων, τα απορρίμματα αποθήκης, η σπατάλη κίνησης και τα απόβλητα από τα ελαττώματα.
- Καθαριότητα και οργάνωση στο χώρο εργασίας.
- Μείωση του χρόνου ρύθμισης των μέσων αφού έτσι αυξάνεται η ευελιξία και είναι εφικτές μικρότερες παρτίδες. Ο χειρισμός πολλαπλών διαδικασιών, εργατικό δυναμικό με πολλές δεξιότητες όπου διαθέτει μεγαλύτερη παραγωγικότητα, ευελιξία και ικανοποίηση.
- Σχεδίαση συστημάτων μικτής παραγωγής για εξομάλυνση της ροής των προϊόντων μέσα στο εργοστάσιο.
- Kanban boxes, εργαλεία δηλαδή για να «τραβάει κάποιος» προϊόντα και εξαρτήματα κατά τη διάρκεια της διαδικασίας παραγωγής.
- Αυτοματισμούς Jidoka, να παρέχεται δηλαδή στις μηχανές η αυτόνομη ικανότητα να χρησιμοποιούν “κρίση”, ώστε οι εργαζόμενοι να μπορούν να κάνουν κι άλλες εργασίες.
- Φωτεινές ενδείξεις Andon ώστε να επισημαίνονται έγκαιρα τα προβλήματα για την έναρξη διορθωτικών ενεργειών.

Οι μέθοδοι Kanban, Andon και Jidoka αναλύονται παρακάτω. Βλέπουμε πως είναι ξεχωριστές μέθοδοι για τη βελτιστοποίηση της παραγωγής οι οποίες ταίριαξαν, υιοθετήθηκαν και συνδυάστηκαν σε μια παραγωγική διαδικασία που υλοποιείται σύμφωνα με το JIT.

Η JIT αποτελεί δηλαδή για μια πολύ απλή μεθοδολογία η οποία όμως μπορεί να προσφέρει σε πολύ μεγάλο βαθμό στην επιχείρηση. Όταν η παραγωγή προσαρμόζεται ακριβώς στις ανάγκες της ζήτησης η βιομηχανία γλιτώνει από πάρα πολλά έξοδα τα οποία αφορούν την αγορά πρώτων υλών, τη μεταφορά τους, την αποθήκευσή τους, τα έξοδα παραγωγής, τις φθορές των μηχανημάτων, τη μείωση των αναλώσιμων μέσων παραγωγής, την αποθήκευση των τελικών προϊόντων καθώς και τα έξοδα διανομής τους. Αν σε όλα αυτά ληφθούν υπόψη τα λάθη, ατυχήματα, ελαττωματικά τελικά προϊόντα και πρώτες ύλες από τις οποίες έχει γλιτώσει η επιχείρηση τότε γίνεται εύκολα αντιληπτό πόσο σημαντική είναι.

Η παραγωγή Just-in-time είναι μια κατ' εξοχήν πράσινη φιλοσοφία αφού στην εφαρμογή της μειώνεται αισθητά το περιβαλλοντικό αντίκτυπο, οι ρύποι και η κατανάλωση σε όλα τα πλαίσια μιας παραγωγικής διαδικασίας. Πρωτεργάτης της JIT ήταν η Ιαπωνική αυτοκινητοβιομηχανία Toyota ήδη από το 1970.

5.9 KANBAN

Η ολοκλήρωση μίας εργασίας με γρήγορο και αποτελεσματικό τρόπο αποτελεί μια πρόκληση στη σύγχρονη, απαιτητική αγορά. Η μέθοδος Kanban αποτελεί μια προσέγγιση διαχείρισης της ροής εργασίας με έμφαση στη συνεχή βελτίωση, χωρίς να επιβαρύνει σε μεγάλο βαθμό την ομάδα/εργαζόμενους της παραγωγής, που εστιάζει στην παραγωγικότητα και την αποδοτικότητα.

Η μέθοδος Kanban αρχικά αναπτύχθηκε για να υπάρξει διαχείριση της μεθόδου Just In Time (JIT). Πρόκειται για μια μέθοδο η οποία έχει ως στόχο τη συνεχή βελτίωση της ροής των εργασιών χωρίς να αυξάνεται ο φόρτος εργασίας και να επηρεάζονται οι εργαζόμενοι. Η μέθοδος Kanban είναι ένα σύστημα έλξης, όπου αυτό σημαίνει ότι η εργασία μπαίνει στο σύστημα παραγωγής όταν η ομάδα έχει χωρητικότητα και περιθώρια, αντί απλώς να ανατίθεται από τους προϊστάμενους. Η μέθοδος Kanban μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη βελτίωση των διαδικασιών παραγωγής και την αποτελεσματικότητα της ροής εργασίας χωρίς να γίνονται αλλαγές στη δομή της ομάδας παραγωγής.

Πριν από την εφαρμογή της μεθόδου Kanban σε μια επιχείρησή είναι σημαντικό να υπάρχει βαθιά κατανόηση στις θεμελιώδεις αρχές της οι οποίες είναι οι εξής:

1. Ο εργαζόμενος ξεκινάει με αυτό που κάνει τώρα. Η μέθοδος δεν απαιτεί συγκεκριμένη ρύθμιση και μπορεί να εφαρμοστεί απευθείας στην τρέχουσα ροή της εργασίας. Αυτό καθιστά εύκολη την εφαρμογή, καθώς δεν χρειάζεται να αλλάξουν οι υπάρχουσες απαραίτητες διαδικασίες. Τα οφέλη της μεθόδου Kanban είναι σταδιακά και οποιαδήποτε βελτιστοποίηση της διαδικασίας υιοθετείται με την πάροδο του χρόνου.
2. Τίθεται ο στόχος της σταδιακής, εξελικτικής αλλαγής. Οι σαρωτικές αλλαγές μπορούν να αναστατώσουν τις ομάδες στο χώρο του οργανισμού, να διαταράξουν τη ροή και να βλάψουν την απόδοσή τους. Η μέθοδος Kanban έχει σχεδιαστεί ώστε να παρουσιάζει ελάχιστα τέτοια συμβάντα στο χώρο εργασίας, ενθαρρύνοντας μάλιστα στο έπακρο τις συνεχείς, σταδιακές και εξελικτικές αλλαγές.
3. Πρέπει να υπάρχει σεβασμός στους ρόλους, τις ευθύνες καθώς και τις τρέχουσες διαδικασίες του κάθε ατόμου. Δεν θα πρέπει να υπάρχουν αλλαγές στην οργάνωση αφού η Kanban αναγνωρίζει ότι οι υπάρχουσες διαδικασίες, οι ρόλοι και οι ευθύνες μπορεί να έχουν αξία και να αξίζει να διατηρηθούν. Η μέθοδος ενθαρρύνει τη σταδιακή αλλαγή ώστε να αποφευχθεί η συναισθηματική φόρτωση και η ρουτίνα.
4. Ενθαρρύνονται οι πράξεις ηγεσίας σε όλα τα επίπεδα της ιεραρχίας. Η μέθοδος προωθεί την ηγεσία και τη λήψη αποφάσεων μεταξύ όλων των μελών. Εάν το μέλος της ομάδας με τη χαμηλότερη κατάταξη έχει μια λαμπρή ιδέα, θα πρέπει να την αναγνωριστεί. Αυτό έγκειται στα πλαίσια της αυτοβελτίωσης (Kaizen) και με αυτό τον τρόπο οι εργαζόμενοι επιτυγχάνουν βέλτιστη απόδοση.

Η υιοθέτηση της φιλοσοφίας Kanban αποτελεί από μόνη της ένα σημαντικό βήμα αλλά αυτό μόνο δεν αρκεί. Υπάρχουν έξι βασικά στοιχεία τα οποία πρέπει να τηρηθούν ώστε να θεωρηθεί ότι η μέθοδος εφαρμόστηκε με επιτυχία.

Αυτά τα έξι βήματα είναι:

- Η οπτικοποίηση της ροής εργασίας. Αυτό μπορεί να θεωρηθεί και το πιο σημαντικό βήμα αφού έχει να κάνει με την κατανόηση της τρέχουσας ροής εργασιών και ποια είναι η ακολουθία των βημάτων που πρέπει να εκτελεστούν προκειμένου ένα αντικείμενο από απλό αίτημα-παραγγελία να καταλήξει σε ένα παραδοτέο προϊόν. Αυτό γίνεται χρησιμοποιώντας έναν πίνακα Kanban με κάρτες και στήλες: κάθε στήλη αντιπροσωπεύει ένα βήμα στη ροή εργασίας και κάθε

κάρτα ένα αντικείμενο της εργασίας. Κάθε στοιχείο κινείται στη ροή από την αρχή μέχρι το τέλος. Παρατηρώντας αυτή τη διαδικασία μπορεί εύκολα να γίνει καταγραφή της προόδου και να γίνουν αντιληπτά τα σημεία συμφόρησης σε πραγματικό χρόνο.

- Ο περιορισμός των εργασιών που βρίσκονται σε εξέλιξη (Work In Progress / WIP). Η απώλεια εστίασης μπορεί να βλάψει σοβαρά την απόδοση της ομάδας, άρα αυτή η πρακτική επικεντρώνεται στην εξάλειψη των καθυστερήσεων θέτοντας όρια στην εργασία που βρίσκεται σε εξέλιξη. Εφαρμόζοντας όρια στη WIP, οι ομάδες επικεντρώνονται στην ολοκλήρωση της συγκεκριμένης εργασίας πριν ξεκινήσουν νέες. Ο περιορισμός του WIP είναι κρίσιμος για την επιτυχή εφαρμογή της μεθόδου Kanban.
- Η διαχείριση της ροής. Παρατηρώντας και αναλύοντας την απόδοση της ροής εργασιών, μπορούν να εντοπιστούν τυχόν προβληματικές περιοχές. Ο κύριος στόχος της εφαρμογής της Kanban είναι να δημιουργήσει μια ομαλή ροή εργασίας βελτιώνοντας τους χρόνους παράδοσης και αποφεύγοντας τις καθυστερήσεις. Πάντα θα πρέπει να υπάρχει προσπάθεια ώστε να γίνεται η διαδικασία πιο αποτελεσματική.
- Θα πρέπει όλες οι διαδικασίες στη ροή και την πολιτική λειτουργίας να είναι σαφείς. Μία διαδικασία θα πρέπει να ορίζεται με σαφήνεια, να δημοσιεύεται και να επιβεβαιώνεται για όλους στην ομάδα. Με αυτό τον τρόπο οι εργαζόμενοι θα αισθάνονται κίνητρο να συμμετάσχουν σε κάτι και θα αυξάνεται το ενδιαφέρον τους. Όταν όλοι γνωρίζουν τις πολιτικές, κάθε άτομο μπορεί να προτείνει επιμέρους βελτιώσεις που θα βελτιώσουν και τη συνολική απόδοσή.
- Η χρήση βρόχων ανατροφοδότησης (feedback). Για να συμβεί η θετική αλλαγή είναι απαραίτητες τακτικές συναντήσεις και επικοινωνία για την παροχή της ουσιαστικής ανατροφοδότησης της πληροφορίας σε ολόκληρη την ομάδα. Η συχνότητα αυτών των συναντήσεων μπορεί να ποικίλλει αλλά η βασική ιδέα είναι ότι να είναι τακτικές, σε καθορισμένο χρόνο και να μπαίνουν κατευθείαν στο θέμα.
- Η βελτίωση της συνεργασίας των μελών. Η μέθοδος Kanban απαιτεί συνεχή αξιολόγηση, ανάλυση και βελτίωση. Όταν οι ομάδες του οργανισμού έχουν κατανόηση όλων των διαδικασιών είναι πιο πιθανό να καταλήξουν σε συναινετικές λύσεις σε περίπτωση που προκύψουν προβλήματα.

Οπότε βασικά χαρακτηριστικά της μεθόδου είναι η οπτικοποίηση των εργασιών που πρέπει να διεκπεραιωθούν, η ελαχιστοποίηση των εργασιών που εκτελούνται αυτή τη στιγμή, η διαχείριση της ροής εργασίας, η σαφήνεια των διαδικασιών για τη διεκπεραίωση μιας εργασίας, η ανατροφοδότηση πληροφοριών και η συνεργασία όλων των προσώπων που εμπλέκονται με σκοπό ένα γρήγορο και σωστό αποτέλεσμα.

Ουσιαστικά πρόκειται για μία μέθοδο που στοχεύει στο βέλτιστο αποτέλεσμα, και ότι αυτό συνεπάγεται, αφού κάθε εργαζόμενος αναλαμβάνει νέα εργασία μόνο όταν θα έχει ολοκληρώσει την προηγούμενη.

5.10 JIDOKA

Η δημιουργία συνεχούς ροής εργασίας είναι ζωτικής σημασίας για την επιτυχή εφαρμογή της λιτής παραγωγής σε οποιονδήποτε οργανισμό. Κάτι τέτοιο επιτρέπει την προσθήκη αξίας χωρίς η επιχείρηση να διατηρεί απόθεμα αλλά για να μπορέσει να αξιοποιήσει στο έπακρο τη διαδικασία αυτή θα πρέπει να είναι σίγουρη πως η ποιότητα του τελικού προϊόντος ανταποκρίνεται στις προσδοκίες των πελατών.

Η μέθοδος Jidoka είναι μια λιτή μέθοδος που υιοθετείται ευρέως στην κατασκευή και την ανάπτυξη προϊόντων. Πρόκειται για μία απλή μέθοδο με την οποία η εταιρεία μπορεί να αποφύγει τη χαμηλή ποιότητα των τελικών προϊόντων, των ελαττωματικών προϊόντων αλλά και να διατηρήσει καλούς χρόνους στη διαδικασία παραγωγής.

Η μέθοδος βασίζεται σε τέσσερις απλές αρχές για να διασφαλίσει ότι μια εταιρεία θα παρέχει προϊόντα χωρίς ελαττώματα:

1. Εντοπισμός της “ανωμαλίας” στη διαδικασία παραγωγής.
2. Διακοπή της διαδικασίας.
3. Άμεση διόρθωση του προβλήματος.
4. Διερεύνηση και λύση της βασικής αιτίας του προβλήματος

Αυτά τα βήματα μπορούν να εφαρμοστούν με διάφορους τρόπους ανάλογα με τον κλάδο της επιχείρησης και μπορούν να χρησιμεύσουν ως σταθερή βάση για την επίτευξη συνεχούς βελτίωσης της διαδικασίας παραγωγής. Ουσιαστικά η μέθοδος Jidoka παραπέμπει σε αυτοματισμούς που κρύβουν από πίσω τους μια κάποια, μικρή, ανθρώπινη παρέμβαση.

Εφαρμόζοντας τη διαδικασία που περιγράφεται από τη Jidoka, οποιοσδήποτε στον οργανισμό μπορεί να σταματήσει τη ροή εργασίας μόλις παρατηρήσει ένα πρόβλημα που βλάπτει την ποιότητα του προϊόντος και να αντιμετωπίσει το πρόβλημα.

Χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά το 1896 από τον Ιάπωνα εφευρέτη Sakichi Toyoda, ο οποίος αργότερα έγινε ο δημιουργός της Toyota Motor Company. Είχε τη μορφή μιας απλής συσκευής που μπορούσε να σταματήσει τη σαΐτα ενός αυτόματου αργαλειού αν έσπαζε το νήμα. Ο μηχανισμός ήταν σε θέση να ανιχνεύσει εάν ένα νήμα έχει σπάσει και, ως εκ τούτου, έκλεινε αμέσως το μηχάνημα ,γεγονός που σήμαινε ότι υπάρχει πρόβλημα, προκειμένου να αποφευχθεί η δημιουργία ελαττωμάτων. Στη συνέχεια, ο εργάτης που χειριζόταν τον αργαλειό έπρεπε να διορθώσει το πρόβλημα και να συνεχίσει τη διαδικασία παραγωγής. Αυτή ήταν μια επαναστατική καινοτομία επειδή επέτρεψε σε έναν χειριστή να λειτουργεί περισσότερες από μία μηχανές τη φορά και αύξησε σημαντικά την παραγωγική ικανότητα.

Εν κατακλείδι, η μέθοδος Jidoka είναι μια από τις πιο σημαντικές μεθόδους στη λιτή παραγωγή που διασφαλίζει την υψηλή ποιότητα και την αξιοποίηση της συνεχούς ροής στο έπακρο. Με τη βοήθεια της συγκεκριμένης μεθόδου ο χρήστης μπορεί να ανακαλύψει ανωμαλίες στη διαδικασία παραγωγής, να σταματήσει τη ροή εργασίας ώστε να αποφύγει προβλήματα ποιότητας, να διορθώσει τα προβλήματα έγκαιρα και τέλος να προσδιορίσει και να αφαιρέσει τη βασική αιτία οποιουδήποτε προβλήματος.

5.11 ANDON

Η μέθοδος/καλώδιο Andon είναι ένα εργαλείο της λιτής παραγωγής. Είναι ένα σύστημα που έχει σχεδιαστεί για να ειδοποιεί τους χειριστές και τους διαχειριστές για προβλήματα σε πραγματικό χρόνο, ώστε να μπορούν να ληφθούν άμεσα τα απαραίτητα διορθωτικά μέτρα.

Προέρχεται από τη μεθοδολογία Jidoka, που αναλύθηκε παραπάνω, η οποία έδωσε τη δυνατότητα στους χειριστές να αναγνωρίζουν προβλήματα και να αναλαμβάνουν την πρωτοβουλία να σταματήσουν την εργασία χωρίς να περιμένουν τη διοίκηση να λάβει την απόφαση.

Κατά την αρχική μορφή της μεθόδου ο χειριστής τραβούσε το Andon Cord, το οποίο ήταν ένα σχοινί που βρισκόταν πάνω από τη γραμμή παραγωγής, αλλά πλέον η μέθοδος Andon μπορεί να υλοποιηθεί με πολλές μορφές. Μπορεί να ενεργοποιηθεί όταν ένας χειριστής τραβήξει ένα καλώδιο ή πιέσει ένα κουμπί ή μπορεί να ενεργοποιηθεί αυτόματα από τον εξοπλισμό όταν εντοπιστεί κάποιο πρόβλημα.

Είτε χρησιμοποιείται λόγω κάποιας έλλειψης ανταλλακτικών, κάποιας δυσλειτουργίας του εξοπλισμού ή ανησυχίας σχετικά με την ασφάλεια των εργαζομένων, ο σκοπός της Andon στη λιτή παραγωγή είναι να σταματήσει την εργασία, ώστε η ομάδα να μπορεί να συγκεντρωθεί, να εκτελέσει ανάλυση της βασικής αιτίας σε πραγματικό χρόνο και να εφαρμόσει γρήγορα μια λύση. Μόλις επιλυθεί το πρόβλημα και συνεχιστεί η εργασία, το περιστατικό καταγράφεται ως μέρος ενός συστήματος συνεχούς βελτίωσης.

Υπάρχουν πολλοί τρόποι χρήσης του συστήματος Andon στη βιομηχανία. Για παράδειγμα η Amazon το χρησιμοποιεί ως μέρος της διαδικασίας Εξυπηρέτησης Πελατών. Ανεξάρτητα όμως από το πού χρησιμοποιείται, ο μόνος πραγματικός τρόπος που λειτουργεί η μέθοδος Andon είναι να επιτρέπει πραγματικά στους χειριστές να κάνουν χρήση της ελεύθερα και όπως αυτοί κρίνουν. Αυτό σημαίνει ότι δίνεται στους φορείς εκμετάλλευσης όχι μόνο η άδεια, αλλά η υποχρέωση να σταματήσουν τη γραμμή παραγωγής όταν προκύπτουν προβλήματα.

Οι εργαζόμενοι, ειδικά στον τομέα της μεταποίησης, διστάζουν να σταματήσουν τη γραμμή λόγω του κόστους διακοπής λειτουργίας ή από φόβο μήπως κάνουν λάθος. Για τους περισσότερους ανθρώπους μάλιστα, φαίνεται αντιπαραγωγικό να σταματήσει εντελώς η γραμμή. Μερικοί θα προσπαθήσουν να επιλύσουν το σύμπτωμα και να αντιμετωπίσουν τη βασική αιτία αργότερα. Εάν ένας χειριστής δεν αισθάνεται αρκετή εμπιστοσύνη στο περιβάλλον για να σταματήσει τη γραμμή βάσει της δικής του κρίσης, μπορεί να προκύψουν τεράστια προβλήματα αργότερα εάν δεν επιλυθεί το πρόβλημα.

Η μέθοδος Andon στη λιτή παραγωγή απαιτεί επίσης ένα σχέδιο για την επίλυση του προβλήματος καθώς και συγκεκριμένα άτομα τα οποία θα δουλέψουν για τη λύση. Δεδομένου ότι αυτό μπορεί να συμβεί ανά πάσα στιγμή, το γνωστικό επίπεδο των υπαλλήλων εκ των προτέρων θα αυξήσει την ταχύτητα ανάλυσης. Εάν οι χειριστές περιμένουν για μεγάλο διάστημα μετά το τράβηγμα του κορδονιού Andon χωρίς άμεση ανταπόκριση, θα είναι λιγότερο πιθανό να το τραβήξουν στο μέλλον επειδή το κόστος θα υπερβαίνει φαινομενικά το όφελος.

Η χρήση της Andon στη βιομηχανία μπορεί να αποφέρει πολλά οφέλη τόσο βραχυπρόθεσμα όσο και μακροπρόθεσμα.

Βραχυπρόθεσμα μπορεί να παρέχει:

- Ορατότητα και διαφάνεια στην παραγωγική διαδικασία
- Αυξημένη παραγωγικότητα και αποδοτικότητα
- Μειωμένα απόβλητα

Τα μακροπρόθεσμα οφέλη μπορεί να περιλαμβάνουν:

- Μειωμένο κόστος και χρόνο διακοπής λειτουργίας
- Βελτιωμένη αξία για τον πελάτη λόγω των προϊόντων καλύτερης ποιότητας
- Υπεύθυνοι χειριστές που είναι υπεύθυνοι για τη λειτουργία της γραμμής όσο το δυνατόν πιο αποδοτικά και αποτελεσματικά, δίνοντάς τους τη δυνατότητα να ενεργούν όταν προκύπτουν προβλήματα, αντί να περιμένουν τη διαχείριση
- Μακροπρόθεσμες βελτιώσεις στην παραγωγική διαδικασία

Όπως και οι περισσότερες αρχές στη λιτή παραγωγή, το ίδιο το καλώδιο Andon δεν προσθέτει αξία στο τελικό προϊόν ή τη γραμμή παραγωγής. Εάν δεν ληφθεί δράση αμέσως όταν ειδοποιηθεί το σύστημα ακυρώνεται ο σκοπός του και μπορεί στην πραγματικότητα να μειωθεί η αξία.

5.12 KAIZEN / ΣΥΝΕΧΗΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗ

Η μέθοδος Kaizen είναι μια προσέγγιση για τη δημιουργία συνεχούς βελτίωσης που βασίζεται στην ιδέα ότι μικρές, συνεχείς θετικές αλλαγές μπορούν να οδηγήσουν σε σημαντικές βελτιώσεις. Η μέθοδος αυτή βασίζεται στη συνεργασία και τη δέσμευση και έρχεται σε αντίθεση με τις προσεγγίσεις που χρησιμοποιούν ριζικές προς τα πάνω ή προς τα κάτω ενέργειες για την επίτευξη αλλαγών. Η Kaizen είναι ο πυρήνας της λιτής παραγωγής και αναπτύχθηκε στον κατασκευαστικό τομέα για τη μείωση των ελαττωμάτων, την εξάλειψη των αποβλήτων, την ενίσχυση της παραγωγικότητας, την ενθάρρυνση της υπευθυνότητας των εργαζομένων και την προώθηση της καινοτομίας.

Ως ευρεία έννοια που φέρει πολλές ερμηνείες, έχει υιοθετηθεί σε πολλούς κλάδους, συμπεριλαμβανομένης ακόμη και της υγειονομικής περίθαλψης. Μπορεί να εφαρμοστεί σε οποιοδήποτε τομέα της επιχείρησης αλλά ακόμη και σε ατομικό επίπεδο. Η μέθοδος Kaizen μπορεί να χρησιμοποιήσει μια σειρά από προσεγγίσεις και εργαλεία όπως χαρτογράφηση ροής αξίας, η οποία τεκμηριώνει, αναλύει και βελτιώνει τις πληροφορίες ή τις ροές υλικού που απαιτούνται για την παραγωγή ενός προϊόντος ή υπηρεσίας, και τη Διαχείριση Ολικής Ποιότητας η οποία είναι ένα πλαίσιο διαχείρισης που στρατολογεί τους εργαζόμενους σε όλα τα επίπεδα και επικεντρώνεται στη βελτίωση της ποιότητας. Η επιτυχημένη χρήση της μεθόδου Kaizen βασίζεται στην υποστήριξη από ολόκληρο τον οργανισμό – επιχείρηση.

Εννοιολογικά, η λέξη Kaizen είναι μια σύνθεση δύο ιαπωνικών λέξεων που μαζί μεταφράζονται ως "καλή αλλαγή" ή "βελτίωση". Ωστόσο, το Kaizen έχει καταλήξει να σημαίνει "συνεχή βελτίωση" μέσω της συσχέτισής του με τη λιτή μεθοδολογία.

Η μέθοδος Kaizen έχει τις ρίζες της στους ιαπωνικούς κύκλους ποιότητας μετά τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο. Αυτοί οι κύκλοι ή ομάδες εργαζομένων επικεντρώθηκαν στην

πρόληψη ελαττωμάτων στην Toyota. Η μέθοδος Kaizen μεταφέρθηκε στη Δύση και διαδόθηκε από τον Masaaki Imai μέσω του βιβλίου του Kaizen: The Key to Japan's Competitive Success το 1986.

Η εκτέλεση της μεθόδου Kaizen απαιτεί την ενεργοποίηση της σωστής νοοτροπίας σε μια εταιρεία. Παρακάτω περιγράφονται κάποιες αρχές που αφορούν τη νοοτροπία Kaizen και συνήθως αναφέρονται ως πυρήνες της φιλοσοφίας:

- Άσε τις υποθέσεις.
- Να είσαι προνοητικός για την επίλυση προβλημάτων
- Μην αποδέχεσαι την τρέχουσα κατάσταση
- Άφησε την τελειομανία και πάρε μια στάση επαναληπτικής, προσαρμοστικής αλλαγής
- Ψάξε για λύσεις καθώς βρίσκεις λάθη
- Δημιούργησε ένα περιβάλλον στο οποίο όλοι νιώθουν ότι έχουν τη δυνατότητα να συνεισφέρουν
- Μην αποδέχεσαι το προφανές ζήτημα. Αντίθετα, ρώτα "γιατί" πέντε φορές για να φτάσεις στη βασική αιτία
- Συνέλεξε πληροφορίες και απόψεις από πολλά άτομα
- Χρησιμοποίησε τη δημιουργικότητα για να βρεις χαμηλού κόστους, μικρές βελτιώσεις
- Μην σταματάς ποτέ να βελτιώνεσαι

Η μέθοδος βασίζεται στην πεποίθηση ότι όλα μπορούν να βελτιωθούν και τίποτα δεν είναι σταθερό. Βασίζεται επίσης στην αρχή του σεβασμού για τους ανθρώπους. Το Kaizen περιλαμβάνει τον εντοπισμό ζητημάτων, ευκαιριών και τη δημιουργία λύσεων για ζητήματα και προβλήματα που αντιμετωπίζονται ανεπαρκώς. Ένας κύκλος που αποτελείται από επτά βήματα μπορεί να εφαρμοστεί για συνεχή βελτίωση και μπορεί να παρέχει μια συστηματική μέθοδο για την εκτέλεση αυτής της διαδικασίας.

Οι ειδικοί έχουν δημιουργήσει ένα οπτικό μοντέλο της μεθόδου η οποία μπορεί να εφαρμοστεί σε έναν κύκλο επτά βημάτων για τη διαμόρφωση ενός περιβάλλοντος που βασίζεται στη συνεχή βελτίωση. Αυτή η συστηματική μέθοδος περιλαμβάνει τα ακόλουθα βήματα:

- Συμμετοχή των εργαζομένων. Επιδίωξη της συμμετοχής των εργαζομένων, συμπεριλαμβανομένης της αναζήτησης της βοήθειας τους για τον εντοπισμό ζητημάτων και προβλημάτων. Συχνά, αυτό οργανώνεται με συγκεκριμένες ομάδες ατόμων που είναι επιφορτισμένες με τη συλλογή και τη μετάδοση πληροφοριών από μια ευρύτερη ομάδα εργαζομένων.
- Εύρεση προβλημάτων. Χρησιμοποιώντας ευρεία ανατροφοδότηση πληροφοριών από όλους τους υπαλλήλους, συγκεντρώστε μια λίστα με προβλήματα και πιθανές ευκαιρίες. Εάν τα προβλήματα είναι πολλά τότε η δημιουργία λίστας είναι αναπόφευκτη.

- Δημιουργία μιας λύσης. Ενθαρρύνετε τους υπαλλήλους να προσφέρουν δημιουργικές λύσεις, ενθαρρύνοντας κάθε είδους ιδέες. Επιλέξτε μια νικητήρια λύση ή λύσεις από τις ιδέες που παρουσιάζονται.
- Δοκιμή της λύσης. Η εφαρμογή της νικητήριας λύσης που επιλέχθηκε παραπάνω, με όλους που εμπλέκονται να συμμετέχουν. Δημιουργήστε πιλοτικά προγράμματα ή κάντε άλλα μικρά βήματα για να δοκιμάσετε τη λύση.
- Αναλύστε τα αποτελέσματα. Σε διάφορα χρονικά διαστήματα, ελέγχετε την πρόοδο, με συγκεκριμένα σχέδια για το ποιο θα είναι το σημείο επαφής και πώς να διατηρήσετε τους εργαζομένους σε ενημερωμένους. Προσδιορίστε πόσο επιτυχημένη ήταν η αλλαγή.
- Εάν τα αποτελέσματα είναι θετικά, υιοθετήστε τη λύση σε ολόκληρο τον οργανισμό.
- Αυτά τα επτά βήματα θα πρέπει να επαναλαμβάνονται σε συνεχή βάση, με νέες λύσεις να ελέγχονται όπου χρειάζεται ή να αντιμετωπίζονται νέες λίστες προβλημάτων

Αν και ο στόχος του Kaizen είναι η εκτεταμένη αλλαγή, τα γεγονότα για την έναρξη των προσπάθειών ή την εστίαση σε ένα συγκεκριμένο σύνολο προβλημάτων ισχύει ότι πλέον η συγκεκριμένη μέθοδος έχει εξελιχθεί και περιλαμβάνει περισσότερα προβλήματα.

Στη Δύση, αυτές οι συγκεντρωμένες προσπάθειες για γρήγορες αλλαγές για την επίτευξη ενός βραχυπρόθεσμου στόχου είναι συχνά το εύρος των προσπαθειών του Kaizen. Υπάρχουν πολλά ονόματα που σχετίζονται με εκδηλώσεις Kaizen, συμπεριλαμβανομένων των Kaizen blitz, Kaizen burst, Kaizen workshop, εργαστήριο εστιασμένης βελτίωσης, εργαστήριο συνεχούς βελτίωσης και εργαστήριο ταχείας διαδικασίας. Αυτά τα συμβάντα μπορούν να βασίζονται σε διάφορα εργαλεία ή να επικεντρώνονται σε συγκεκριμένους τομείς.

Υπάρχουν διάφοροι λόγοι για τους οποίους το Kaizen μπορεί να είναι πλεονέκτημα για έναν οργανισμό. Ωστόσο, υπάρχουν ορισμένες καταστάσεις για τις οποίες είναι λιγότερο κατάλληλη μέθοδος. Μερικά από τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της μεθόδου Kaizen είναι τα ακόλουθα.

Πλεονεκτήματα:

- Η εστίαση του Kaizen στη σταδιακή βελτίωση μπορεί να δημιουργήσει μια πιο ήπια προσέγγιση για την αλλαγή σε αντίθεση με μεγάλες προσπάθειες που μπορεί να εγκαταλειφθούν λόγω της τάσης τους να προκαλούν αντίσταση στην αλλαγή.
- Η Kaizen ενθαρρύνει τον έλεγχο των διαδικασιών, έτσι ώστε να μειωθούν τα λάθη και η σπατάλη.
- Με λιγότερα σφάλματα, ελαχιστοποιούνται οι ανάγκες επίβλεψης και επιθεώρησης.
- Το ηθικό των εργαζομένων βελτιώνεται επειδή η Kaizen ενθαρρύνει την αίσθηση της αξίας και του σκοπού.
- Η ομαδική εργασία αυξάνεται καθώς οι εργαζόμενοι σκέφτονται πέρα από τα συγκεκριμένα θέματα του τμήματός τους.
- Η εστίαση στον πελάτη διευρύνεται καθώς οι εργαζόμενοι συνειδητοποιούν περισσότερες τις απαιτήσεις των πελατών.
- Υπάρχουν συστήματα που διασφαλίζουν ότι ενθαρρύνονται οι βελτιώσεις τόσο βραχυπρόθεσμα όσο και μακροπρόθεσμα.

Μειονεκτήματα:

- Οι εταιρείες με κουλτούρες τοπικές και κλειστής επικοινωνίας πρέπει πρώτα να χρειαστεί να επικεντρωθούν στις πολιτισμικές αλλαγές για να δημιουργήσουν ένα δεκτικό περιβάλλον.
- Τα βραχυπρόθεσμα γεγονότα Kaizen μπορεί να δημιουργήσουν μια έκρηξη ενθουσιασμού που είναι ρηχή και βραχύβια και, επομένως, δεν διατηρείται.

5.13 HEIJUNKA

Είναι γνωστό τόσο στο διοικητικό προσωπικό όσο και στους εργαζόμενους μιας βιομηχανίας πως ένα από τα δυσκολότερα κομμάτια της παραγωγής είναι η διατήρηση μιας σταθερής ροής εργασίας. Καθώς η ζήτηση τείνει να παρουσιάζει διακυμάνσεις πρέπει να ορίζεται ένα χρονικό πλαίσιο για τη δημιουργία αγαθών (takt) το οποίο συμβαδίζει με τη ροή των παραγγελιών. Με τον τρόπο αυτό μπορεί να αποφευχθεί η υπερπαραγωγή.

Για την επίτευξή του στόχου αυτού, ένα ακόμα εργαλείο της λιτής παραγωγής είναι η μέθοδος Heijunka η οποία επιτρέπει τη βελτιστοποίηση της ικανότητας κάλυψης της ζήτησης. Η μέθοδος Heijunka είναι μια λιτή μέθοδος παραγωγής για τη μείωση της ανομοιομορφίας σε μια παραγωγική διαδικασία και την ελαχιστοποίηση της πιθανότητας υπερφόρτωσης. Ο όρος Heijunka προέρχεται από τα ιαπωνικά και κυριολεκτικά σημαίνει ισοπέδωση. Με τη βοήθεια της μεθόδου επιτυγχάνεται η άμεση αντίδραση στις απαιτούμενες αλλαγές και η αξιοποίηση των ικανότητά κάθε εργαζόμενου με τον καλύτερο δυνατό τρόπο.

Με την εφαρμογή της μεθόδου Heijunka, η βιομηχανία μπορεί να σταματήσει να παράγει εργασίες σε παρτίδες και να αρχίσει να επεξεργάζεται παραγγελίες σύμφωνα με τη ζήτηση των πελατών. Αυτό επιτρέπει να μειωθεί το κόστος του αποθέματός αφού θα υπάρχουν λιγότερα αγαθά στο απόθεμα που περιμένουν να αγοραστούν όταν ο όγκος των παραγγελιών είναι χαμηλός. Από την άλλη, η διαδικασία παραγωγής και η ομάδα παραγωγής θα προστατεύονται από την υπερφόρτωση εργασίας όταν η ζήτηση αυξάνεται καθώς θα παράγεται αξία σύμφωνα με το χρόνο takt, ή απλά, με το μέσο ποσοστό πώλησης.

Το σημαντικότερο παράδειγμα εταιρείας που χρησιμοποιεί τη μέθοδο Heijunka είναι η Toyota. Η αυτοκινητοβιομηχανία έχει απορρίψει εδώ και δεκαετίες τα παραδοσιακά μοντέλα παραγωγής. Η συναρμολόγηση των αυτοκινήτων στην παραγωγή γίνεται πάντα με βάση τη ζήτηση. Με αυτό τον τρόπο η παραγωγή γίνεται πιο ευέλικτη, η προσφορά αξίας παραμένει σταθερή και οι μεταβολές στη ζήτηση αντιμετωπίζονται σε ζωντανούς ρυθμούς.

Για το σκοπό αυτό, η μέθοδος έχει δύο τρόπους “ισοπέδωσης” της παραγωγής:

- Ισοπέδωση κατά όγκο
- Ισοπέδωση ανά τύπο

Όσον αφορά την “Ισοπέδωση κατά όγκο”, όταν δημιουργείται μια συνεχή ροή εργασιών πρέπει να σταματάει η επεξεργασία των εργασιών κατά παρτίδες, προκειμένου να παράγεται μόνο ό,τι παραγγέλθηκε και να διατηρείται το κόστος του αποθέματος σε χαμηλά επίπεδα.

Στην πυρήνα της, η λιτή παραγωγή διδάσκει ότι πρέπει να ξεκινάει νέα δουλειά μόνο όταν φτάσει μια παραγγελία. Ωστόσο, αυτό μπορεί να μην είναι μια ρεαλιστική επιλογή σε εταιρείες με σταθερή ροή νέων παραγγελιών, πράγμα που σημαίνει πως πρέπει απλώς να προσαρμόσουν τη ροή εργασίας τους για να ανταποκριθούν στη ζήτηση. Η μέθοδος Heijunka επιτρέπει την ισοπέδωση της παραγωγής με βάση τον μέσο όγκο παραγγελιών που έρχονται.

Για παράδειγμα, εάν η μέση ζήτηση είναι 20 παραγγελίες την εβδομάδα, αλλά ο αριθμός κυμαίνεται μέρα με τη μέρα (π.χ. Δευτ. 3, Τρί 10, Τετ 5 κ.λπ.), θα ήταν συνετό να εφαρμοστεί η μέθοδος Heijunka για να γίνει εξισορρόπηση τη παραγωγής κατ' όγκο. Με αυτόν τον τρόπο μπορεί να δημιουργηθεί μια σταθερή ροή εργασίας και να γίνεται επεξεργασία πέντε παραγγελιών την ημέρα ώστε να καλυφθεί η μέση ζήτηση μέχρι το τέλος της εβδομάδας.

Έτσι μπορεί να διατηρείται η διαδικασία παραγωγής σε λειτουργία όλη την ώρα χωρίς επιπλέον πίεση όταν ο αριθμός των παραγγελιών αυξάνεται κατά τη διάρκεια της εβδομάδας.

Η μέθοδος Heijunka μπορεί να αφορά και τη διαχείριση ενός χαρτοφυλακίου προϊόντων. Επιτρέπει στην ισοπέδωση της παραγωγής με βάση τη μέση ζήτηση για κάθε προϊόν του χαρτοφυλακίου και την οργάνωση της εργασίας γύρω από αυτό. Η αρχή παραμένει η ίδια, δημιουργείται δηλαδή αρκετό απόθεμα από κάθε αγαθό για να καλυφθεί η μέση ζήτηση των πελατών για το χαρτοφυλάκιο προϊόντων.

Για παράδειγμα, εάν έρχονται δέκα παραγγελίες την εβδομάδα για το προϊόν Α, δύο παραγγελίες για το προϊόν Β, πέντε παραγγελίες για το προϊόν Γ και τρεις παραγγελίες για το προϊόν Δ κατά μέσο όρο, θα πρέπει να γίνει εξισορρόπηση της ικανότητας παραγωγής ενός συνολικού αριθμού είκοσι προϊόντων ανά εβδομάδα.

Σε αυτήν την περίπτωση, πρέπει γίνεται χρήση της μεθόδου Heijunka για να υπάρξει ακόμα μεγαλύτερη ισορροπία στην παραγωγή, ώστε να μπορεί να συμβαδίζει με τη ζήτηση για κάθε προϊόν. Αντιμετωπίζοντας αυτή την πρόκληση, η Toyota ανέπτυξε ένα εργαλείο που ονομάζεται Heijunka Box για να απεικονίσει τον αριθμό των οχημάτων που πρέπει να παράγονται για κάθε μοντέλο.

Το Heijunka box είναι ένα εργαλείο προγραμματισμού εργασιών που χρησιμοποιείται για την οπτικοποίηση των αντικειμένων εργασίας που πρέπει να ολοκληρωθούν για να καλυφθεί η μέση ζήτηση των πελατών. Είναι ένα σύστημα δηλαδή το οποίο οπτικοποιεί τις παραγγελίες κάθε προϊόντος και σύμφωνα με τη μέση ζήτηση “ισοπεδώνει” τη διαδικασία παραγωγής για την επίτευξη της βέλτιστης ροής.

Το Heijunka box μοιάζει με ένα πλέγμα που αναλύεται ανάλογα με τον τύπο του προϊόντος και την ποσότητα που πρέπει να παραχθεί κάθε μέρα της εβδομάδας.

Οι γραμμές αντιστοιχούν σε προϊόντα της επιχείρησης ενώ οι στήλες είναι οι εργάσιμες μέρες της εβδομάδας. Κάθε μικρό κουτί χρησιμεύει ως δοχείο για τα προγραμματισμένα αντικείμενα εργασίας που πρέπει να ολοκληρώσει η ομάδα.

Ανάλογα με το χρόνο takt, μπορεί να χρειαστεί να γίνουν πολλές ή και καθόλου παραγγελίες σε κάθε κουτάκι. Στο σύστημα παραγωγής της Toyota, κάθε είδος στο κουτί Heijunka είναι μια κάρτα Kanban που αργότερα περνά από τα βήματα της διαδικασίας κατασκευής.

Τέλος, η μέθοδος Heijunka είναι ένα εργαλείο της λιτής παραγωγής, μια λιτή μέθοδος η οποία επιτρέπει:

- Οργάνωση της ροή εργασίας σας για την κάλυψη της ζήτησης των πελατών.
- Μείωση του κόστους αποθεμάτων αποφεύγοντας την υπερπαραγωγή.
- Προστασία της ομάδα από την υπερβολική επιβάρυνση από τις αυξήσεις της ζήτησης.
- Καθιέρωση καθορισμένου χρόνου για τη δημιουργία αγαθών (takt)
- Διατήρηση του συστήματος έλξης παραγγελιών σε βέλτιστη απόδοση

5.14 5S

Πρόκειται για μια μεθοδολογία η οποία οδηγεί σε ένα καθαρό χώρο εργασίας, ασφαλή και καλά οργανωμένο ώστε να βοηθάει στη μείωση των αποβλήτων και τη βελτιστοποίηση της παραγωγικότητας. Έχει σχεδιαστεί ώστε να συμβάλει στη δημιουργία ενός ποιοτικού εργασιακού περιβάλλοντος και να μπορεί να εφαρμοστεί σε κάθε χώρο εργασίας.

Το όνομα της μεθόδου (5S) προέρχεται από πέντε ιαπωνικές λέξεις που ξεκινούν με το γράμμα “S” πάνω στις οποίες στηρίχτηκε η μέθοδος. Σε μετάφραση έχουμε:

- Seiri: Να ξεχωρίζεις τα χρήσιμα μέσα παραγωγής (εργαλεία, εξαρτήματα, πληροφορία) από εκείνα που δεν χρειάζονται.
- Seiton: Η σωστή στοιχειοθέτηση των εξαρτημάτων και των εργαλείων για τη σωστή χρήση τους.
- Seiso: Ο τακτικός “καθαρισμός” των άχρηστων αντικειμένων στην παραγωγική διαδικασία.
- Seiketsu: Η καθημερινή επανάληψη των τριών πρώτων βημάτων ώστε να διατηρείται ο χώρος παραγωγής σε άριστη κατάσταση.
- Shitsuke: Τα τέσσερα παραπάνω στάδια να γίνουν συνήθεια στο χρήστη.

Αυτό που επιτυγχάνει ο χρήστης με τη μέθοδο αυτή είναι αυξημένη ασφάλεια για τους εργαζόμενους, επιμήκυνση του χρόνου ζωής του εξοπλισμού, λιγότερο αριθμό λαθών, μείωση του κόστους παραγωγής, αυξημένη παραγωγικότητα και προσαρμοστικότητα της παραγωγής, καλύτερη αξιοποίηση όλων των μέσων και τόνωση του ηθικού των εργαζομένων καθώς και της εικόνας της εταιρίας.

Ένα παράδειγμα χρήσης της μεθόδου είναι η συγγραφή μιας ηλεκτρονικής φόρμας προς συμπλήρωση. Αφού γίνει η διαδικασία συλλογής των ερωτήσεων που θα γραφτούν στη φόρμα η υπεύθυνη ομάδα που έχει αναλάβει το έργο θα πρέπει να δράσει. Κατά τον πρώτο κανόνα θα πρέπει να διακρίνει εάν υπάρχουν περιττές ερωτήσεις. Εάν κάτι είναι περιττό θα πρέπει να απορριφθεί. Έπειτα θα πρέπει οι ερωτήσεις να ομαδοποιηθούν και να μπουν σε σειρά ανάλογα με τη θεματολογία τους. Μετά θα πρέπει να εξασφαλιστεί μέσω κάποιου εργαλείου πως οι απαντήσεις που γράφουν οι χρήστες είναι έγκυρες. Προτελευταίο στάδιο είναι η δημιουργία του προτύπου και στο τέλος το “ανέβασμα” του στο διαδίκτυο όπου με κάποιο λογισμικό θα μαζεύονται αυτόματα οι απαντήσεις από τους χρήστες.

5.15 ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗ

Πρόκειται για μια σχετικά νέα επιστήμη η οποία γνώρισε μεγάλη ανάπτυξη λόγω της τεχνολογικής προόδου της εποχής. Η υπολογιστική μηχανική αποτελεί ένα σημαντικό εργαλείο για την επίλυση σύνθετων προβλημάτων αφού δανείζεται στοιχεία από τη μηχανική συνεχών μέσων, τα εφαρμοσμένα μαθηματικά, την επιστήμη υπολογιστών αλλά και τη μοντελοποίηση.

Ουσιαστικά πρόκειται για μια μέθοδο κατά την οποία τα προβλήματα αναλύονται, μοντελοποιούνται, επεξεργάζονται και επαληθεύονται μέσω υπολογιστών. Η μεγάλη υπολογιστική δύναμη των σύγχρονων ηλεκτρονικών υπολογιστών καθιστά τη διαδικασία εύκολη, γρήγορη και αποδοτική.

Η εφαρμογή της μεθόδου στη βιομηχανία μπορεί να θεωρηθεί πράσινη αφού μέσω αυτής πολλά από τα στάδια της ανάπτυξης νέων προϊόντων συμπύσσονται. Διαδικασίες όπως ο σχεδιασμός, η ανάλυση εργαστηριακών δεδομένων και η δημιουργία πρωτοτύπων γίνονται με τη βοήθεια λογισμικών και ως συνέπεια οι απαιτούμενες εργατοώρες αλλά και οι φυσικοί πόροι που απαιτούνται για τα παραπάνω στάδια μειώνονται σημαντικά.

Η συμβολή της υπολογιστικής μηχανικής είναι πολύτιμη σε κλάδους όπως η αυτοκινητοβιομηχανία, η αεροναυπηγική και η ναυπηγική όπου πέρα από το μεγάλο κόστος ανάπτυξης των μοντέλων το παραμικρό λάθος μπορεί να αποφέρει τεράστια οικονομική ζημιά. Πλέον ισχύει ότι αυτοκίνητα, διαστημόπλοια, αεροπλάνα και πλοία αναπτύσσονται κομμάτι-κομμάτι και ελέγχονται με κατάλληλα λογισμικά. Για παράδειγμα, η αεροδυναμική μελέτη των πτερυγίων αεροσκαφών, των αυτοκινήτων, τα τεστ κόπωσης κατασκευών αλλά και τα τεστ σύγκρουσης (crash test) γίνονται με τη βοήθεια αυτής της επιστήμης.

5.16 POKA-YOKE

Πρόκειται για μια μέθοδο η οποία αναπτύχθηκε το 1960 στην Ιαπωνία από τον Shigeo Shingo, ο οποίος εργαζόταν ως μηχανικός στην αυτοκινητοβιομηχανία TOYOTA. Ο όρος Poka-Yoke σημαίνει: Αποφυγή (Poka) Ανεπιθύμητων Λαθών (Yoke).

Σκοπός της μεθόδου είναι η επιβεβαίωση πως επικρατούν οι κατάλληλες συνθήκες ώστε να μη γίνει κάποιο λάθος. Πρόκειται δηλαδή για μια μέθοδο η οποία κυρίως προλαμβάνει τα λάθη πριν συμβούν ενώ πολλές φορές μπορεί να λειτουργήσει και ελεγκτικά εντοπίζοντας τα λάθη όσο νωρίτερα γίνεται.

Για να αποφευχθούν τα λάθη η μέθοδος δημιουργεί πολλές φορές εμπόδια στο χρήστη τα οποία μετά από πολλές επαναλήψεις θα γίνουν ρουτίνα και έτσι θα μηδενιστεί η πιθανότητα λάθους. Ενδεικτικό παράδειγμα που βρίσκεται στη βιβλιογραφία είναι η παρομοίωση της μεθόδου με το συμπλέκτη του αυτοκινήτου. Όταν ο οδηγός (χρήστης) θέλει να βάλει μπροστά το όχημα είναι απαραίτητο να έχει πατημένο το συμπλέκτη ώστε να απομονώσει. Σε περίπτωση που δεν το κάνει, το αυτοκίνητο “κλωτσάει” και δεν ξεκινάει. Ο συμπλέκτης δηλαδή λειτουργεί ως ενέργεια πρόληψης του λάθους.

Άλλο παράδειγμα είναι ο αυτοματισμός του πλυντηρίου ρούχων ο οποίο δεν εκκινεί τη συσκευή εάν δεν κλείσει η πόρτα ώστε να αποφευχθεί η ανυπολόγιστη παροχή νερού. Πρόκειται για δύο παραδείγματα τα οποία μοιράζονται ως κοινό χαρακτηριστικό την αναγκαστική εφαρμογή μιας πράξης ώστε να υπάρξει το επιθυμητό αποτέλεσμα. Εκεί

έγκειται η αποτελεσματικότητα και η σημαντικότητα της μεθόδου Poka-Yoke αφού μέσω των κατάλληλων πράξεων τα λάθη μηδενίζονται, προσφέροντας έτσι το επιθυμητό αποτέλεσμα σε λιγότερο χρόνο και χωρίς επιπλέον έξοδα λόγω των λαθών.

Η μέθοδος αυτή, η οποία μπορεί να έχει εφαρμογή σε όλα τα στάδια της παραγωγής, χρησιμοποιείται σε μεγάλο βαθμό για να αποφευχθούν λάθη:

- Στη διαδικασία παραγωγής, ώστε να μην υπάρξουν προϊόντα τα οποία δεν περνάνε όλα τα απαραίτητα στάδια.
- Κατά τη ρύθμιση (σετάρισμα) των μέσων παραγωγής (χρήση σωστών κοπτικών εργαλείων, παραμέτρων κοπής κλπ.)
- Στη συναρμολόγηση κομματιών, αφού εάν κάποιο κομμάτι λείπει ή είναι ελαττωματικό τότε αυτόματα η παραγωγή ζημιώνεται.

Η μέθοδος Poka-Yoke κατά το πρώτο στάδιο έχει δύο προσεγγίσεις. Η πρώτη είναι η πρόληψη του λάθους ενώ η δεύτερη η αναγνώριση του λάθους αφού έχει γίνει. Μετά από αυτό το στάδιο ο χρήστης πρέπει να αποφασίσει πως θα είναι σε θέση να αναγνωρίζει το λάθος άμεσα. Αυτό το στάδιο μπορεί να γίνει μέσω φυσικού ελέγχου, εάν πρόκειται για κάποιο απτό προϊόν, μέσω του ελέγχου των σταδίων παραγωγής εάν δηλαδή όλα τα προηγούμενα πραγματοποιήθηκαν ομαλά ή με τη χρήση κάποιας λίστας ελέγχου η οποία θα σιγουρεύει όλα τα παραπάνω. Όταν γίνουν όλα αυτά ο χρήστης εκπαιδεύεται μέσω της επαναληψιμότητας και το αποτέλεσμα είναι επιτυχημένο.

5.17 INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO)

Ο Διεθνής Οργανισμός Τυποποίησης (ISO) αποτελεί μια οργάνωση δημιουργίας και έκδοσης προτύπων. Μέλη αυτού του οργανισμού είναι οι αντιπρόσωποι των εθνικών οργανισμών τυποποίησης. Ημερομηνία ίδρυσης του οργανισμού είναι η 23^η Φεβρουαρίου 1947. Από τότε το βασικό του έργο είναι η δημιουργία/θέσπιση των παγκοσμίως βιομηχανικών και εμπορικών προτύπων, γνωστά και ως πρότυπα ISO.

Ο οργανισμός ISO αποτελεί μία μη κυβερνητική οργάνωση που έχει την αρμοδιότητα να θέτει πρότυπα. Τα πρότυπα αυτά εφαρμόζονται σε παγκόσμιο επίπεδο μέσα από νομοθεσίες ή συνθήκες σε κρατικό ή συλλογικό επίπεδο (ΕΕ). Το γεγονός αυτό καθιστά το συγκεκριμένο οργανισμό πιο ισχυρό από άλλες μη κυβερνητικές οργανώσεις αφού ουσιαστικά λειτουργεί σαν μια κοινοπραξία κρατικών μηχανισμών, άρα έχει ισχυρούς δεσμούς με κυβερνήσεις.

Όσον αφορά το περιβάλλον, ο παγκόσμιος αυτός οργανισμός έχει θεσπίσει την οικογένεια προτύπων τυποποίησης ISO 14000. Πρόκειται για τυποποίηση η οποία βοηθάει τους οργανισμούς να βελτιώσουν το περιβαλλοντικό τους αντίκτυπο μέσα από την καλύτερη χρήση των πόρων και τη μείωση των ρύπων, δίνοντάς τους έτσι εμπορικό πλεονέκτημα αλλά και κερδίζοντας παράλληλα την εμπιστοσύνη του κοινού.

Το πιο γνωστό πρότυπο από αυτήν την οικογένεια είναι το ISO 14001 το οποίο δημοσιεύτηκε πρώτη φορά το 1996, μετά από την επιτυχία που γνώρισε το πρότυπο ISO 9000 και στηρίχτηκε σε διάφορα μοντέλα που είχαν θεσπιστεί από τη βρετανική επιτροπή τυποποίησης. Πρόκειται για μία περίοδο που η βιομηχανία είχε ήδη ξεκινήσει να κάνει τα πρώτα βήματα προς τις πράσινες μεθόδους παραγωγής βάζοντας το περιβάλλον στο επίκεντρο.

Όσον αφορά τις νέες τεχνολογίες παραγωγής, ο ISO έχει δημιουργήσει το πρότυπο ISO/ASTM 52900 το οποίο θέτει τις βάσεις για τις νέες τεχνολογίες προσθήκης / εναπόθεσης υλικού.

Όσον αφορά την αποτελεσματικότητα των προτύπων σε συστηματικές έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί από τα μέσα της δεκαετίας του 1990 μέχρι και σήμερα έχει βρεθεί πως οι πιστοποιημένες εταιρίες έχουν βελτιώσει τα ποσοστά των ρύπων (υγρών & αέριων), τη χρήση πόρων και ενέργειας, καθώς και των αποβλήτων.

Σύμφωνα με το ISO 14001, οι οργανισμοί που επιθυμούν να λάβουν την πιστοποίηση πρέπει να είναι σε θέση να:

- Καθιερώσουν, εφαρμόσουν, διατηρήσουν και βελτιώσουν ένα περιβαλλοντικό πλάνο.
- Συμμορφωθούν με την εγχώρια περιβαλλοντική πολιτική.
- Συμμορφωθούν με το πρότυπο ISO και να είναι αναγνωρίσιμο από το περιβάλλον τους (πελάτες, προμηθευτές ή άλλους οργανισμούς).

Η πιστοποίηση αυτή ως αποτέλεσμα μπορεί να βελτιώσει τη φήμη μιας εταιρείας, επιχείρησης ή οργανισμού, να αυξήσει την (επιχειρηματική) αυτοπεποίθηση των μετόχων, να θέτει στρατηγικούς στόχους, να θέτει οικονομικά πλεονεκτήματα λόγω της μείωσης του κόστους αλλά και να επηρεάζει τους προμηθευτές να κάνουν το ίδιο αφού τους περιλαμβάνει στο στρατηγικό της πλάνο.

Λόγω της συνεχούς τεχνολογικής και κοινωνικής εξέλιξης, τα πρότυπα ISO αναθεωρούνται ώστε να μπορούν να συμβαδίσουν με την αγορά. Μέχρι σήμερα το ISO 14001 βρίσκεται στην τρίτη αναθεώρησή του. Είμαστε σε θέση να γνωρίζουμε ποια έκδοση συναντάμε σε κάθε περίπτωση αφού αναγράφεται δεξιά από το όνομα του προτύπου, για παράδειγμα το ISO 14001:2015 αναθεωρήθηκε το 2015.

6.ΤΕΤΑΡΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΕΠΑΝΑΣΤΑΣΗ / INDUSTRY 4.0

Οι πολλές φάσεις στις οποίες έχει βρεθεί η βιομηχανία ιστορικά αποκαλούνται Βιομηχανικές Επαναστάσεις. Στις αρχές του 19ου αιώνα συνέβη η πρώτη Βιομηχανική Επανάσταση η οποία εξώθησε τη Μεγάλη Βρετανία από τη γεωργία και την πρωτογενή παραγωγή στη βιομηχανική παραγωγή με τη βοήθεια των ατμομηχανών και των μεγάλων παραγωγικών εγκαταστάσεων. Η δεύτερη Βιομηχανική Επανάσταση συνέβη στις αρχές του προηγούμενου αιώνα και βασικό χαρακτηριστικό αποτέλεσε η χρήση του ηλεκτρικού ρεύματος και τη μαζική επεξεργασία μετάλλου και την παραγωγή πολύπλοκων προϊόντων όπως τα αυτοκίνητα. Σε αυτή τη στιγμή της ιστορίας γεννήθηκε και η σημαντικότερη μέχρι σήμερα επιχειρησιακή ιδέα, η γραμμή παραγωγής. Τη δεκαετία του 1970 τα μηχανικά και ηλεκτρικά συστήματα αντικαταστάθηκαν από ψηφιακά, εισήχθη στη βιομηχανία η ρομποτική και ο αυτοματισμός και πλέον γίνεται λόγος για την τρίτη Βιομηχανική Επανάσταση.

Η μεγάλη σημασία της τεχνολογίας στη σύγχρονη κοινωνία και ο συνεχώς αυξανόμενος ρυθμός ζωής παίζει πολύ μεγάλο ρόλο στον τρόπο που λειτουργεί η βιομηχανία. Η ανθρωπότητα καταναλώνει με συνεχώς αυξανόμενο ρυθμό ενώ παράλληλα γίνεται πιο απαιτητική ως προς την ποιότητα των προϊόντων που καταναλώνει. Αυτά σε συνδυασμό με την περιβαλλοντική προσπάθεια που καταβάλετε ώστε να γίνει η παραγωγή φιλικότερη προς το περιβάλλον και να μειωθεί η σπατάλη στη βιομηχανία οδήγησαν στην τέταρτη Βιομηχανική Επανάσταση (ή Industry 4.0) κύρια χαρακτηριστικά της οποίας αποτελούν οι νέες προσεγγίσεις στις παραδοσιακές τεχνικές βιομηχανικής παραγωγής.

Ήδη από την αρχή του 21^{ου} αιώνα εμφανίζονται όλο και περισσότερες έξυπνες τεχνολογίες δημιουργώντας νέες ορολογίες. Σιγά σιγά γίνεται επιτακτική η ανάγκη αξιοποίησης νέων τεχνολογιών αυτοματισμού, δημιουργία βελτιωμένων και αξιόπιστων επικοινωνιών ενώ πλέον γίνεται και λόγος για την παρακολούθηση προϊόντων κατά την παραγωγή, υπηρεσιών και διαδικασιών σε πραγματικό χρόνο. Ταυτόχρονα υπάρχει έρευνα και δοκιμές στην ανάπτυξη έξυπνων συστημάτων για τη διάγνωση και αντιμετώπιση προβλημάτων χωρίς να είναι απαραίτητη η ανθρώπινη παρέμβαση. Αυτό συμβαίνει μέσω προβλεπτικών αλγορίθμων.

Το Industry 4.0 δεν ξεκίνησε από κάποια εταιρία όπως άλλες μέθοδοι που αναφέρθηκαν νωρίτερα ή δεν αποτέλεσε κοινωνικό κίνημα. Θεμελιώθηκε από την Γερμανική κυβέρνηση το 2013 και προέκυψε μέσα από μία μελέτη στην οποία γινόταν ανάλυση της στρατηγικής που θα ακολουθούσε η γερμανική βιομηχανία τα επόμενα χρόνια η οποία αφορούσε την αντικατάσταση του ανθρώπινου δυναμικού με αυτοματισμούς. Πρώτη φορά που κάποιος αναφέρθηκε εκτεταμένα στην 4^η βιομηχανική επανάσταση ήταν η καγκελάρια Άνγκελα Μέρκελ στο παγκόσμιο οικονομικό φόρουμ του Νταβός το 2015. Σε αυτή της την ομιλία η καγκελάρια αναφέρθηκε στην επιτακτική ανάγκη χρήσης του διαδικτύου ως μέσο παρακολούθησης και ρύθμισης της βιομηχανικής παραγωγής. Από τότε έχουν γίνει πολλές ενέργειες σε παγκόσμιο επίπεδο ενώ κυβερνήσεις και εταιρείες συνεχώς επενδύουν με αποτέλεσμα να αυξηθεί ο ανταγωνισμός.

Καθώς συμβαίνουν όλα αυτά, τα εργοστάσια σε ολόκληρο τον κόσμο ανανεώνουν και προσθέτουν νέους αυτοματισμούς ενώ δίνεται πλέον και η δυνατότητα ζωντανής ανάλυσης δεδομένων και επικοινωνίας με άλλα σημεία παραγωγής/εργοστάσια (που μπορεί ανήκουν στον ίδιο εταιρικό όμιλο ή να συνεργάζονται για τη δημιουργία ενός προϊόντος) δημιουργώντας έτσι μία live-πολυδιάστατη παραγωγή. Αυτή η δραστηριότητα παλαιότερα πραγματοποιούνταν από το ανθρώπινο δυναμικό. Πλέον είναι μια αυτόματη

διαδικασία και με αυτό τον τρόπο εξοικονομείται χρόνος από τους εργαζομένους ώστε να ασχοληθούν με πιο περίπλοκες διαδικασίες.

Στην πραγματικότητα το Industry 4.0 δεν αποτελεί κάποια νέα τεχνολογία. Πρόκειται για μια νέα προσέγγιση σε ήδη υπάρχουσες τεχνολογίες ώστε μέσα από την εφαρμογή και το συνδυασμό τους να μπορέσουν να επιτευχθούν αποτελέσματα πρωτόγνωρα σε σχέση με τα ήδη υπάρχοντα.

Γενικοί στόχοι είναι η διασύνδεση, η μείωση της σπατάλης πόρων, η αύξηση της παραγωγικότητας, η ευελιξία κλπ. Μέσα από έξυπνα συστήματα επιτυγχάνεται συλλογή μεγάλων ποσοτήτων δεδομένων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τους παραγωγούς ως εργαλεία για την ανάλυση και τη βελτίωση των προϊόντων τους. Ένας επιπλέον τρόπος αξιοποίησης αυτών των εργαλείων είναι η επεξεργασία των δεδομένων με τέτοιες μεθόδους ώστε ο παραγωγός να χρησιμοποιεί τις πρώτες ύλες όσο πιο αποδοτικά μπορεί, δηλαδή να παραγγέλλει όσες χρειάζεται ώστε να παράγει ποσότητα προϊόντων που μπορεί να απορροφήσει η αγορά.

Ένα ακόμη πρωτότυπο και ιδιαίτερο χαρακτηριστικό της τέταρτης Βιομηχανικής Επανάστασης είναι τα έξυπνα εργοστάσια (Smart factories) στα οποία ενσωματώνονται συστήματα συλλογής δεδομένων σε συνδυασμό με προηγμένες επικοινωνίες που σκοπό έχουν την εξέλιξη της γραμμής παραγωγής και της εφοδιαστικής αλυσίδας, φέρνοντας ένα πολύ υψηλότερο επίπεδο αυτοματισμού και ψηφιοποίησης. Αυτό δηλαδή σημαίνει πως οι μηχανές θα αρχίσουν να χρησιμοποιούν συστήματα αυτοβελτιστοποίησης, αυτορρύθμισης και συστήματα τεχνητής νοημοσύνης (AI) ώστε να ολοκληρώνουν περίπλοκες εργασίες. Με αυτό τον τρόπο μπορεί να υπάρξει μείωση του κόστους παραγωγής και βελτιστοποίηση των προϊόντων και των υπηρεσιών που προσφέρονται στο καταναλωτικό κοινό.

Σύμφωνα με όσα αναφέρθηκαν παραπάνω για να μπορέσει να θεωρηθεί πως ένα εργοστάσιο ή σύστημα ανήκει στη Βιομηχανία 4ης γενιάς, θα πρέπει να πληροί κάποια κριτήρια:

- **Διαλειτουργικότητα (Interoperability)** – Τα στοιχεία της παραγωγής (μηχανές, συσκευές, αισθητήρες και άνθρωποι) συνδέονται και είναι σε θέση να επικοινωνήσουν σε ζωντανό χρόνο χωρίς κανένα πρόβλημα.
- **Διαφάνεια της πληροφορίας** – Ουσιαστικά πρόκειται για τη μοντελοποίηση του πραγματικού κόσμου από τις μηχανές μέσα από δεδομένα που προκύπτουν από αισθητήρες. Στόχος είναι η ταξινόμηση των μεγάλων όγκων πληροφορίας και ένταξη της σε ένα στενότερο πλαίσιο το οποίο θα είναι προσπελάσιμο και επεξεργάσιμο από όλες τις μηχανές.
- **Τεχνική υποστήριξη** – Έχει να κάνει με την αλληλεπίδραση ανθρώπου-μηχανής. Από τη μία, μέσω αλγορίθμων, τα συστήματα θα είναι σε θέση να βοηθούν τους ανθρώπους στη διαδικασία λήψης αποφάσεων ενώ από την άλλη οι μηχανές θα είναι σε θέση να κάνουν εργασίες δύσκολες ή επικίνδυνες για τον άνθρωπο.
- **Αποκεντρωμένη λήψη αποφάσεων** – Αποτελεί την ικανότητα των συστημάτων να παίρνουν απλές αποφάσεις μόνα τους, με βάση πάντα τα δεδομένα που έχουν συλλέξει από τη διαδικασία παραγωγής.

Έννοιες κλειδιά για τη Βιομηχανία 4ης γενιάς ώστε να επιτευχθούν όλα τα παραπάνω, αποτελούν:

- **Internet of Things** - Τεχνολογίες δικτύου όπως το 5G που φέρνουν τη συνδεσιμότητα σε νέα επίπεδα ταχύτητας βοηθούν στη σύνδεση συσκευών και την άμεση, απομακρυσμένη χρήση τους.
- **Cyber Physical Systems (CPS)** - Πρόκειται για το συνδυασμό επιστημών όπως η ρομποτική και η ανάλυση δεδομένων που με τη βοήθεια αισθητήρων έχει ως σκοπό την άμεση ρύθμιση εξοπλισμού και μέσων παραγωγής για το βέλτιστο αποτέλεσμα.
- **Ανάλυση μεγάλων δεδομένων** – Αφορά την αποθήκευση, διαχείριση και επεξεργασία δεδομένων που προκύπτουν από όλες τις ενέργειες της παραγωγικής διαδικασίας.
- **Οριζόντια και Κάθετη επικοινωνία** - Άμεση επικοινωνία ανθρώπινου δυναμικού, μέσων παραγωγής αλλά και μονάδων παραγωγής.
- **Cloud Computing** - Αποθήκευση και επεξεργασία δεδομένων online.

Οι αλλαγές που Έχει φέρει η τέταρτη Βιομηχανική Επανάσταση στο σύγχρονο καταναλωτικό κόσμο μπορεί να φέρει τεράστιες αλλαγές στις παραγωγικές διαδικασίες. Ο εκμηδενισμός των χρόνων και η στοχευμένη παραγωγή μπορούν να μειώσουν τους ρύπους της βιομηχανίας και να καταστήσουν την παραγωγική διαδικασία πραγματικά βιώσιμη και αποδοτική.

Το Industry 4.0 είναι ουσιαστικά ένα μείκτο, τόσο δηλαδή στον κυβερνοχώρο όσο και στην πραγματικότητα, σύστημα το οποίο βασίζεται στην ενσωμάτωση και διασφάλιση της γνώσης με σκοπό να μπορέσει να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις της αγοράς. Όπως προαναφέρθηκε, σκοπός της “Τέταρτης Βιομηχανίας” η οποία κάνει χρήση όλων αυτών των εργαλείων, δεν είναι τόσο η παραγωγή μέσα στην παραγωγική μονάδα αλλά ο συγχρονισμός όλων των εργασιών που είναι απαραίτητες για τη δημιουργία των προϊόντων.

Αυτή η δυνατότητα που παρέχεται και έχει να κάνει με απομακρυσμένες εργασίες, κατανομή πληροφορίας και καταγραφή όλων των δεδομένων είναι που κάνει την τέταρτη βιομηχανική επανάσταση το τέλειο μέσο για την ανάπτυξη των πράσινων μεθόδων και τεχνολογιών παραγωγής. Γίνεται λόγος δηλαδή για μια πράσινη βιομηχανία 4.0 στα πλαίσια της οποίας αποτυπώνεται η σχέση των πράσινων διαδικασιών και της βιωσιμότητας των προϊόντων παραγωγής. Το πλαίσιο αυτό διαρθρώνεται σε τρία κατακόρυφα επίπεδα, το τεχνολογικό, το διαδικαστικό και το αναπτυξιακό, ενσωματωμένα και τα τρία μέσω της κυκλικής οικονομίας.

Ο σκοπός του πλαισίου αυτού είναι να εξηγήσει πώς οι τεχνολογίες της τέταρτης γενιάς της βιομηχανίας δημιουργούν βιωσιμότητα μέσω των πράσινων διαδικασιών. Οι λειτουργίες διευκόλυνσης και υποστήριξης των πράσινων διαδικασιών επιτρέπουν την κατανόηση πώς οι σύγχρονες τεχνολογίες μπορούν να συνδεθούν με την έννοια της βιωσιμότητας. Δεν υπάρχει κάποιο μοτίβο με το οποίο οι τεχνολογίες αυτές θα μπορέσουν να στηρίξουν τις ήδη υπάρχουσες, βιώσιμες μεθόδους παραγωγής, άλλα το σίγουρο είναι πως υπάρχουν πολλές εφαρμογές οι οποίες μπορούν να κάνουν μια παραγωγική διαδικασία πιο βιώσιμη. Η άμεση επικοινωνία των παραγωγικών μέσων, η αξιοποίηση του μεγάλου όγκου δεδομένων μαζί με τις άλλες τεχνολογίες αναμένεται να αποφέρουν θετικά αποτέλεσμα στο χώρο της βιομηχανίας.

7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ο υπερκαταναλωτισμός και τα προβλήματα της σύγχρονης κοινωνίας έχουν αναγκάσει τη βιομηχανία να λάβει μέτρα και να αλλάξει πολλές “συνήθειες” του παρελθόντος. Σκοπός της βιομηχανίας, άλλωστε, ανέκαθεν ήταν η εξυπηρέτηση των αναγκών της κοινωνίας.

Η κλιματική αλλαγή, ο υπερπληθυσμός, η μείωση των πόρων και η ενεργειακή κρίση είναι κάποια από τα προβλήματα που αντιμετωπίζει ο κόσμος σήμερα με τις επιχειρήσεις μέσα σε τόσο δύσκολες συνθήκες να εξακολουθούν να αναπτύσσονται και να δημιουργούν. Αυτός είναι ο λόγος που οι συμβατικοί τρόποι παραγωγής εγκαταλείφθηκαν και τη θέση τους πήραν σύγχρονες τεχνικές, βασισμένες σε επιστημονικές μεθόδους, πιο ανθρωποκεντρικές, αποτελεσματικές και φιλικές προς το περιβάλλον.

Τα θέματα που έθιξε αυτή η εργασία έχουν να κάνουν τόσο με την παραγωγή των προϊόντων σε επίπεδο μηχανουργικών κατεργασιών όσο και με το πώς θα γίνουν οι εργασίες, η διανομή των προϊόντων, ακόμη και η ενέργεια που θα καταναλωθεί μέχρι να ολοκληρωθεί το κάθε προϊόν. Πρόκειται για μία έρευνα η οποία στηρίζεται σε επιστημονικά δεδομένα και έρευνες οι οποίες έχουν βάσεις εδώ και χρόνια. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι οι μέθοδοι οργάνωσης της παραγωγής, όπως το Kaizen, οι οποίες έχουν ξεκινήσει να εφαρμόζονται πριν το 1940.

Η ταχύτατη εξέλιξη της τεχνολογίας έχει φέρει στο προσκήνιο μεθόδους κατεργασίας υλικών οι οποίες είναι συμφέρουσες τόσο από άποψη πόρων όσο και από θέμα ενέργειας. Πολλές από τις μεθόδους που αναφέρονται μπορεί ακόμα να είναι σε επίπεδο που δεν χρησιμοποιούνται ευρέως αλλά σταδιακά μέσα στα επόμενα χρόνια αυτό αναμένεται να αλλάξει.

Η ανάπτυξη των πράσινων μεθόδων και της τηλεματικής σε βιομηχανικό επίπεδο θα αλλάξει κατά πολύ τον τρόπο που γίνεται η παραγωγή. Πολλές εργασίες θα εκτελούνται ταυτόχρονα και από απόσταση με τους εργαζόμενους να δουλεύουν ευκολότερα και να παράγουν περισσότερο. Η Τέταρτη Βιομηχανική Επανάσταση είναι ήδη γεγονός με τεχνολογίες όπως το 5G να εισβάλουν στη βιομηχανία και να κάνουν το έργο της ευκολότερο.

Από την άλλη, η ανανεώσιμες πηγές ενέργειας μπορούν να ωφεληθούν σε ακόμη μεγαλύτερο βαθμό τη βιομηχανία η οποία στο μέλλον θα είναι σε θέση να καταναλώνει μόνο ενέργεια από ΑΠΕ και πρώτες ύλες προερχόμενες από ανακυκλωμένα υλικά.

Στο σύντομο μέλλον, όπου το industry 4.0 θα έχει εδραιωθεί και σταδιακά θα μπαίνουμε στο industry 5.0, η βιομηχανία θα είναι σε θέση να χρησιμοποιεί τεχνικές που θα αποφέρουν το μέγιστο δυνατό θετικό αποτέλεσμα με την ελάχιστη σπατάλη ενέργειας και πόρων. Η προστασία του περιβάλλοντος και η μείωση της σπατάλης θα αποτελούν αξίωμα σύμφωνα με το οποίο θα λαμβάνονται τα απαραίτητα σε κάθε περίπτωση μέτρα.

Σε αυτήν τη βιομηχανία μάλιστα θα έχουν θέση μηχανικοί με πολύπλευρες γνώσεις που θα είναι σε θέση να αντιλαμβάνονται σύνθετες μεταβλητές άμεσα και να προσαρμόζονται γρήγορα. Ρόλος του μηχανικού δεν θα είναι μόνο η παραγωγή αλλά το πάντρεμα όλων των αναφέρθηκαν παραπάνω, έχοντας ως στόχο τη συνεχή βελτιστοποίηση όλων των ποσοστών.

8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] U. S. Dixit, D. K. Sarma, J. Paulo Davim, *Environmentally Friendly Machining*, 2012
- [2] Mrityunjay Singh, Tatsuki Ohji, Rajiv Asthana, *Green and Sustainable Manufacturing of Advanced Materials*, 2016
- [3] David Dornfeld, Chris Yuan, Nancy Diaz, Teresa Zhang, Athulan Vijayaraghavan, *Green Manufacturing – Fundamentals and Applications*, 2013
- [4] J. Paul Davim, *Green Manufacturing Processes and Systems*, 2013
- [5] Jiřv Klemeř, Ferenc Friedler, Igor Bulatov, Petar Varbanov, *Sustainability in the Process Industry – Integration and Optimization*, 2011
- [6] Ahmed M. Deif, *A System Model for Green Manufacturing*, 2011
- [7] Amandeep Singh, Deepu Philip, J. Ramkumar, Mainak Das, *A simulation based approach to realize green factory from unit green manufacturing processes*, 2018
- [8] Kai Li, Xun Zhang, Joseph Y.-T. Leung, Shan-Lin Yang, *Parallel machine scheduling problems in green manufacturing industry*, 2015
- [9] Marina I. Baumer-Cardoso, Lucila M.S. Campos, Pedro Pfeifer Portela Santos, Enzo Morosini Frazzon, *Simulation-based analysis of catalyzers and trade-offs in Lean & Green manufacturing*, 2019
- [10] Dinesh Seth, Minhaj Ahemad A. Rehman, Rakesh L. Shrivastava, *Green manufacturing drivers and their relationships for small and medium(SME) and large industries*, 2018
- [11] Corinne Reich-Weiser, Athulan Vijayaraghavan, David Dornfeld, *Green Manufacturing and Sustainable Manufacturing Partnership*, 2008
- [12] Esther T. Akinlabi, and Stephen A. Akinlabi, *Friction Stir Welding Process: A Green Technology*, 2012
- [13] S.P. Sivapirakasam, Sreejith Mohan, M.C. Santhosh Kumar, M. Surianarayanan, *Welding fume reduction by nano-alumina coating on electrodes - towards green welding process*, 2015
- [14] Jingquan Zhang, Ting Huang *, Sergey Mironov, Dong Wang, Qingwei Zhang, Qiang Wu, Jiejie Xu, Rongshi Xiao, *Laser pressure welding of copper*, 2021
- [15] E. Riedel, I. Horn, N. Stein, H. Stein, R. Bähr, S. Scharf, *Ultrasonic treatment: a clean technology that supports sustainability in casting processes*, 2019
- [16] Stefan Scharf, Norbert Dischinger, Baris Ates, Ulrich Schlegel, Norbert Stein, Hagen Stein, *New Plant-Technologies for Reducing Carbon Emissions and Costs in Heat Treatment Processes of Aluminium Castings*, 2018
- [17] Lubomír Klimes, Michal Brezina, Tomas Mauder, Pavel Charvat, Jiří Jaromír Klimes, Josef Stetina, *Dry cooling as a way toward minimisation of water consumption in the steel industry: A case study for continuous steel casting*, 2020

- [18] Chenxiao Wang, Qingpu Zhang, Wei Zhang, Corporate social responsibility, Green supply chain management and firm performance: The moderating role of big-data analytics capability, 2020
- [19] Manjot Singh Bhatia, Kishore Kumar Gangwani, Journal of Cleaner Production - Green supply chain management: Scientometric review and analysis of empirical research, 2020
- [20] Jingzhe Gao, Zhongdong Xiao, Haixiao Wei, Guanghui Zhou, Dual-channel green supply chain management with eco-label policy: A perspective of two types of green products, 2020
- [21] Anil S. Dube, Dr.R.R.Gawande, Green Supply Chain management – A literature review, 2011
- [22] Pietro De Giovanni, Alfio Cariola, Process innovation through industry 4.0 technologies, lean practices and green supply chains, 2021
- [23] Wei Zhang, Mingyang Zhang, Wen Yao Zhang, Qian Zhou, Xinxin Zhang, What influences the effectiveness of green logistics policies? A grounded theory analysis, 2020
- [24] Oksana Seroka-Stolka, Agnieszka Ociepa-Kubicka, Green logistics and circular economy, 2019
- [25] Abdullah S. Karaman, Merve Kilic, Ali Uyar, Green logistics performance and sustainability reporting practices of the logistics sector: The moderating effect of corporate governance, 2020
- [26] S. A. MELNYK, R. P. SROUFEZ, F. L. MONTABON, T. J. HINDS, Green MRP: identifying the material and environmental impacts of production schedules, 2001
- [27] Abiot Sinamo Boltena, Barbara Rapp, Andreas Solsbach, Jorge Marx Gómez, Towards Green ERP Systems: The selection driven perspective, 2014
- [28] Ken Whitelaw, ISO 14001 Environmental Systems Handbook, 1997
- [29] Iñaki Heras-Saizarbitoria, ISO 9001, ISO 14001, and New Management Standards, 2018
- [30] International Standard Organization, ISO 14001: Environmental management systems - Requirements with guidance for use, 2004
- [31] Anh Thu Nguyen, Lukas Parker, Linda Brennan, Simon Lockrey, A consumer definition of eco-friendly packaging, 2020
- [32] Aditya M. Belekar, Green Manufacturing, 2017
- [33] Charanjit Singh, Davinder Singh, J.S. Khamba, Understanding the key performance parameters of green lean performance in manufacturing industries, 2020
- [34] Ahmed M. Deif, A system model for green manufacturing, 2011
- [35] United Nations Industrial Development Organization, Emerging Green Technologies for the Manufacturing Sector, 2014

- [36] Corinne Reich-Weiser, Athulan Vijayaraghavan, David A. Dornfeld, METRICS FOR MANUFACTURING SUSTAINABILITY, 2008
- [37] H. Winkler, Closed-loop production systems—A sustainable supply chain approach, 2011
- [38] Ernesto D.R. Santibanez Gonzalez, Lenny Koh, Janny Leung, Towards a circular economy production system: trends and challenges for operations management, 2019
- [39] Siemens PLM Software, Defining closed-loop manufacturing Using manufacturing operations management to power smart manufacturing, 2018
- [40] International Renewable Energy Agency, Renewable Energy in Manufacturing, 2014
- [41] U. S. Department of Energy, **QUADRENNIAL TECHNOLOGY REVIEW - AN ASSESSMENT OF ENERGY TECHNOLOGIES AND RESEARCH OPPORTUNITIES** / Chapter 6: Innovating Clean Energy Technologies in Advanced Manufacturing, 2015
- [42] United Nations Industrial Development Organization, Accelerating clean energy through Industry 4.0 - Manufacturing the next revolution, 2017
- [43] Akhtar Hussain, Syed Muhammad Arif, Muhammad Aslam, Emerging renewable and sustainable energy technologies: State of the art, 2017
- [44] Recep Yigit, Erdal Celik, General Tool Conditions for Green Machining, 2014
- [45] Apoorv Jain, Harsh Kansal, Green Machining – Machining Of The Future, 2017
- [46] Chil-Chyuan Kuo, Zi-Fan Jiang, Ming-Xue Yang, Bing- Jun You, Wei-Cheng Zhong, Effects of cooling channel layout on the cooling performance of rapid injection mold, 2021
- [47] International Organization for Standardization, Introduction to ISO 14001:2015, 2015
- [48] European Environment Agency / Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος, Βιομηχανία — Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος (europa.eu) , Βιομηχανία, 2009
- [49] Rakesh Somashekaraiah, Suvin P S, Divya Prakash Gnanadhas, Satish Vasu Kailas, Dipshikha Chakravorty, Eco-Friendly, Non-Toxic Cutting Fluid for Sustainable Manufacturing and Machining Processes, 2016
- [50] Minhaj A.A. Rehman, R.L. Shrivastava, Green manufacturing (GM): past, present and future (a state of art review), 2015
- [51] Οργανισμός Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης (Organisation for Economic Co-operation and Development), Οδεύοντας προς την πράσινη ανάπτυξη, 2011
- [52] Γεώργιος Γ. Αραμπατζής, ΔΕΙΚΤΕΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ. ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ: ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ ΣΟΚΟΛΑΤΟΠΟΙΙΑΣ ΠΑΥΛΙΔΗ, 2013

- [53] Ferhat Arslan, THE ROLE OF GREEN BUILDINGS IN SUSTAINABLE PRODUCTION: EXAMPLE OF INCI AKU INDUSTRIAL BATTERY FACTORY, TURKEY, 2017
- [54] Lowell University of Massachusetts, Sustainable production Defined, Ιούλιος 2021, "<https://www.uml.edu/research/lowell-center/about/sustainable-production-defined.aspx>"
- [55] The Global Development Research Center / GDRC, Sustainable Consumption, Ιούνιος 2021, "<https://www.gdrc.org/sustdev/concepts/22-s-consume.html>"
- [56] ΕΣΠΑ, Αειφόρος Ανάπτυξη (Sustainable Development), Ιούλιος 2021, "<https://www.espa.gr/el/pages/dictionaryFS.aspx?item=4>"
- [57] Σπύρος Λιούκας, Καινοτομώ – Επιχειρώ, 2013
- [58] Χαρίσιος Αχίλλας, Δημήτριος Αηδόνης, Διονύσης Μπόχτης, Δημήτρης Φωλίνας, Αειφόρες εφοδιαστικές αλυσίδες, 2020
- [59] Υπουργείο Περιβάλλοντος & Ενέργειας, Ιούλιος 2021, "<https://ypen.gov.gr/>"
- [60] Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος, Βιομηχανία, Ιούλιος 2021, "<https://www.eea.europa.eu/el/themes/industry/intro>"
- [61] Matthew Johnston, 10 Biggest Renewable Energy Companies in the World, Ιανουάριος 2022, "<https://www.investopedia.com/investing/top-alternative-energy-companies/>"
- [62] Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, Εξοικονόμηση Ενέργειας στη Βιομηχανία, Ιούλιος 2021, "http://www.cres.gr/energy_saving/biomixania/biomixania_intro.htm"
- [63] Smart Energy Management & Energy Innovation Laboratory, Electrical Engineering Department TEIWM, Εξοικονόμηση ενέργειας, Ιούλιος 2021, "<https://www.sem-lab.gr/el/%CE%B5%CE%BE%CE%BF%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CE%BD%CF%8C%CE%BC%CE%B7%CF%83%CE%B7-%CE%B5%CE%BD%CE%AD%CF%81%CE%B3%CE%B5%CE%B9%CE%B1%CF%82>"
- [64] Rick LeBlanc, An Introduction to Metal Recycling, Ιούλιος 2021, "<https://www.thebalancesmb.com/an-introduction-to-metal-recycling-4057469>"
- [65] Rick LeBlanc, About Metal Recyclig, Ιούλιος 2021, "<https://www.thebalancesmb.com/about-metal-recycling-2877921>"
- [66] Ελληνικός Οργανισμός Ανακύκλωσης, Ιούλιος 2021, "<https://www.eoan.gr/>"
- [67] Wanda Thompson, A guide to the most eco – friendly materials, Ιούλιος 2021, "<https://householdwonders.com/most-eco-friendly-materials/>"
- [68] Keller Technology Corporation, 8 Common Types of Surface Treatments for Metal Parts, Ιούλιος 2021, "<https://www.kellertechnology.com/blog/8-common-types-of-surface-treatments-for-metal-parts/>"
- [69] Andreas Velling, What Is Heat Treatment? Methods & Benefits, Ιούλιος 2021, "<https://fractory.com/heat-treatment-methods/>"

- [70] General Kinematics, Heat Treatment: What it is and How it Works, Ιούλιος 2021, ["https://www.generalkinematics.com/blog/heat-treatment/"](https://www.generalkinematics.com/blog/heat-treatment/)
- [71] Γιοβάνης Απόστολος, Οργάνωση και διοίκηση παραγωγής, Ιούλιος 2021, ["http://users.teiath.gr/giovanis/files_dioikisi_paragogis/CH1.INTRODUCTION-BASIC-NOTIONS.pdf"](http://users.teiath.gr/giovanis/files_dioikisi_paragogis/CH1.INTRODUCTION-BASIC-NOTIONS.pdf)
- [72] Diann Daniel, Lean Manufacturing (lean production), Απρίλιος 2022, ["https://www.techtarget.com/searcherp/definition/lean-production"](https://www.techtarget.com/searcherp/definition/lean-production)
- [73] Emily McLaughlin, Six Sigma, Απρίλιος 2022, ["https://www.techtarget.com/searchcio/definition/Six-Sigma?_gl=1*jwlaacq*_ga*MTI4NTUxNjY0OS4xNjI3NzMzMzYy*_ga_TQKE4GS5P9*MTYyNzczMzc2MS4xLjEuMTYyNzczNTEyNS4w&_ga=2.16635006.959393284.1627733763-1285516649.1627733762"](https://www.techtarget.com/searchcio/definition/Six-Sigma?_gl=1*jwlaacq*_ga*MTI4NTUxNjY0OS4xNjI3NzMzMzYy*_ga_TQKE4GS5P9*MTYyNzczMzc2MS4xLjEuMTYyNzczNTEyNS4w&_ga=2.16635006.959393284.1627733763-1285516649.1627733762)
- [74] ΙΒΕΠΕ – ΣΕΒ (Ινστιτούτο Βιομηχανικής και Επιχειρησιακής Επιμόρφωσης και Κατάρτισης - Συνδέσμου Επιχειρήσεων και Βιομηχανιών, Lean Six Sigma, Ιούνιος 2022, ["https://ivepe.gr/el/professional-certification/421-lean-six-sigma"](https://ivepe.gr/el/professional-certification/421-lean-six-sigma)
- [75] Goleansixsigma, Lean Six Sigma Process Improvement, Απρίλιος 2021, ["https://goleansixsigma.com/what-is-lean-six-sigma/"](https://goleansixsigma.com/what-is-lean-six-sigma/)
- [76] TechTarget Contributor, just-in-time manufacturing (JIT manufacturing), Ιούλιος 2021, ["https://www.techtarget.com/whatis/definition/just-in-time-manufacturing-JIT-manufacturing?_gl=1*1nhwohq*_ga*MTI4NTUxNjY0OS4xNjI3NzMzMzYy*_ga_TQKE4GS5P9*MTYyNzczMzc2MS4xLjEuMTYyNzczNTEyMS4w&_ga=2.212588508.959393284.1627733763-1285516649.1627733762"](https://www.techtarget.com/whatis/definition/just-in-time-manufacturing-JIT-manufacturing?_gl=1*1nhwohq*_ga*MTI4NTUxNjY0OS4xNjI3NzMzMzYy*_ga_TQKE4GS5P9*MTYyNzczMzc2MS4xLjEuMTYyNzczNTEyMS4w&_ga=2.212588508.959393284.1627733763-1285516649.1627733762)
- [77] Institute for Manufacturing – University of Cambridge, JIT Just-in-Time manufacturing, Απρίλιος 2022, ["https://www.ifm.eng.cam.ac.uk/research/dstools/jit-just-in-time-manufacturing/"](https://www.ifm.eng.cam.ac.uk/research/dstools/jit-just-in-time-manufacturing/)
- [78] Sonya Siderova, The Kanban Method: The Ultimate Beginner's Guide!, Απρίλιος 2022, ["https://getnave.com/blog/what-is-the-kanban-method/"](https://getnave.com/blog/what-is-the-kanban-method/)
- [79] Kanbanize, What is Jidoka?, Απρίλιος 2022, ["https://kanbanize.com/continuous-flow/jidoka"](https://kanbanize.com/continuous-flow/jidoka)
- [80] Rachaelle Lynn, What is Andon in Lean Manufacturing?, Απρίλιος 2022, ["https://www.planview.com/resources/guide/what-is-lean-manufacturing/andon-lean-manufacturing/"](https://www.planview.com/resources/guide/what-is-lean-manufacturing/andon-lean-manufacturing/)
- [81] Dann Daniel, Kaizen (continuous improvement), Απρίλιος 2022, ["https://www.techtarget.com/searcherp/definition/kaizen-or-continuous-improvement"](https://www.techtarget.com/searcherp/definition/kaizen-or-continuous-improvement)
- [82] Kanbanize, What is Heijunka?, Απρίλιος 2022, ["https://kanbanize.com/continuous-flow/heijunka"](https://kanbanize.com/continuous-flow/heijunka)
- [83] American Society for Quality, What are the Five S's (5S) of Lean, Απρίλιος 2022, ["https://asq.org/quality-resources/lean/five-s-tutorial#Five"](https://asq.org/quality-resources/lean/five-s-tutorial#Five)

- [84] Stanford University | Engineering, Computational Mechanic, Απρίλιος 2022, “<https://cee.stanford.edu/academics-admission/degree-programs/graduate/phd-and-masters-degree-programs/structural-2>”
- [85] Kanbanize, What is the Poka-Yoke Technique?, Απρίλιος 2022, “<https://kanbanize.com/lean-management/improvement/what-is-poka-yoke>”
- [86] Γιώργος Μέγας, Industry 4.0 - Η Τέταρτη Βιομηχανική Επανάσταση!, Απρίλιος 2022, “<https://www.epixeiro.gr/article/48191>”
- [87] Emnify, An Introduction to Industry 4.0, Απρίλιος 2022, “https://www.emnify.com/blog/industry-4-0?utm_term=&utm_campaign=SEA-EN-EUR_EN-MC-DSA-NoFu-DSA_Pilot&utm_source=google&utm_medium=cpc&hsa_acc=2935385868&hsa_cam=13920402211&hsa_grp=126181834538&hsa_ad=552870760244&hsa_src=g&hsa_tgt=dsa-1469053018052&hsa_kw=&hsa_mt=b&hsa_net=adwords&hsa_ver=3&gclid=Cj0KCQiAhf2MBhDNARIsAKXU5GRsPKBj-XMRQUyx2y6HHFI8Q7b93h2s-yhTN0tznhWf9c20OWOYbpcaAIOoEALw_wcB”
- [88] Γιάννης Κακόγιαννος, Τί είναι το Industry 4.0; Όλα όσα χρειάζεται να γνωρίζουμε., Απρίλιος 2022, “<https://industry4.gr/what-is-industry-4-0/>”