

“Η τρισδιάστατη εκτύπωση και η επίδρασή της στην εφοδιαστική αλυσίδα και στα Logistics. Μελέτη επίδρασης της τεχνολογίας στην εταιρεία Nike”.

Η εργασία υποβάλλεται για τη μερική κάλυψη των απαιτήσεων με στόχο την
απόκτηση διπλώματος

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟΥ ΤΙΤΛΟΥ ΣΠΟΥΔΩΝ ΣΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΚΑΙ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΜΕ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗ ΣΤΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗ LOGISTICS**

από

ΤΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

ΜΑΡΙΑ ΔΟΥΛΑΔΕΛΗ

A.M. : L1316

ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

Πειραιάς, Μάιος 2015

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ
ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΣΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

Κατεύθυνση: Διοίκηση Logistics

ΜΑΡΙΑ ΔΟΥΛΑΔΕΛΗ

A.M. : L1316

**“Η τρισδιάστατη εκτύπωση και η επίδρασή της στην εφοδιαστική αλυσίδα
και στα Logistics. Μελέτη επίδρασης της τεχνολογίας στην εταιρεία Nike”.**

Επιβλέπων καθηγητής :

Χονδροκούκης Γρηγόρης

Διπλωματική Εργασία για την απόκτηση
Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης

Πειραιάς, 2015

UNIVERSITY OF PIRAEUS
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL MANAGEMENT AND
TECHNOLOGY



MASTER OF SCIENCE IN LOGISTICS

MARIA DOULADELI

Student Registration Number : L1316

**“3D Printing and its impact on the Supply Chain Management and Logistics.
Study of impact on Nike company”.**

Supervisor :

Chondrokoukis Gregory

Graduate Thesis

for the Degree

“Master of Science in Logistics”

Piraeus, 2015

ΔΗΛΩΣΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Δηλώνω υπεύθυνα ότι η συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία για τη λήψη του μεταπτυχιακού τίτλου σπουδών στη Βιομηχανική Διοίκηση και Τεχνολογία με ειδίκευση στη Διοίκηση Logistics έχει συγγραφεί από εμένα προσωπικά και δεν έχει υποβληθεί, ούτε έχει εγκριθεί στο πλαίσιο κάποιου άλλου μεταπτυχιακού ή προπτυχιακού τίτλου σπουδών, στην Ελλάδα ή στο εξωτερικό. Οι πηγές για την εκπόνηση της συγκεκριμένης διπλωματικής αναφέρονται στο σύνολό τους, δίνοντας πλήρεις αναφορές στους συγγραφείς, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών, που χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο.

Η δηλούσα,

Μαρία Δουλαδέλη

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα, που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τη συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα, που περιέχονται στην πτυχιακή εργασία εκφράζουν τη συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί, ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Πανεπιστημίου Πειραιώς.

Copyright © Μαρία Δουλαδέλη, 2015

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Περίληψη

Μολονότι στο παρελθόν η ιστορία της τρισδιάστατης εκτύπωσης ξεκίνησε λίγο παράδοξα σαν κινηματογραφικός φουτουρισμός, στη συνέχεια και ειδικά στη σύγχρονη εποχή, αναπτύσσεται με ασθματικούς ρυθμούς και έχει πολλές εφαρμογές. Μάλιστα, θεωρείται πως αντιπροσωπεύει μία νέα Βιομηχανική Επανάσταση, υπόσχεται αλλαγές με απροσδόκητους τρόπους, για αρκετούς κλάδους και ταυτόχρονα μας κάνει να αναθεωρούμε τον τρόπο, με τον οποίο λειτουργούσε μέχρι πρότινος η παραγωγή (Λεφοπούλου, 2013). Χάρη στην τρισδιάστατη εκτύπωση μειώνεται ο χρόνος και το κόστος κατασκευής, περιορίζεται η αποθεματοποίηση, δημιουργούνται νέα, εξατομικευμένα προϊόντα (CSC, 2012) και προστατεύεται το περιβάλλον. Βέβαια, δεν είναι λίγοι αυτοί που επισημαίνουν την επικινδυνότητα χρησιμοποίησης της τρισδιάστατης τεχνολογίας, αφού μπορεί να οδηγήσει σε εγκληματικότητα, όπως για παράδειγμα στην παραγωγή όπλων (Λεφοπούλου, 2013).

Σκοπός της εργασίας είναι να αναδείξει τη σημασία, τις εφαρμογές, καθώς και την επίδραση της τρισδιάστατης εκτύπωσης με τις αλλαγές, που αναμένεται αυτή να φέρει, στις διαφορετικές εκφάνσεις της ανθρώπινης ζωής, συνάμα στην εφοδιαστική αλυσίδα και στον κλάδο των Logistics. Αρχικά, θα γίνει ανάλυση των τεχνικών της τεχνολογίας, εφαρμογών της και αλλαγής του τρόπου παραγωγής με αναφορά και στον βιομηχανικό κλάδο. Στη συνέχεια, θα μελετηθεί η επίδραση στους δύο κλάδους, της εφοδιαστικής αλυσίδας και των Logistics, ενώ θα ακολουθήσει σύντομη αναφορά σε ζητήματα, που εγείρονται από την αξιοποίηση της τεχνολογίας. Τέλος, θα παρουσιαστεί η μελέτη περίπτωσης της εταιρείας Nike και η επίδραση, που δύναται να έχει η αξιοποίηση της τεχνολογίας στην εφοδιαστική της αλυσίδα.

Summary

Whilst in the past, history of the three - dimensional printing started a little strange, as film futurism, later on and especially in modern times, it develops with fast-paced rhythms and has many applications. Indeed, it is considered that it represents a new Industrial Revolution, promising changes in unexpected ways, for several fields and at the same time, it makes us revise the way in which the production until recently functioned (Lefopoulou, 2013). Because of the three - dimensional printing, time and manufacturing cost are reduced, storage is limited, new, customized products are created (CSC, 2012) and the environment is protected. Of course, there are many who highlight the risks of using the three - dimensional technology, since it may result in crime, such as producing weapons (Lefopoulou, 2013).

The aim of this thesis is to highlight the importance, the applications, and the impact of the three - dimensional printing along with the imminent changes, that technology is expected to bring in different aspects of human life, yet in the supply chain and in the Logistics field. To begin with, the technological techniques, the applications and the change in the way of producing, with reference to the industrial sector, will be analyzed. Continuously, the impact on both sectors of supply chain and Logistics will be studied, followed by a brief reference to issues raised by the use of technology. Finally, the case study of Nike company, as well as the impact on its supply chain, because of the use of technology, will be presented.

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή μου και επιβλέποντα κ. Γρηγόρη Χονδροκούκη, διότι μου έδωσε την ευκαιρία να ασχοληθώ με το τόσο ενδιαφέρον και σύγχρονο αυτό θέμα. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τους γονείς, την αδερφή, τον θείο και τους φίλους μου για τη συνεχή στήριξη, φροντίδα και καθοδήγηση στη ζωή μου και συγκεκριμένα να αφιερώσω την πτυχιακή εργασία στη γιαγιά μου, Μαρίτσα.

Πίνακας περιεχομένων

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.....	12
1.1 Εισαγωγή	12
1.2 Τι είναι η τρισδιάστατη εκτύπωση - Ορισμός	12
1.3 Ιστορική αναδρομή στην τρισδιάστατη εκτύπωση (Ταχεία Προτυποποίηση)	13
1.4 Σημασία προτυποποίησης – συνεισφορά τρισδιάστατων εκτυπωτών	14
1.5 Παρόν.....	15
1.6 Οικιακός τρισδιάστατος εκτυπωτής.....	17
1.7 Μοντέλα τρισδιάστατων εκτυπωτών και σύγχρονες μέθοδοι.....	18
1.8 Διαδικασία τρισδιάστατης εκτύπωσης	19
1.9 Διαφορά με παραδοσιακή μέθοδο	20
1.10 Οφέλη από μετάβαση σε 3D σχεδιασμό.....	20
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.....	21
2.1 Σχεδιασμός τρισδιάστατου μοντέλου	21
2.2 Προβλήματα και κρίσιμα στοιχεία στο σχεδιασμό	21
2.3 Κριτήρια επιλογής εκτυπωτή	22
2.4 Προβλήματα κατά την εκτύπωση	22
2.5 Τεχνικές τρισδιάστατης εκτύπωσης.....	23
2.6 Στάδια τρισδιάστατης εκτύπωσης	27
2.7 Ταχεία παραγωγή και κατασκευή εργαλείων	29
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.....	32
3.1 Εφαρμογές τρισδιάστατης εκτύπωσης	32
3.1.1 Εφαρμογή στην Ιατρική	33
3.1.2 Εφαρμογή στην αεροναυπηγική.....	35
3.2 Εταιρείες και επιχειρηματικότητα τρισδιάστατης εκτύπωσης	36
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.....	37
4.1 Παραγωγή από το σπίτι	37
4.2 Παραγωγή On Demand.....	38
4.2.1 Τρισδιάστατη εκτύπωση και ανταλλακτικά αυτοκινήτων	38
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5.....	39
5.1 Προκλήσεις και τάσεις βιομηχανικής παραγωγής.....	39
5.2 Χαρακτηριστικά Βιομηχανικής Επανάστασης 21 ^{ου} αιώνα	39

5.3 Τρισδιάστατη εκτύπωση και βιομηχανική παραγωγή	40
5.4 Πλεονεκτήματα τρισδιάστατης εκτύπωσης	42
5.5 Μειονεκτήματα τρισδιάστατης εκτύπωσης.....	46
5.6 Επίδραση τρισδιάστατης εκτύπωσης.....	49
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6.....	54
6.1 Επίδραση τεχνολογίας 3D Printing στην Εφοδιαστική Αλυσίδα	54
6.2 Επίδραση τεχνολογίας 3D Printing στα Logistics	59
6.3 Τα Logistics του μέλλοντος	61
6.4 Νέα μοντέλα εφοδιαστικής αλυσίδας	64
6.5 Δυσκολίες – προκλήσεις και αντιμετώπιση προβλημάτων.....	65
6.6 Κοινωνία μηδενικού οριακού κόστους	68
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7.....	70
7.1 Προοπτικές τρισδιάστατης εκτύπωσης.....	70
7.2 Αμφισβήτηση νόμου αξίας	71
7.3 Πρόβλημα ανεργίας.....	72
7.4 Παγκόσμια αλλαγή συσχετισμού δυνάμεων	75
7.5 Σε εξέλιξη και η 4D.....	75
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8.....	77
Μελέτη Περίπτωσης της Nike.....	77
8.1 Εισαγωγή	77
8.2 Σύντομη ιστορική αναδρομή	77
8.3 Στοιχεία επιτυχίας της Nike	78
8.4 Nike και 3D Printing	78
8.5 Το κέρδος των αθλητών.....	81
8.6 Το κέρδος της εταιρείας	83
8.7 Εφοδιαστική αλυσίδα της Nike.....	83
8.8 Στρατηγικές Logistics.....	86
8.9 Επίδραση 3D Printing στην εφοδιαστική αλυσίδα της Nike	86
8.10 Lead times, αβεβαιότητα προβλέψεων και κόστος	91
ΕΠΙΛΟΓΟΣ.....	94
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	96
Ελληνική (Βιβλίο – Άρθρο).....	96

Ελληνική (Άρθρα σε Συνέδρια)	97
Ελληνική (Διατριβές).....	97
Ελληνική (Ηλεκτρονικές Πηγές)	98
Ξενόγλωσση (Βιβλίο)	103
Ξενόγλωσση (Άρθρο)	104
Ξενόγλωσση (Ηλεκτρονικές Πηγές)	107

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1.1 Εισαγωγή

Στη σύγχρονη εποχή, οι επιστήμονες, ολοένα και περισσότερο, εξοικειώνονται πλέον με την τεχνολογία της τρισδιάστατης εκτύπωσης και με το νέο τρόπο παρουσίασης πολύπλοκων δομών, αντικείμενα και υπηρεσίες κατασκευάζονται, ταυτόχρονα υλοποιούνται ιδέες και σχέδια εξατομικευμένα, που μερικά χρόνια παλαιότερα, φάνταζαν ουτοπικά και ο καταναλωτής γίνεται και παραγωγός. Σύμφωνα με τις εκτιμήσεις του Παγκόσμιου Οργανισμού Πνευματικής Ιδιοκτησίας (WPO), η αγορά τρισδιάστατων εκτυπωτών, θα αγγίξει τα 3,7 δισεκατομμύρια δολάρια το 2015, ενώ μέχρι το 2019, θα έχει σχεδόν διπλασιαστεί φθάνοντας τα 6,5 δισεκατομμύρια δολάρια (Λεφοπούλου, 2013). Η σημαντικότερη, όμως, συμβολή της τεχνολογίας της τρισδιάστατης εκτύπωσης έγκειται στη ριζική αναθεώρηση του ίδιου του πυρήνα της επιστημονικής έρευνας, συνεπώς και γνώσης (Hahn, 2011, www.techit.gr, 2012).

1.2 Τι είναι η τρισδιάστατη εκτύπωση - Ορισμός

Αν θέλαμε να δώσουμε έναν ορισμό στην τρισδιάστατη εκτύπωση, θα λέγαμε πως είναι η «διαδικασία πρόσθεσης υλικού, κατά την οποία η κατασκευή ενός αντικειμένου πραγματοποιείται με την εναπόθεση, στερεοποίηση ή συγκόλληση διαδοχικών λεπτών στρώσεων υλικού, κατάλληλα διαμορφωμένων με τη χρήση τεχνικών παρόμοιων με τις τεχνικές της δισδιάστατης εκτύπωσης, σύμφωνα με το αποθηκευμένο στον υπολογιστή σχέδιο ή εικόνα» (Παπαθανάσης, 2005:1). Ο όρος της τεχνολογίας προσθετικής παραγωγής (additive manufacturing) χρησιμοποιείται πλέον ολοένα και περισσότερο, προκειμένου να περιγράψει όλους τους τύπους διαδικασιών προσθετικής παραγωγής (Heynick and Stoltz, 2010).

Χρησιμοποιούνται διάφορα είδη πρώτων υλών και διάφοροι τύποι υλικού, όπως τα κεραμικά και πολυμερή, σε ειδικούς τρισδιάστατους εκτυπωτές (3d printers) για να δημιουργηθούν τα αντικείμενα στρώμα – στρώμα, βασισμένα σε τρισδιάστατα σχεδιασμένα μοντέλα (Κωστάκης, 2013).

1.3 Ιστορική αναδρομή στην τρισδιάστατη εκτύπωση (Ταχεία Προτυποποίηση)

Μολονότι κανείς θα νόμιζε ότι οι τρισδιάστατοι εκτυπωτές είναι καινοτόμα ιδέα, εικάζεται ότι η δημιουργία τους ξεκίνησε γύρω στο 1986, στην Καλιφόρνια, από έναν Αμερικανό, τον Charles W. Hull (www.inprecor.com, 2014). Σύμφωνα με άλλες πηγές, στις δεκαετίες του 60' και 70', οι πρώτες σχετικές εφαρμογές τρισδιάστατης εκτύπωσης είχαν, ήδη, εμφανιστεί σε πειραματικά εργαστήρια ερευνητικών κέντρων του αμερικανικού στρατού, όπου διάφορα εξαρτήματα έπρεπε να υποβληθούν σε δοκιμές, προτού οδηγηθούν στο στάδιο της μαζικής παραγωγής (Σμυρναίος, 2014). Από τη δεκαετία του 80' και έπειτα, όπου οι τεχνικές ταχείας προτυποποίησης (Rapid Prototyping, RP) άρχισαν να αναπτύσσονται, η εδραίωση της συγκεκριμένης τεχνολογίας ήταν αναπόφευκτη. Οι δοκιμές πλέον αποσκοπούσαν στην ουσιαστική απάλειψη των ατελειών, καθώς και στη δραστική μείωση του χρόνου κατασκευής των πρωτοτύπων διαφόρων προϊόντων (Παπαθανάσης, 2005) πριν την τελική είσοδο στη γραμμή παραγωγής. Ουσιαστικά, από το 2010 και έπειτα, οι τρισδιάστατοι εκτυπωτές έγιναν διαθέσιμοι στην αγορά, με άλλα λόγια εμπορευματοποιήθηκαν, δημιουργώντας τόσο ευκαιρίες, όσο και απειλές για τους διευθυντές εφοδιαστικών αλυσίδων, εταιρειών και τον σύγχρονο πολίτη και καταναλωτή (Clark, 2014). Βέβαια, το υπέρογκο κόστος των τρισδιάστατων

εκτυπωτών καθιστούσε τη χρήση τους συνδεδεμένη αποκλειστικά με την παραγωγή κυρίως μικρών προϊόντων σε κλίμακα, όπως αυτοκινήτων και όχι μαζικών προϊόντων (Γεράνης, 2011).

Παλαιότερα, η διαδικασία της κατασκευής τρισδιάστατων μοντέλων και προτύπων βασιζόταν σε έμπειρους και επιδέξιους τεχνίτες, οι οποίοι χρησιμοποιούσαν ως επί το πλείστον εργαλεία χειρός και μικρές εργαλειομηχανές ακριβείας, ενώ η διαδικασία χαρακτηριζόταν χρονοβόρα και ακριβή, λόγω κόστους. Αναμφισβήτητα, υπήρχε και ο κίνδυνος της ασάφειας και επιτυχίας της τελικής κατασκευής, αφού η διαδικασία σχετιζόταν άμεσα με τον ανθρώπινο παράγοντα. Ωστόσο, ορόσημο στη νέα εποχή υπήρξε η ανάπτυξη των μηχανών τρισδιάστατης εκτύπωσης, αφού πλέον η κατασκευή των πρωτοτύπων, πραγματοποιείται απευθείας από ψηφιακά μοντέλα μέσω της χρησιμοποίησης ειδικού λογισμικού CAD (Computer Aided Design) (Παπαθανάσης, 2005).

1.4 Σημασία προτυποποίησης – συνεισφορά τρισδιάστατων εκτυπωτών

Χάρη στους τρισδιάστατους εκτυπωτές, μειώθηκε δραστικά ο χρόνος και το κόστος κατασκευής των προτύπων, βελτιστοποιώντας με αυτόν τον τρόπο τη διαδικασία ανάπτυξης του προϊόντος. Οι κατασκευαστές είχαν πλέον το χρονικό περιθώριο να τελειοποιήσουν τα προϊόντα τους κατά τη διαδικασία της βασικής σχεδίασης, η οποία αποτελούσε και το κρίσιμότερο στάδιο ανάπτυξης, έτσι ώστε τα προϊόντα να φθάνουν στην αγορά ολοκληρωμένα, ταχύτερα και με μικρότερο κόστος (Παπαθανάσης, 2005). Μάλιστα, δεν είναι λίγοι εκείνοι, που ισχυρίζονται ότι η τρισδιάστατη τεχνολογία θα αποδειχθεί σημαντική για τον άνθρωπο (De Jong and De Bruijn, 2012, Richmond, 2011, Lipson, 2011), θα δημιουργήσει μία νέα τάξη πραγμάτων (Anderson,

2012) και θα αλλάξει τη δομή του βιομηχανικού κλάδου με τη σημερινή μορφή της (IBM, 2015).

1.5 Παρόν

Η τεχνολογία τρισδιάστατης εκτύπωσης δίνει τη δυνατότητα στους χρήστες να δημιουργήσουν αντικείμενα κατά πολύ καλύτερα από τα αντίστοιχα, που παράγονται με συμβατικές μεθόδους. Οι τρισδιάστατοι εκτυπωτές είναι ταχύτεροι, φθηνότεροι και ευκολότεροι ως προς τη χρήση τους, ενώ δημιουργούν νέα προϊόντα από διάφορα υλικά, όπως το πλαστικό, τα βιοδιασπώμενα υλικά από καλαμπόκι, η ρητίνη, τα σωματίδια ξύλου, καθώς και διάφορα μέταλλα (Λόγιος Ερμής, 2014), με διαφορετικές μηχανικές και φυσικές ιδιότητες, μέσα από μία ενιαία διαδικασία κατασκευής (www.createitreal.com, 2015). Ακόμα εντυπωσιακό είναι το γεγονός, ότι ένας τρισδιάστατος εκτυπωτής μπορεί να κατασκευάσει εξαρτήματα ή ακόμη και ένα αντίγραφο του εαυτού του, με την προϋπόθεση, βέβαια, ότι οι πρώτες ύλες είναι διαθέσιμες (Σμυρναίος, 2014) και μπορούν να «εκτυπωθούν» τα μέρη από τα οποία αποτελείται ο εκτυπωτής (www.fabbaloo.com, 2010). Οι προοπτικές της νέας τεχνολογίας και η πληθώρα αντικειμένων, που θα μπορεί κανείς να κατασκευάσει φαντάζουν ανεξάντλητες.

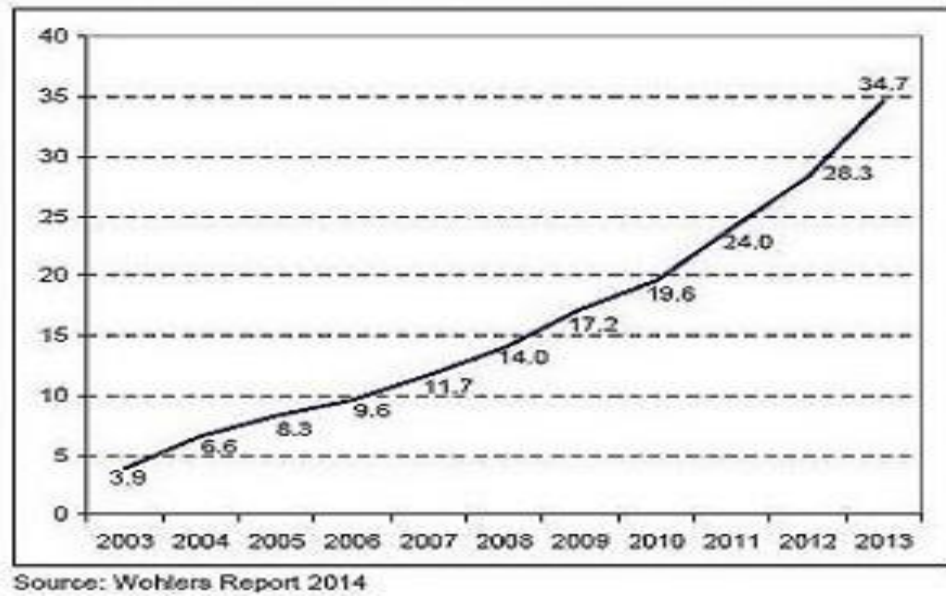


Πηγή : www.cnn.com, 2014

Επιπλέον, η υπεροχή των εκτυπωτών εντοπίζεται εκτός από το σχεδιασμό, και στην ποιότητα του αντικειμένου, ως εκ τούτου και στη λειτουργικότητα αυτού, ταυτόχρονα στο στρατηγικό πλεονέκτημα δημιουργίας περισσότερο εξατομικευμένων και περίπλοκων αντικειμένων, χρησιμοποιώντας την απαιτούμενη ποσότητα υλικού (Κωστάκης, 2013). Τον τρόπο αυτό ακολουθούν ολοένα και περισσότερες εταιρείες, για να μειώσουν σημαντικά το κόστος τους και να παράγουν εξατομικευμένα αγαθά (ΑΜΠΕ, 2014). Πλέον μιλάμε για την παραγωγή τελικών προϊόντων και όχι μόνο πρωτοτύπων (The Economist, 2011).

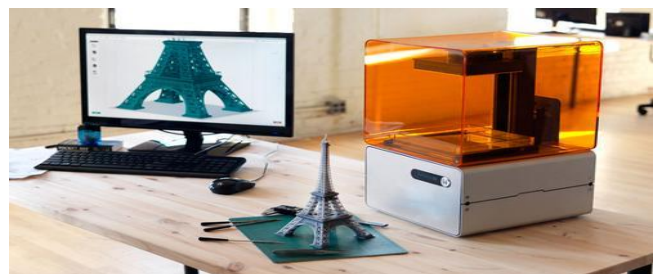
Η τεχνολογία βρίσκει εφαρμογή σε πληθώρα κλάδων, όπως η ιατρική βιομηχανία (Bregar, 2014), η αεροδιαστημική και η αυτοκινητοβιομηχανία (Κυριακάτικη Ελευθεροτυπία, 2013, Flaherty, 2008). Χαρακτηριστικό παράδειγμα της Amazon, που έχει, ήδη, μία ενότητα στην ιστοσελίδα της για τρισδιάστατα «εκτυπωμένα» αντικείμενα (Ημερησία, 2014). Ακόμα, η προοπτική και οι δυνατότητες των σημερινών τρισδιάστατων εκτυπωτών είναι μεγάλες, εφόσον καθημερινά, ανακαλύπτονται νέες προσεγγίσεις, κυρίως σε σχέση με τη χρήση των υλικών, ενώ αναμένονται και ανατροπές σε όλους τους βιομηχανικούς κλάδους, στις υπηρεσίες, καθώς και στα Logistics, εφόσον αλλάζει το σύστημα παραγωγής (Λεφοπούλου, 2013). Δεν παραλείπονται, βέβαια, οι συζητήσεις για το ηθικό σκέλος της τεχνολογίας και τα αρνητικά απότοκα, που μπορούν να προκύψουν από τη χρήση της τεχνολογίας για εγκληματικούς σκοπούς, όπως την κατασκευή όπλων (Λεφοπούλου, 2013, Κωστάκης, 2013).

Στο παρακάτω διάγραμμα βλέπουμε την ολοένα και αυξανόμενη ποσόστωση τελικών προϊόντων, χάρη στους τρισδιάστατους εκτυπωτές.



1.6 Οικιακός τρισδιάστατος εκτυπωτής

Στη σύγχρονη εποχή, έχουν πραγματοποιηθεί αρκετές προσπάθειες, προκειμένου να αναπτυχθεί ένας τρισδιάστατος εκτυπωτής, κατάλληλος για οικιακή χρήση. Με αυτόν τον τρόπο, η τεχνολογία είναι διαθέσιμη και προσιτή στο κοινό, χωρίς να αποκλείεται κανείς από το συγκεκριμένο τεχνολογικό επίτευγμα. Μάλιστα, δεν είναι λίγες οι κοινότητες DIY (Do It Yourself), οι οποίες σχετίζονται με την προώθηση και διάδοση της δυνατότητας αξιοποίησης τεχνολογικών καινοτομιών από το ευρύτερο κοινό (Kalish, 2010).



Πηγές : makerclub.org, www.pcadvisor.co.uk

1.7 Μοντέλα τρισδιάστατων εκτυπωτών και σύγχρονες μέθοδοι

Με την πάροδο του χρόνου και την εξέλιξη της τεχνολογίας, έχουν δημιουργηθεί διάφορες τεχνικές τρισδιάστατης εκτύπωσης, η καθεμία με τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά της. Οι διαφορές έγκεινται στον τρόπο με τον οποίο τα επιμέρους στρώματα έχουν κατασκευαστεί για να δημιουργήσουν τα διάφορα εξαρτήματα, όπως για παράδειγμα τήξη της ύλης, εναπόθεση τηγμένης ύλης ή χρησιμοποίηση υγρών υλικών μέσα από διαφορετικές τεχνολογικές διαδικασίες. Κατά κύριο λόγο, η συζήτηση, που προκύπτει συνδέεται με τα θέματα της ταχύτητας, του κόστους πρωτοτύπου και του τρισδιάστατου εκτυπωτή, της επιλογής και του κόστους των υλικών, καθώς και των δυνατοτήτων χρωματικών απεικονίσεων των συστημάτων (Γούλας, 2012).

Ο RepRap είναι ένα μοντέλο τρισδιάστατου εκτυπωτή, το οποίο βασίζεται στις αρχές του ΕΛ/ΛΑΚ, δηλαδή του Ελεύθερου Λογισμικού/Λογισμικό Ανοικτού Κώδικα. Με άλλα λόγια, όλα είναι διαθέσιμα – ανοικτά, από τα μηχανολογικά σχέδια, τα ηλεκτρονικά σχέδια, μέχρι και τον κώδικα, που εκτελείται από τους μικροελεγκτές. Σκοπός του έργου RepRap είναι να δημιουργήσει μηχανές, που μπορούν να αναπαραχθούν (www.reprap.org, 2015). Ένα ακόμα μοντέλο τρισδιάστατου εκτυπωτή, που βασίζεται στις ίδιες αρχές ΕΛ/ΛΑΚ είναι αυτό της εταιρείας MakerBot Industries (www.store.makerbot.com, 2015, www.ektiposi.gr, 2013).



Πηγές: realitypod.com, www.makerbot.com

Οι δύο πιο διαδεδομένες μέθοδοι τρισδιάστατης εκτύπωσης που εφαρμόζονται στη σύγχρονη εποχή είναι το slicing και το powdering. Στην πρώτη μέθοδο, η πρώτη ύλη θερμαίνεται, λιώνει και στη συνέχεια μετατρέπεται σε ίνες, οι οποίες διαστρωματώνονται σε αλληπάλληλα επίπεδα. Στη δεύτερη μέθοδο, η πρώτη ύλη μετατρέπεται σε πολύ λεπτή σκόνη (Σμυρναίος, 2014).

1.8 Διαδικασία τρισδιάστατης εκτύπωσης

Το πρώτο στάδιο της τρισδιάστατης εκτύπωσης είναι ο σχεδιασμός του προς εκτύπωση αντικειμένου στην οθόνη ενός υπολογιστή, με τη βοήθεια του κατάλληλου λογισμικού, είτε με τη χρήση ειδικού «σαρωτή» (scanner), είτε με το σχεδιασμό του από την αρχή (Λεφοπούλου, 2013). Ο σχεδιασμός μπορεί να είναι, είτε φανταστικός, είτε να βασίζεται στο σκανάρισμα - σάρωση κάποιου πραγματικού αντικειμένου (www.skai.gr, 2013). Το σχέδιο στέλνεται από τον υπολογιστή στον εκτυπωτή και αυτός το αναπαράγει σε τρεις διαστάσεις, «τυπώνοντας» διαδοχικά στρώματα του υλικού, που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί, σύμφωνα με συγκεκριμένες προδιαγραφές, οι οποίες είχαν εισαχθεί κατά τη φάση σχεδιασμού του (Λεφοπούλου, 2013). Το κάθε στρώμα συνήθως έχει πάχος 0,1 mm, το οποίο μπορεί, είτε να είναι ακόμη μικρότερο ή μεγαλύτερο αν χρειαστεί (Wohlers, 2010). Το αντικείμενο, που θα προκύψει από την εκτύπωση μπορεί να έχει διαφορετικούς βαθμούς σκληρότητας ή ευκαμψίας, ενώ δεν απουσιάζει η δυνατότητα να περιέχει κινητά μέρη και να μην έχει τη μορφή ενός μονοκόμματου αντικειμένου (www.skai.gr, 2013).

1.9 Διαφορά με παραδοσιακή μέθοδο

Συγκριτικά με τις μεθόδους κατασκευής (παραδοσιακές ή μη) διαφόρων προϊόντων, οι οποίες βασίζονται στη σταδιακή αφαίρεση υλικού από το προς κατασκευή αντικείμενο (Παπαθανάσης, 2005), η τρισδιάστατη εκτύπωση καθιστά δυνατή την κατασκευή στερεών αντικειμένων, σχεδόν οποιουδήποτε σχήματος, απευθείας από ένα ψηφιακό μοντέλο. Για τη διαδικασία αυτή, πραγματοποιείται προσθετική απόθεση διαδοχικών στρωμάτων υλικού, όπως πολυμερή, μέταλλα, ορυκτά σε μορφή κόνεως, πλαστικά ή χαρτί, διαφορετικού σχήματος. Βέβαια, τα παραγόμενα προϊόντα – αντικείμενα μπορούν ακολούθως, σε επόμενο στάδιο, να τρυπηθούν, να βαφτούν ή να επιμεταλλωθούν. Τέλος, η προσθετική εκτύπωση επιτυγχάνεται με την ανάγνωση του αρχείου “.stl” (Stereolithography) από τον εκτυπωτή, το οποίο μπορεί να υποστηριχθεί από τα περισσότερα σύγχρονα λογισμικά βιομηχανικής σχεδίασης, όπως τα AutoCAD, Inventor, Pro-engineer, και Materialize Magics (Στέγη της Ελληνικής Βιομηχανίας).

1.10 Οφέλη από μετάβαση σε 3D σχεδιασμό

Τα οφέλη μετάβασης από τον 2D στον 3D σχεδιασμό είναι πολλά. Αρχικά, θα λέγαμε πως η στερεά μοντελοποίηση μειώνει τον αριθμό των κύκλων σχεδιασμού, παράλληλα με τον εκσυγχρονισμό των διαδικασιών παραγωγής. Ακόμα, επιτυγχάνεται η επιτάχυνση της εισαγωγής των προϊόντων στην αγορά, λόγω και της βελτίωσης της ροής πληροφοριών, που παρατηρείται, τόσο στο σχεδιασμό του προϊόντος, όσο και της επικοινωνίας μέσα σε έναν οργανισμό – εταιρεία, καθώς και μεταξύ προμηθευτών και πελατών. Συνεπώς, η επιχείρηση αυξάνει τα έσοδά της, μειώνει το κόστος σχεδιασμού και επιτυγχάνει μεγαλύτερα περιθώρια κέρδους (Παπαδόπουλος, 2013).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2.1 Σχεδιασμός τρισδιάστατου μοντέλου

Ο σχεδιασμός ενός τρισδιάστατου μοντέλου αποτελεί συνιστώσα ενός δισδιάστατου σχεδίου και ορισμένων εργαλείων, τα οποία επιτυγχάνουν να δίνουν βάθος σε αυτό. Για το σχεδιασμό περισσότερο πολύπλοκων και πιο σύνθετων γεωμετριών, τα προγράμματα της τεχνολογίας αυτής, παρέχουν τα απαραίτητα εργαλεία (σημεία και παραμετρικές εξισώσεις), στο χρήστη, έτσι ώστε να προσεγγιστεί η επίλυση μέσω διαφορετικών τρόπων (Παπαδόπουλος, 2013).

2.2 Προβλήματα και κρίσιμα στοιχεία στο σχεδιασμό

Κατά τη φάση σχεδιασμού ενός μεγάλου συνόλου μοντέλων, προκύπτει ένα κρίσιμο ζήτημα. Κι αυτό είναι το πόσο γρήγορα και άμεσα μπορεί να επέλθει η αλλαγή και η τροποποίηση ορισμένων δεδομένων, ύστερα από την ανάδραση με τις πληροφορίες, που γίνονται γνωστές και αφορούν το project. Αναντίλεκτα, καίριο ρόλο διαδραματίζει η επεξεργαστική ισχύς και μνήμη του ηλεκτρονικού υπολογιστή, στον οποίο πραγματοποιείται η ανάλυση. Στην περίπτωση ανεπανόρθωτων σφαλμάτων (fatal errors), αυτά αντιμετωπίζονται σε ορισμένες περιπτώσεις με τροποποίηση άρδην του σχεδιασμού, μέχρι να είναι πλήρως λειτουργικά τα αντικείμενα. Συνεπώς, από τα ανωτέρω προκύπτει, πως ο σχεδιασμός πρωτοτύπων χρειάζεται την πραγματοποίηση συνεχών ελέγχων, τόσο λειτουργικότητας, όσο και συμβατότητας (Παπαδόπουλος, 2013).

2.3 Κριτήρια επιλογής εκτυπωτή

Η γεωμετρία του κομματιού και τα χαρακτηριστικά καμπυλότητας αποτελούν δύο από τα κριτήρια επιλογής του κατάλληλου εκτυπωτή, που υποστηρίζει την τεχνολογία τρισδιάστατης εκτύπωσης. Επιπρόσθετα κριτήρια είναι αυτά της τραχύτητας της επιθυμητής επιφάνειας, καθώς και της ευκολίας αφαίρεσης του υλικού υποστήριξης του προς κατασκευή αντικειμένου. Ακόμα, η στατική κόπωση και η ελαστική παραμόρφωση, που δέχεται το αντικείμενο, αποτελούν κρίσιμους παράγοντες στη διαδικασία επιλογής του τρισδιάστατου εκτυπωτή. Τέλος, μέσω συγκεκριμένων ρυθμίσεων στο λογισμικό του εκτυπωτή, όπως για παράδειγμα στο λογισμικό της εταιρείας Stratasys, δίνεται η δυνατότητα ρύθμισης της πυκνότητας του στερεού μοντέλου (Παπαδόπουλος, 2013).

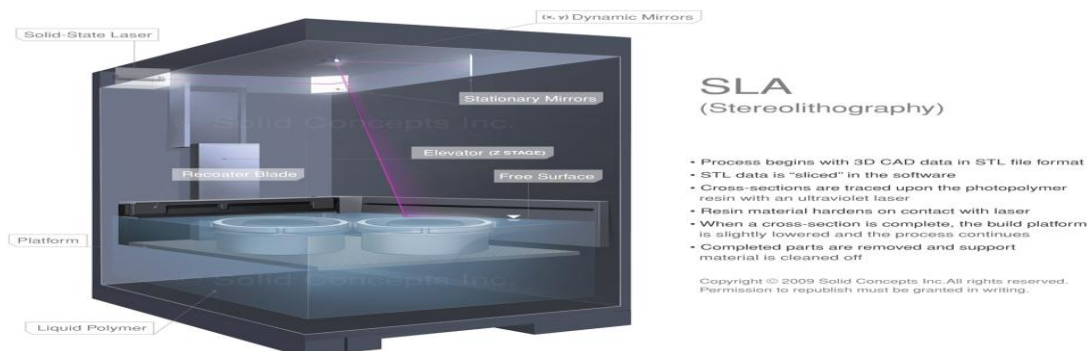
2.4 Προβλήματα κατά την εκτύπωση

Αναμφισβήτητο κριτήριο για τα αντικείμενα, που «τυπώνονται» μέσω της τεχνολογίας τρισδιάστατης εκτύπωσης είναι η επιθυμητή γεωμετρία του σχήματος, κριτήριο, που μπορεί να αποτελέσει και πρόβλημα κατά τη διαδικασία εκτύπωσης. Ειδικότερα, μέσω του απαραίτητου λογισμικού, γίνεται τοποθέτηση και προσανατολισμός του μοντέλου στο εικονικό περιβάλλον. Πρόβλημα μπορεί να ανακύψει, όταν ο προσανατολισμός δεν είναι ιδανικός με την έννοια του όγκου υλικού υποστήριξης, που θα καταναλωθεί. Ακόμα, ζήτημα μπορεί να προκύψει, λόγω αστάθειας του κτισμένου μέρους του μοντέλου, αλλά και λόγω διακοπής της παροχής υλικού από την κεφαλή ή ξεκολλήματος του μοντέλου από τη βάση, στην οποία κτίζεται (Παπαδόπουλος, 2013).

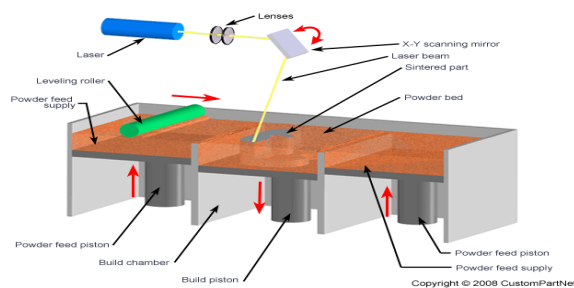
2.5 Τεχνικές τρισδιάστατης εκτύπωσης

Οι τεχνολογίες ταχείας προτυποποίησης, που είναι διαθέσιμες στην αγορά μέχρι σήμερα, περιλαμβάνουν έξι βασικές τεχνικές τρισδιάστατης εκτύπωσης : στερεολιθογραφία (stereolithography, STL), επιλεκτική σύντηξη με τη χρήση ακτίνων λέιζερ (selective laser sintering, SLS), παραγωγή αντικειμένων μέσω της συγκόλλησης λεπτών φύλλων (Laminated Object Manufacturing, LOM), κατασκευή μοντέλων μέσω εναπόθεσης/σύντηξης διαδοχικών στρώσεων (Fused Deposition Modeling), τεχνική τρισδιάστατης εκτύπωσης ink-jet (3D ink-jet Printing) και παραλλαγή της στερεολιθογραφίας (Solid Ground Curing, SGC) (Παπαθανάσης, 2005).

Η στερεολιθογραφία αποτελεί την παλαιότερη τεχνική της τρισδιάστατης εκτύπωσης, η οποία εφευρέθηκε το 1984 από τον Charles Hall και κατοχυρώθηκε το 1986. Χάρη στη συγκεκριμένη τεχνική, κατασκευάζονται τρισδιάστατα αντικείμενα από υγρά φωτοευαίσθητα πολυμερή, τα οποία στερεοποιούνται όταν εκτεθούν σε υπεριώδη ακτινοβολία (Παπαθανάσης, 2005).



Η δεύτερη τεχνική, η τεχνική SLS, αναπτύχθηκε από τον Carl Deckard στο Πανεπιστήμιο του Τέξας και κατοχυρώθηκε το 1989. Χάρη στη συγκεκριμένη μέθοδο, μία ακτίνα λέιζερ λιώνει και στερεοποιεί διάφορα υλικά (νάυλον, ελαστομερή, ή μέταλλα), τα οποία βρίσκονται σε μορφή σκόνης. Η περίσσεια της σκόνης κάθε στρώματος λειτουργεί ως υποστήριγμα του κατασκευαζόμενου αντικειμένου (Παπαθανάσης, 2005).

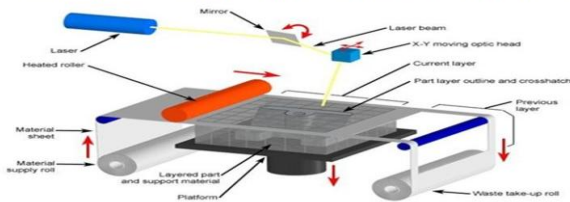


Πηγές : gigaom.com, www.custompartnet.com

Όσον αφορά στην τρίτη τεχνική, την LOM, η οποία αναπτύχθηκε από την αμερικανική εταιρεία Helisys, βασίζεται στην κατασκευή αντικειμένων με τη συγκόλληση λεπτών φύλλων υλικού, που φέρουν επίστρωση θερμοκολλητικής ουσίας (heat – activated glue). Το πρώτο υλικό, που χρησιμοποιήθηκε ήταν χαρτί, ενώ αργότερα η εταιρεία ανέπτυξε και χρησιμοποίησε κι άλλα υλικά, όπως αδιάβροχο χαρτί, πλαστικά και άλλες ταινίες κεραμικών υλικών ή μετάλλων υπό μορφή σκόνης (Παπαθανάσης, 2005).

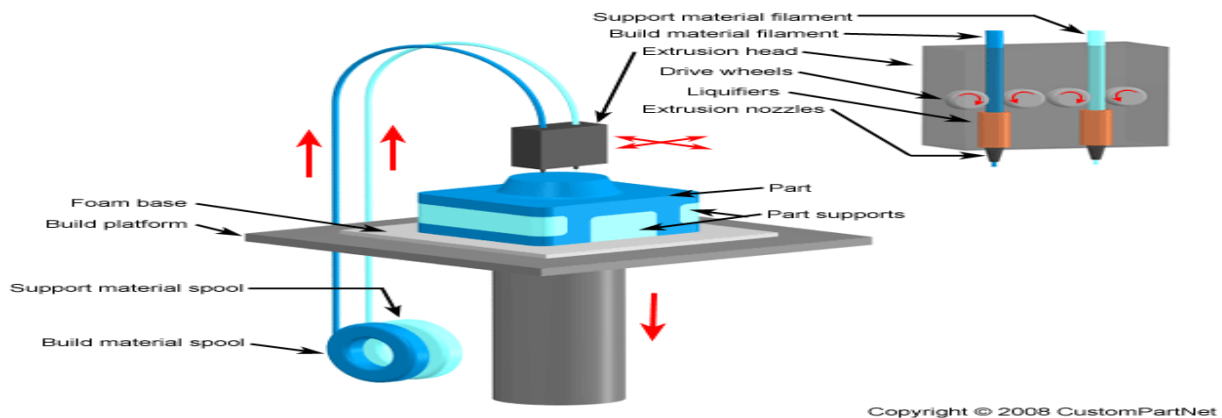
Laminated Object Manufacturing (LOM)

- Paper material is the base material used in this technology
- In this method, layers of adhesive-coated plastic, paper or metal laminates are fused together and cut into shape with the aid of a knife or a laser cutter



Πηγή : www.exploreagate.com

Στην περίπτωση της τεχνικής FDM, ίνες θερμού πλαστικού υλικού εξέρχονται από μία κεφαλή, η οποία κινείται στο επίπεδο $x - y$. Μηχανές FDM κατασκευάζονται από την αμερικανική εταιρεία Startasys σε δύο εκδόσεις : μία για την ταχεία κατασκευή μοντέλων, που αποδίδουν τη γενική ιδέα ενός σχεδίου και μία βραδείας εκτύπωσης, που επιτρέπει την κατασκευή πρωτοτύπων ακριβείας. Τα χρησιμοποιούμενα υλικά περιλαμβάνουν ABS, διάφορα ελαστομερή, πολυκαρβονικά υλικά, πολυφαινολσουφονόλη (Παπαθανάσης, 2005). Χάρη στην τεχνική, μπορούν να κατασκευαστούν αντικείμενα τόσο μικρά, όσο το κλάσμα ενός χιλιοστού (Grimm, 2003).



Πηγή : www.custompartnet.com

Από την άλλη πλευρά, η τεχνική SGC, θεωρείται παραλλαγή της στερεολιθογραφίας, αναπτύχθηκε από την εταιρεία Cubital America και χρησιμοποιεί και αυτή υπεριώδεις ακτίνες για τη σκλήρυνση φωτοευαίσθητων πολυμερών. Η διαφοροποίηση από τη στερεολιθογραφία έγκειται στο γεγονός ότι οι υπεριώδεις ακτίνες φωτίζουν και σκληραίνουν ολόκληρο το στρώμα του υλικού και όχι το τμήμα, που αντιστοιχεί στη διατομή του. Οι μηχανές SGC είναι ογκώδεις και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή μεγάλων αντικειμένων (Παπαθανάσης, 2005).

Solid Base curing :

- Also called Solid ground curing
- Entire slices of part are manufactured at one time
- So large throughput is achieved
- Most expensive & time consuming
- The entire process is shown

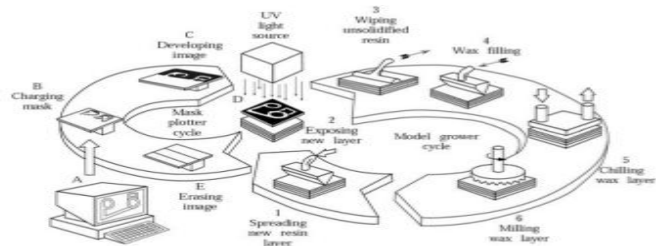


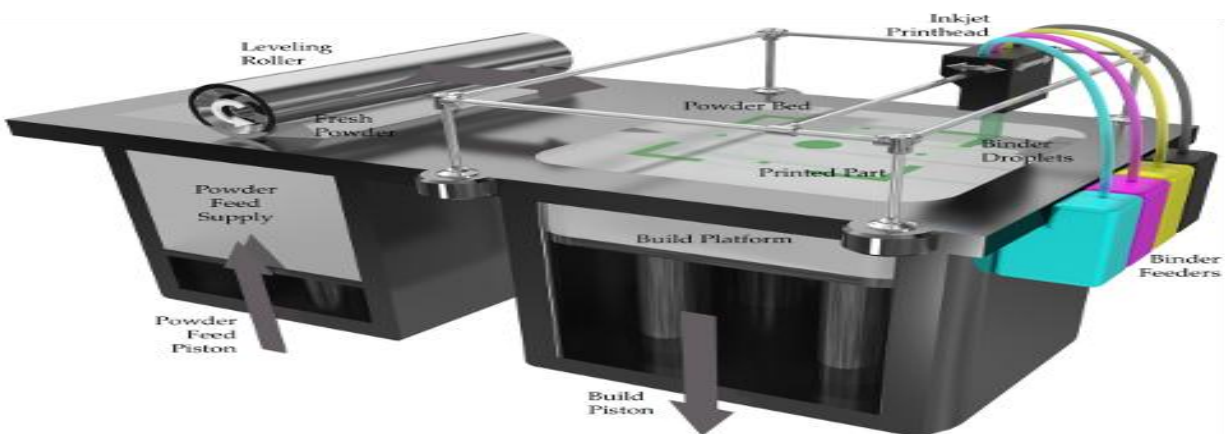
Fig: The solid based curing process

Πηγή : www.slideshare.net

Η έκτη τεχνική αναφέρεται σε μία κατηγορία μηχανών, οι οποίες χρησιμοποιούν τεχνολογία τρισδιάστατης εκτύπωσης ink – jet, η οποία ήταν διαθέσιμη από το 1960 και για τη δισδιάστατη εκτύπωση (Gibson et al., 2010). Η πρώτη από τις μηχανές αυτές, γνωστή για την τεχνολογία 3D Printing (3DP), αναπτύχθηκε από την εταιρεία 3D Systems (MIT, 2011) και το MIT (Crawford, 2015), το οποίο, μάλιστα, χορήγησε δικαιώματα κατασκευής σε έναν αριθμό εταιρειών, όπως οι Soligen Corporation, Extrude Hone, Z Corporation (MIT, 2011). Ο εκτυπωτής ZCorp 3D της Z Corporation αποτελεί τυπικό παράδειγμα της κλάσης, όπου τα αντικείμενα κατασκευάζονται πάνω σε μία βάση, η οποία βρίσκεται μέσα σε ένα δοχείο, που περιέχει το υλικό υπό μορφή σκόνης. Κατά την εκκίνηση της διαδικασίας, η βάση κατέρχεται κατά το πάχος μίας διατομής και μία διάταξη τροφοδοσίας απλώνει πάνω της μία κατάλληλη ποσότητα σκόνης. Κατόπιν, μία κεφαλή ink – jet, που κινείται κατά τους άξονες x, y ψεκάζει επιλεκτικά ένα συγκολλητικό υγρό, το οποίο στερεοποιεί τη σκόνη διαγράφοντας το επιθυμητό σχήμα της διατομής. Η διαδικασία επαναλαμβάνεται μέχρι να ολοκληρωθεί η κατασκευή. Εάν το αντικείμενο έχει μικρό πλάτος, είναι δυνατή η κατασκευή κάθε διατομής με μία μόνο διέλευση της κεφαλής. Η τεχνική χαρακτηρίζεται από υψηλή ταχύτητα, ενώ παράγει αντικείμενα

με σχετικά αδρό φινίρισμα. Ακόμα, προσφέρεται η δυνατότητα εισαγωγής χρωμάτων στην κατασκευή (Παπαθανάσης, 2005).

Οι μηχανές της σειράς Model Maker της εταιρείας Sanders Prototype χρησιμοποιούν μία διαφορετική τεχνική ink – jet : Οι μηχανές διαθέτουν δύο κεφαλές ink – jet, εκ των οποίων, η μία εναποθέτει θερμοπλαστικό υλικό χαμηλού σημείου τήξης και η άλλη κερί για τη στήριξη του κατασκευαζόμενου αντικειμένου. Μετά την εκτύπωση κάθε διατομής, μία κεφαλή με κοπτικό εργαλείο φρεζάρει τη διατομή, ώστε να αποκτήσει ομοιόμορφο πάχος. Η διαδικασία αυτή αποδίδει πρωτότυπα εξαιρετικής ακρίβειας, ως εκ τούτου χρησιμοποιείται στην κατασκευή κοσμημάτων (Παπαθανάσης, 2005).



Πηγή : moblog.whmsoft.net

2.6 Στάδια τρισδιάστατης εκτύπωσης

Όλες οι παραπάνω τεχνικές τρισδιάστατης εκτύπωσης ακολουθούν μία κοινή διαδικασία πέντε σταδίων. Αρχικά, τη δημιουργία ψηφιακού μοντέλου CAD του σχεδίου ή του σκαναρισμένου αντικειμένου, τη μετατροπή του μοντέλου CAD σε format STL, τον

«τεμαχισμό» με τη χρήση του κατάλληλου λογισμικού του αρχείου STL σε λεπτές «διατομές» ελάχιστου πάχους. Στη συνέχεια, την κατασκευή του αντικειμένου με τη διαδοχική αλληλεπίθεση των διατομών και στο τέλος, τον καθαρισμό και τελικό φινίρισμα του μοντέλου (Παπαθανάσης, 2005).

Η δημιουργία του ψηφιακού μοντέλου του αντικειμένου εκτελείται κατά κανόνα με λογισμικό δημιουργίας στερεών μοντέλων, όπως για παράδειγμα το Pro/Engineer και όχι με λογισμικό τύπου AutoCAD. Κι αυτό, διότι το πρώτο λογισμικό τείνει να αναπαριστά τα τρισδιάστατα αντικείμενα με μεγαλύτερη ακρίβεια απ' ότι το δεύτερο. Ο σχεδιαστής μπορεί να χρησιμοποιήσει ένα υπάρχον αρχείο CAD ή να δημιουργήσει ένα νέο, ειδικά για τις ανάγκες της προτυποποίησης (Παπαθανάσης, 2005).

Το δεύτερο στάδιο της τρισδιάστατης εκτύπωσης σχετίζεται με τη μετατροπή του μοντέλου CAD σε format STL (StereoLithography), το οποίο αναπαριστά μία τρισδιάστατη επιφάνεια, ως ένα σύνολο στοιχειωδών επίπεδων τριγώνων, που θυμίζουν την πολυεδρική όψη της επιφάνειας ενός κατεργασμένου διαμαντιού. Οι σχεδιαστές πρέπει να εξισορροπήσουν τις απαιτήσεις ακρίβειας με τις ανάγκες ευχρηστίας, προκειμένου να οδηγηθούν στην κατασκευή ενός χρήσιμου αρχείου STL (Παπαθανάσης, 2005).

Το τρίτο στάδιο της διαδικασίας της τρισδιάστατης εκτύπωσης, συνίσταται στο «τρέξιμο» ενός προγράμματος, το οποίο προετοιμάζει την κατασκευή του αντικειμένου που αναπαριστά το αρχείο STL. Το λογισμικό του προγράμματος αυτού διαιρεί («τεμαχίζει») το ψηφιακό μοντέλο σε έναν αριθμό λεπτών εγκάρσιων διατομών (πάχους 0,01 έως 0,7 mm, ανάλογα με την τεχνική εκτύπωσης), ενώ μπορεί να δημιουργήσει και μία βοηθητική δομή, που θα χρησιμοποιείται για τη στήριξη του πρωτοτύπου κατά τη διάρκεια της κατασκευής του, στην

περίπτωση, που υπάρχουν εσωτερικές κοιλότητες, πρόβολοι, ή λεπτά τοιχώματα. Στην αγορά προσφέρονται σήμερα διάφορα τέτοια προγράμματα, τα περισσότερα από τα οποία επιτρέπουν στον χρήστη να ρυθμίσει το μέγεθος, τη θέση και τον προσανατολισμό του ψηφιακού μοντέλου, ο οποίος έχει ιδιαίτερη σημασία, καθώς οι ιδιότητες των αντικειμένων, που κατασκευάζονται με τις τεχνικές της τρισδιάστατης εκτύπωσης δεν είναι όμοιες και στις τρεις συντεταγμένες x, y, z (Παπαθανάσης, 2005).

Το τέταρτο στάδιο είναι η κατασκευή του φυσικού αντικειμένου με τη χρήση των έξι τεχνικών, που προαναφέρθηκαν, από μηχανές οι οποίες κατασκευάζουν μία – μία τις διατομές στις οποίες διαιρέθηκε το ψηφιακό μοντέλο, χρησιμοποιώντας διάφορα υλικά (ρητίνες, πλαστικά, χαρτί, κεραμικά ή μέταλλα σε σκόνη). Οι περισσότερες μηχανές είναι αυτόματες και απαιτούν μικρή ανθρώπινη παρέμβαση (Παπαθανάσης, 2005).

Το τελευταίο στάδιο περιλαμβάνει την απομάκρυνση του αντικειμένου από τη μηχανή και την απόσπασή του από τυχόν στηρίγματα. Μερικά πρωτότυπα κατασκευασμένα από φωτοευαίσθητα υλικά υφίστανται περαιτέρω επεξεργασία σκλήρυνσης, προτού να παραδοθούν για χρήση. Επίσης, μπορεί να απαιτηθεί ο καθορισμός και το φινίρισμα της επιφάνειας του πρωτοτύπου ή άλλες επεμβάσεις, οι οποίες σχετίζονται με την εμφάνιση ή την αντοχή του (Παπαθανάσης, 2005).

2.7 Ταχεία παραγωγή και κατασκευή εργαλείων

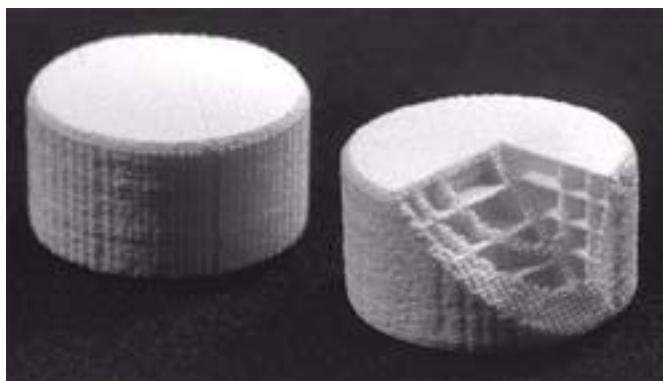
Τα οφέλη και οι εφαρμογές από τη χρήση της τρισδιάστατης εκτύπωσης για την ταχεία κατασκευή πρωτοτύπων είναι πολλά. Αρχικά, θα λέγαμε, πως τα πρωτότυπα διευκολύνουν την

επικοινωνία μεταξύ όλων των συντελεστών παραγωγής. Διαδικασία ιδιαίτερα σημαντική, εφόσον δεν είναι λίγα τα επιμέρους τμήματα της παραγωγικής διαδικασίας, που εκτελούνται ταυτόχρονα, όπως η ταχεία κατασκευή και η ανταλλαγή πρωτοτύπων στη φάση του σχεδιασμού. Επιπλέον, εκτός από το πλεονέκτημα της ταχύτητας, η τρισδιάστατη εκτύπωση προσφέρει δυνατότητες, τις οποίες δεν παρέχουν τα παλαιότερα, μεταλλικά συνήθως, πρωτότυπα. Αξιοσημείωτο παράδειγμα είναι αυτό της γαλλικής εταιρείας SNECMA, κατασκευάστριας στροβιλοκινητήρων, η οποία χρησιμοποίησε το πρωτότυπο ενός στροβίλου, για να μελετήσει την καταπόνηση των πτερυγίων του (Παπαθανάσης, 2005).

Οφέλη πηγάζουν και από τη μεταφορά των πρακτικών της τρισδιάστατης εκτύπωσης από το χώρο της ταχείας προτυποποίησης, στην ταχεία κατασκευή εργαλείων (Rapid Tooling) και πιο συγκεκριμένα στην ταχεία παραγωγή έτοιμων προς διάθεση προϊόντων (Rapid Manufacturing). Συγκεκριμένα, θα λέγαμε πως, η κατασκευή εργαλείων (tooling) συνάδει με ένα από τα πιο χρονοβόρα και ακριβά στάδια της παραγωγικής διαδικασίας, εξαιτίας της υψηλής ποιότητας και ακρίβειας, που απαιτείται στο στάδιο αυτό. Ως εκ τούτου, οποιαδήποτε τεχνική μείωνε τον χρόνο και το κόστος κατασκευής θα ήταν κάτι παραπάνω από θετικό νέο για τις βιομηχανίες. Χάρη στην τρισδιάστατη εκτύπωση, η ταχεία κατασκευή εργαλείων εκτιμάται ότι θα μειώσει το κόστος και το χρόνο κατασκευής τους μέχρι και 75% (Παπαθανάσης, 2005).

Μέχρι στιγμής, οι όποιες κινήσεις έχουν πραγματοποιηθεί στον τομέα αυτό, αφορούν κυρίως την έμμεση κατασκευή εργαλείων (indirect tooling), η οποία συνίσταται στην κατασκευή προτύπων, βάσει των οποίων, μπορούν να κατασκευαστούν καλούπια και μήτρες. Οι χρησιμοποιούμενες τεχνικές είναι κυρίως παραλλαγές της στερεολιθογραφίας (STL), της σύντηξης (SLS) ή της συγκόλλησης (LOM), ενώ ως υλικά χρησιμοποιούνται κατά κανόνα μίγματα κεραμικών και μετάλλων υπό μορφή σκόνης (Παπαθανάσης, 2005).

Η ταχεία παραγωγή (Rapid Manufacturing), όπως έχει γίνει γνωστή η αυτοματοποιημένη παραγωγή έτοιμων προς πώληση προϊόντων, κατευθείαν από ψηφιακά δεδομένα CAD, αποτελεί την πλέον εντυπωσιακή και υποσχόμενη εξέλιξη της ταχείας προτυποποίησης. Τα πλεονεκτήματα της ταχείας παραγωγής δεν περιορίζονται μόνο στην αύξηση της ταχύτητας, στην ορθολογικοποίηση της παραγωγής και στη συνακόλουθη μείωση χρόνου και κόστους, αλλά επεκτείνονται και στα χαρακτηριστικά και τις ιδιότητες (μηχανικές και άλλες) των κατασκευαζόμενων με τις τεχνικές τρισδιάστατης εκτύπωσης προϊόντων. Επίσης, είναι δυνατή η εξοικονόμηση βάρους, καθώς η διαδικασία επιτρέπει την ενίσχυση με υλικό τόσης ποσότητας, όσης είναι αναγκαία. Ακόμη, διευκολύνεται η κατασκευή πολύπλοκων μορφών, οι οποίες αν και βέλτιστες από σχεδιαστική άποψη, θα ήταν πολύ δύσκολο ή αντιοικονομικό να κατασκευαστούν με τις συμβατικές μεθόδους. Τέλος, είναι δυνατή η παρασκευή προϊόντων με ειδικά χαρακτηριστικά, όπως τα χάπια της αμερικανικής εταιρείας Therics, που επιτρέπουν την απελευθέρωση συγκεκριμένων δόσεων φαρμάκου, ανά συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα, κατά τη διάρκεια μίας ημέρας (Παπαθανάσης, 2005).



Πηγή: www.turkcadcam.net

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3.1 Εφαρμογές τρισδιάστατης εκτύπωσης

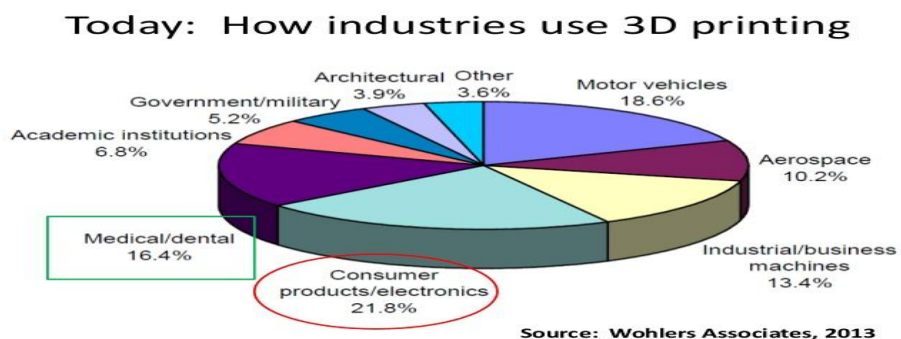
Μερικές εφαρμογές της τεχνικής της τρισδιάστατης εκτύπωσης, βρίσκουμε σε αντικείμενα καθημερινής χρήσης, καθώς και σε διαφορετικούς κλάδους και επιστήμες (Pannett, 2014). Αναμφισβήτητα, δεν είναι αμελητέα η εφαρμογή στην τεχνολογία διαστήματος (Λόγιος Ερμής, 2014), όταν η NASA έχει, ήδη, δοκιμάσει τυπωμένα ακροφύσια πυραύλων. Μάλιστα και ο αμερικανικός στρατός μελετά την κατασκευή κινητών μονάδων τοποθετημένων σε φορητά, οι οποίες θα μπορούν να συνοδεύουν τεθωρακισμένα και άλλα οχήματα στο πεδίο της μάχης και να κατασκευάζουν επί τόπου ανταλλακτικά, με βάση ψηφιακά αρχεία ή με το επί τόπου σκανάρισμα των αντικειμένων (Πρατικάκης, 2013). Ακόμα, η τεχνολογία επιτρέπει το customizing, δηλαδή την εξατομίκευση μίας μεγάλης ποικιλίας συσκευών, αντικειμένων (Παπαθανάσης, 2005) με αξιοσημείωτο παράδειγμα την κατασκευή κράνους, βάσει του τρισδιάστατου μοντέλου του κρανίου ενός ατόμου (Πρατικάκης, 2013).

Η έκρηξη της τεχνολογίας τρισδιάστατης εκτύπωσης «μεταλλάσσει» και τον κλάδο της αυτοκινητοβιομηχανίας, αφού ολόκληρα ποδήλατα ακόμη και μη επανδρωμένα σκάφη έχουν, ήδη, δημιουργηθεί μέσω των τρισδιάστατων εκτυπωτών (Λόγιος Ερμής, 2014). Άλλο παράδειγμα αυτό του Hollywood, που «υιοθέτησε» τη νέα τεχνολογία 3D στις ταινίες με απαιτητικά εφέ (Λεφοπούλου, 2013).



Πηγή : Tamarjan, 2012

Όπως φαίνεται και στο παρακάτω γράφημα, η τρισδιάστατη τεχνολογία βρίσκει εφαρμογή σε πολλούς και διαφορετικούς κλάδους, είτε αυτοί αφορούν την ιατρική, την εκπαίδευση, την αεροναυπηγική, την αρχιτεκτονική, το στρατό, τη βιομηχανία.



3.1.1 Εφαρμογή στην Ιατρική

Όσον αφορά στις προοπτικές της τεχνολογίας της τρισδιάστατης εκτύπωσης, αυτές φαντάζουν ανεξάντλητες, εφόσον τα προϊόντα, που μπορούν να «τυπωθούν» δε γνωρίζουν όρια αναφορικά με το σχήμα, το σχέδιο και τη λειτουργικότητά τους (Μούλου, 2013). Χάρη στην τεχνολογία, αποκαταστάθηκε η αναπνοή και σώθηκε ένα βρέφος στις ΗΠΑ (Μούλου, 2013). Ακόμα, στις αρχές του 2012, στο Μίσιγκαν των ΗΠΑ, χάρη στον τρισδιάστατο εκτυπωτή, ένας βιοδιασπώμενος νάρθηκας «γεννήθηκε» και στη συνέχεια ακολούθησαν εφαρμογές, που αφορούν κατά κύριο λόγο τεχνητά μέλη (www.inprecor.com, 2014). Ήδη η καλιφορνέζικη εταιρεία Bespoke Innovations, σχεδιάζει να θέσει σε λειτουργία κατάστημα που θα κατασκευάζει πρόσθετα μέλη επί παραγγελία (www.in.gr, 2010), ενώ πειραματίζεται και με την κατασκευή μερών, που δε θα αντιμετωπίζουν πρόβλημα, όταν έρχονται σε επαφή με το νερό (Vance, 2010). Αξιοπρόσεκτη παραμένει και η μεταμόσχευση κρανίου, που έγινε το 2014 σε νοσοκομείο της Ολλανδίας σε μία 22χρονη με σπάνια ασθένεια, η οποία υπέφερε από διόγκωση του πάνω μέρους του κρανίου της (www.inprecor.com, 2014). Η τεχνολογία βρίσκει εφαρμογή

και στις βαλβίδες καρδιάς, που χρησιμοποιούνται στις μεταμοσχεύσεις (Κυρανούδη, 2013), ενώ το Walter Reed Army Medical Center, ήδη χρησιμοποιεί την τεχνολογία για να παρασκευάσει μοντέλα χρήσιμα για τους χειρουργούς (King, 2008). Οι επιστήμονες δουλεύουν ήδη και για τη δημιουργία ολόκληρης ανθρώπινης καρδιάς (Rozières, 2013).

Ακόμα, σε έναν άλλο κλάδο ιδιαίτερης βαρύτητας και σημαντικών απαιτήσεων, σε αυτόν της παραγωγής τεχνητών οστών, γίνεται αξιοποίηση της δυνατότητας για επίτευξη διαφορετικής πυκνότητας υλικού σε διαφορετικά σημεία του ίδιου του τεχνητού οστού. Ως εκ τούτου, μπορούν να «τυπωθούν» τεχνητά κόκκαλα με πορώδη επιφάνεια στα σημεία, που ενώνονται με το ζωντανό οστό, και με αυτόν τον τρόπο θα μπορεί το οστό να αναπτυχθεί μέσα στους πόρους του προθέματος (Γεράνης, 2011).

Μάλιστα, σε μία δεκαετία, θα υπάρχει η δυνατότητα να «εκτυπώνονται» τρισδιάστατα συμπληρωματικοί ιστοί, οι οποίοι με τη σειρά τους θα συμβάλλουν στην αναγέννηση των οργάνων, όπως είναι οι νευρώνες, τα τμήματα αρτηριών και οι χόνδροι για τις αρθρώσεις. Στην περίπτωση, βέβαια, των πιο περίπλοκων ιστών, ίσως να απαιτηθούν και 20 χρόνια. Το σημαντικό, όμως, μέχρι στιγμής, συμπέρασμα των επιστημόνων είναι ότι τα ήδη «εκτυπωμένα» μέρη ιστών μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τώρα σε δοκιμές νέων φαρμάκων (Βεργολιά, 2013). Τέλος, μπορούν να σωθούν ανθρώπινες ζωές, όπως προκύπτει από τα ανωτέρω, είτε μέσω της δημιουργίας εξατομικευμένων θεραπειών, είτε μέσω της κατασκευής μοσχευμάτων και προσθετικών μερών (Harvey, 2013).



3.1.2 Εφαρμογή στην αεροναυπηγική

Ο σχεδιασμός εξαρτημάτων από τον υπολογιστή και η τύπωσή τους από τρισδιάστατους εκτυπωτές αποτελεί πλέον τετριμμένο φαινόμενο στην αεροπορική βιομηχανία. Στο Αμβούργο, στις εγκαταστάσεις της Airbus, οι τρισδιάστατοι εκτυπωτές μπορούν να τυπώσουν μεταλλικά μέρη για όλη τη γκάμα αεροπλάνων της γνωστής αεροπορικής βιομηχανίας. Τα κομμάτια αυτά ζυγίζουν λιγότερο, κοστίζουν φθηνότερα, ταυτόχρονα θεωρούνται δυνατότερα. Ειδικότερα, αρκετά προορίζονται για το Airbus A350 XWB. Το αποτέλεσμα θα είναι να απαιτείται κατά 70% λιγότερος χρόνος για την παραγωγή τους, όταν και το κόστος κατασκευής θα γνωρίζει σημαντική υποχώρηση της τάξης του 80% (Euronews, 2014). Μάλιστα, η Ευρωπαϊκή Επιχείρηση Αεροναυτικής Άμυνας και Διαστήματος (EADS) εξετάζει το ενδεχόμενο να χρησιμοποιήσει την τεχνολογία της τρισδιάστατης εκτύπωσης και για την παραγωγή μεγαλύτερων εξαρτημάτων από τιτάνιο, μήκους αρκετών μέτρων (Πρατικάκης, 2013).

Στροφή στη νέα τεχνολογία κάνει και η αμερικανική GE Aviation (www.genco.com, 2015). Το 2016, θα ξεκινήσει την παραγωγή του πρώτου «τυπωμένου» προϊόντος της, ένα ακροφύσιο καυσίμων, που προορίζεται για τους κινητήρες Leap των αεροπλάνων Boeing 737 Max και Airbus 320 Neo. Κάθε ακροφύσιο συναρμολογείται σήμερα από 20 επιμέρους εξαρτήματα. Τα νέα ακροφύσια θα είναι μονοκόμματα, θα έχουν 75% μικρότερο βάρος και επιπλέον θα ζουν πέντε φορές περισσότερο. Η GE Aviation εκτιμά ότι θα χρειαστεί 60 με 80 εκτυπωτές τριών διαστάσεων για να παράγει 30 με 35 χιλιάδες ακροφύσια το χρόνο από το 2020 (Πρατικάκης, 2013).

Για τις αεροπορικές εταιρείες, τα οφέλη από τη χρησιμοποίηση της συγκεκριμένης τεχνολογίας θα είναι σημαντικά, αφού η σημαντική μείωση του βάρους του αεροσκάφους,

σηματοδοτεί τη μείωση κατανάλωσης καυσίμων. Ως εκ τούτου, οι εταιρείες έχουν να εξοικονομήσουν χρήματα από τη μειωμένη κατανάλωση καυσίμων και να βελτιώσουν την κερδοφορία τους, παράλληλα με την επίτευξη μεγαλύτερης αποδοτικότητας στα αεροσκάφη (Euronews, 2014).

3.2 Εταιρείες και επιχειρηματικότητα τρισδιάστατης εκτύπωσης

Οι εταιρείες, που ασχολούνται με τις εφαρμογές τρισδιάστατης εκτύπωσης κατατάσσονται μεταξύ των ταχύτερα αναπτυσσόμενων εταιρειών στις ΗΠΑ. Χαρακτηριστικό παράδειγμα η εταιρεία 3D Printing Systems, η οποία βρίσκεται στην τέταρτη θέση στη λίστα του περιοδικού “Forbes” (Λεφοπούλου, 2013). Μεταξύ των πρωτοπόρων και η γερμανική εταιρεία Eos, η οποία στις κεντρικές εγκαταστάσεις της στο Μόναχο, έχει κατασκευάσει μέσω τρισδιάστατης εκτύπωσης ένα άγαλμα της Θεάς Νίκης σε πραγματικές διαστάσεις, ακόμη και με τις ρωγμές από την επερχόμενη φθορά, που απεικονίζονται στο πραγματικό άγαλμα (www.antikleidi.com, 2013). Στην Ελλάδα, αρκετές είναι οι ομάδες φοιτητών μεγάλων εκπαιδευτικών ιδρυμάτων, οι οποίες εργάζονται πάνω σε σχέδια εφαρμογών τρισδιάστατης εκτύπωσης (Λεφοπούλου, 2013).

Ενδεικτικά, θα αναφερθούμε σε μία επιχειρηματική ιδέα, που έχει διακριθεί σε διεθνή διαγωνισμό και βρίσκεται στο στάδιο της υλοποίησης. Το Atomium, ένα σχέδιο τρισδιάστατης εκτύπωσης από τη Βραζιλία, βραβευμένο στο διαγωνισμό ‘Electrolux Design Lab Competition’, βασίζεται στις επιθυμίες των χρηστών και βάσει του ιατρικού ιστορικού τους, παρασκευάζει γεύματα βασισμένα σε μοριακά συστατικά αναγνωρίζοντας το αντικείμενο της τροφής (Λεφοπούλου, 2013).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

4.1 Παραγωγή από το σπίτι

Δεν είναι λίγοι οι ερευνητές και οι κατασκευαστές, που εγείρουν το ζήτημα της προοπτικής της διάθεσης μηχανών τρισδιάστατης εκτύπωσης κατευθείαν στους καταναλωτές, καθώς και το ζήτημα για τις νέες, καινοτόμες αλλαγές, που θα επέφεραν αυτές, στη λειτουργία, τόσο της παραγωγής, όσο και της οικονομίας. Ο κάθε καταναλωτής με την απλή χρήση στο γραφείο ή στο σπίτι του ενός μηχανήματος τρισδιάστατης εκτύπωσης, θα μπορούσε να κατασκευάζει ο ίδιος αντικείμενα, εξαρτήματα, ανταλλακτικά, παιχνίδια, είτε έχοντας προμηθευτεί τα επιθυμητά ψηφιακά σχέδια, είτε έχοντας σκανάρει φυσικά αντικείμενα (Παπαθανάσης, 2005).

Μολονότι μέχρι στιγμής, το κόστος ενός τρισδιάστατου εκτυπωτή είναι σημαντικό, στο προσεχές μέλλον αναμένεται μία αξιόλογη υποχώρηση, η οποία έχει ήδη αρχίσει και πραγματοποιείται, δεδομένης άλλωστε και της συνεχούς αυξημένης ζήτησης. Πιο συγκεκριμένα, η αγορά ενός τέτοιου εκτυπωτή κοστολογείτο παλαιότερα στα 20.000 δολάρια στη φθηνότερη περίπτωση, ενώ η αξία του μπορεί να έφθανε το ποσό των 200.000 δολαρίων ανάλογα βέβαια και τις απαιτήσεις του χρήστη. Σήμερα, υπάρχουν και οι «προσωπικοί» τρισδιάστατοι εκτυπωτές, που το κόστος τους αγγίζει τα 300 δολάρια, ενώ είναι διαθέσιμοι στο διαδίκτυο για αγορά. Η τιμή τα επόμενα χρόνια αναμένεται να μειωθεί κι άλλο (Πουλιάδης, 2004).

Παρόλα αυτά υπάρχουν αμφιβολίες για το αν οι τεχνικές ταχείας, κυρίως μαζικής παραγωγής, που θα αντικαταστήσουν άλλες μεθόδους, θα είναι οικονομικότερες και θα συμφέρουν καλύτερα (Παπαθανάσης, 2005).

4.2 Παραγωγή On Demand

Αναμφισβήτητα, η τεχνολογία της τρισδιάστατης εκτύπωσης αναπτύσσεται με φρενήρεις ρυθμούς σε αρκετές χώρες ανά τον κόσμο. Μάλιστα, οι ΗΠΑ θεωρούνται επικεφαλείς στον τομέα, αλλά η Γερμανία, η Ιαπωνία και το Ισραήλ έχουν πραγματοποιήσει και αυτές αξιοπρόσεκτη πρόοδο, ενώ δεν είναι αμελητέο το γεγονός ότι η συγκεκριμένη τεχνολογία θα βρει σημαντική απήχηση και σε όχι τόσο ανεπτυγμένες τεχνολογικά χώρες.

Μία ενδιαφέρουσα εξέλιξη θα είναι αυτή της ανάπτυξης της λεγόμενης παραγωγής από απόσταση ή κατά παραγγελία (Πρατικάκης, 2013), ή αλλιώς On – Demand (Distance Manufacturing On – Demand), η οποία θα συνδυάζει τεχνικές ταχείας παραγωγής με το Internet, συνάμα θα επιτρέπει, τόσο την αποστολή ψηφιακών σχεδίων προς τις κατασκευάστριες εταιρείες για την άμεση παραγωγή αυτών, όσο και την προμήθεια - αγορά έτοιμων ψηφιακών σχεδίων προς τις κατασκευάστριες εταιρείες για την άμεση παραγωγή τους από τους ενδιαφερόμενους (Παπαθανάσης, 2005).

4.2.1 Τρισδιάστατη εκτύπωση και ανταλλακτικά αυτοκινήτων

Τα ανταλλακτικά παράγονται μέχρι τώρα μαζικά και αποθηκεύονται, έως ότου ζητηθούν. Πλέον, τα ανταλλακτικά θα «τυπώνονται» στον χώρο του πελάτη, όταν αυτό κρίνεται απαραίτητο (Πρατικάκης, 2013) και θα παράγονται on – demand. Ακόμα, θα διευκολυνθεί η προμήθεια προϊόντων περιορισμένης παραγωγής και η κατασκευή παλαιότερων ή δυσεύρετων εξαρτημάτων και ανταλλακτικών (Παπαθανάσης, 2005).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

5.1 Προκλήσεις και τάσεις βιομηχανικής παραγωγής

Στη σύγχρονη εποχή, ο ευρύτερος τομέας τεχνολογίας των υλικών, των βιομηχανικών διεργασιών και των επιχειρηματικών δραστηριοτήτων αυτών, υφίσταται μία πραγματική μετάλλαξη βασισμένη σε ορισμένες προκλήσεις, όπως η εξάντληση των οικονομικά εκμεταλλεύσιμων πρώτων υλών, η διαχείριση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των προϊόντων και ο επαναπροσδιορισμός των σχέσεων με τις βιομηχανίες – χρήστες. Ωστόσο, αναδεικνύονται ορισμένες τεχνολογικές τάσεις, όπως για παράδειγμα οι αειφόρες τεχνολογίες για τη μείωση του «ενεργειακού αποτυπώματος των διεργασιών» (Στέγη της Ελληνικής Βιομηχανίας, 2013).

5.2 Χαρακτηριστικά Βιομηχανικής Επανάστασης 21^{ου} αιώνα

Η Βιομηχανική Επανάσταση του 21^{ου} αιώνα, αναμένεται να προσδιορίσει μία νέα, ευέλικτη και τεχνολογικά διαφοροποιημένη βιομηχανική παραγωγή συγκριτικά με το παρελθόν. Κύρια χαρακτηριστικά της είναι ο συνδυασμός της βιομηχανικής παραγωγής με σύγχρονες υπηρεσίες, οι οποίες ακολουθούν νέα επιχειρησιακά πρότυπα, βασισμένα στην ιδέα του προϊόντος – υπηρεσία, καθώς της κατανεμημένης βιομηχανικής παραγωγής. Παρατηρείται μία μετάβαση από την “just – in - time” εφοδιαστική αλυσίδα στην παραγωγή «κατά παραγγελία». Ακόμα, χαρακτηριστικά των νέων προσεγγίσεων και τάσεων τεχνολογιών παραγωγής είναι οι τεχνολογίες γρήγορης προτυποποίησης και τρισδιάστατης εκτύπωσης, νέα επιχειρησιακά μοντέλα, που δίνουν έμφαση στην πνευματική ιδιοκτησία, η ανακύκλωση – επαναχρησιμοποίηση υλικών και τέλος η ύπαρξη νέων υλικών και εξατομικευμένων προϊόντων (Στέγη της Ελληνικής Βιομηχανίας, 2013).

5.3 Τρισδιάστατη εκτύπωση και βιομηχανική παραγωγή

Μολονότι μέχρι πρότινος, η τρισδιάστατη εκτύπωση χρησιμοποιείτο μόνο για την παραγωγή προτύπων για δοκιμές, πλέον παρατηρείται μία στροφή στη μεταμόρφωση της βιομηχανικής παραγωγής (Πρατικάκης, 2013). Επιπλέον, χάρη στην καθοδική πορεία, που ακολουθούν οι τιμές, συνάμα χάρη στην ανακάλυψη νέων τεχνικών διαδικασιών, ο βιομηχανικός τομέας «βιώνει» άνθηση. Οι εκτυπωτές που ακολουθούν την τεχνολογία της τρισδιάστατης εκτύπωσης στο βιομηχανικό κλάδο δημιουργούνται κυρίως από τις εταιρείες όπως για παράδειγμα είναι η Objet Geometries, η Stratasys, η 3D Systems, η EOS GmbH και η Z Corporation (Γούλας, 2012). Ήδη, μεγάλες εταιρείες όπως η Siemens, η General Electric και η EADS αρχίζουν να αξιοποιούν τις τεχνολογίες τρισδιάστατης εκτύπωσης στο εργοστάσιο. Πιο συγκεκριμένα, σύμφωνα με τους “Financial Times”, η γερμανική εταιρεία Siemens θα χρησιμοποιήσει 3D εκτυπωτές για την παραγωγή εξαρτημάτων και ανταλλακτικών για σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Κι αυτό, διότι μετά από έρευνες, η εταιρεία κατέληξε στο συμπέρασμα, πως μπορεί να τυπώνει περισσότερα από 100 εξαρτήματα, ως εκ τούτου, ορισμένες επισκευές θα μπορούν να ολοκληρώνονται δέκα φορές πιο γρήγορα από τον χρόνο, που απαιτείται σήμερα (Πρατικάκης, 2013). Η Siemens εκτυπώνει πλέον διάφορα εξαρτήματα για τις ανεμογεννήτριές της, τα «Τορνέϊντο», βρετανικά μαχητικά της BAE Systems φέρουν μεταλλικά «εκτυπωμένα» εξαρτήματα, ενώ τέλος, οι μηχανές αεροπλάνων της General Electric διαθέτουν «εκτυπωμένα» μπεκ καυσίμων (www.Newsbeast.gr, 2014).

Μπορεί μέχρι πριν από λίγο διάστημα, οι 3D εκτυπωτές να τύπωναν μόνο πλαστικό, όμως, σήμερα, μπορούν πλέον να χρησιμοποιούν ως πρώτη ύλη και άλλα στοιχεία, όπως τα μέταλλα (Banker, 2014) και συγκεκριμένα το τιτάνιο. Ακόμα, παρέχεται η δυνατότητα

δημιουργίας μεγάλων εξαρτημάτων για γεννήτριες στρώμα προς στρώμα, χάρη στη βοήθεια ενός λείζερ, το οποίο λιώνει τοπικά μία μεταλλική σκόνη (Πρατικάκης, 2013).

Συγκριτικά τις παραδοσιακές μεθόδους παραγωγής αντικειμένων, η τεχνολογία τρισδιάστατης εκτύπωσης προσφέρει το στρατηγικό πλεονέκτημα της δραματικής μείωσης του κόστους (Pannett, 2014). Επίσης, καθιστά την παραδοσιακή γραμμή παραγωγής και τις διαδικασίες αυτής, περιττές. Χάρη στην ίδια συσκευή μπορούν να «τυπωθούν» πολύ διαφορετικά αντικείμενα χωρίς να απαιτείται επιπλέον παραμετροποίηση (Γεράνης, 2011). Στην αντίθετη περίπτωση, δηλαδή σε αυτήν της εργοστασιακής γραμμής παραγωγής, μπορεί να παραχθεί μόνο ένα προϊόν. Η παρασκευή – κατασκευή ενός διαφορετικού αντικειμένου, ακόμη και αν διαφέρει ελάχιστα από το αρχικά κατασκευασμένο αγαθό, χρειάζεται παραμετροποίηση για τις μηχανές, η οποία σε αρκετές περιπτώσεις, μπορεί να θεωρηθεί και πολυδάπανη. Επιπλέον, με την τεχνολογία της τρισδιάστατης εκτύπωσης, χρησιμοποιείται ακριβώς τόσο υλικό, όσο στερεοποιείται στο τελικό προϊόν. Χάρη σε αυτή την τεχνική και διαδικασία εξοικονομείται μέχρι και 90% από την πρώτη ύλη, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην παραγωγή άλλου ή άλλων αγαθών μελλοντικά. Στην άλλη πλευρά, στην παραδοσιακή γραμμή παραγωγής, το μεγαλύτερο ποσοστό από την πρώτη ύλη αχρηστεύεται μετά την παραγωγή. Ακόμα, είτε πρόκειται για εκτύπωση ενός είτε περισσότερων αντικειμένων δεν υπάρχει σημαντική διαφορά στο κόστος εκτύπωσης. Συνεπώς, η τρισδιάστατη εκτύπωση αναδεικνύεται πιο οικονομική διαδικασία (Γεράνης, 2011), που θα φέρει μία νέα επανάσταση, μετά τη Βιομηχανική (Fleming, 2012).

5.4 Πλεονεκτήματα τρισδιάστατης εκτύπωσης

Τα πλεονεκτήματα που προκύπτουν από την αξιοποίηση της τεχνολογίας της τρισδιάστατης εκτύπωσης είναι πολλά, όπως ενδεικτικά θα αναφέρουμε την ταχύτητα, την ευελιξία, το χαμηλό κόστος και τη μεγάλη γκάμα υλικών (Γεράνης, 2011). Αναμφισβήτητη αξία έχει και ο μετασχηματισμός της μέχρι πρότινος κατασκευαστικής παραδοσιακής διαδικασίας, καθώς και της τοπικοποίησης της παραγωγής (www.entreprises.gouv.fr, 2015), αφού τα προϊόντα θα μπορούν να παραχθούν οπουδήποτε στον κόσμο, αρκεί να υπάρχουν τρισδιάστατοι εκτυπωτές (Janssen et al., 2014). Συγκεκριμένα, η τρισδιάστατη τεχνολογία σε συνδυασμό με τη ρομποτική τεχνολογία παραγωγής, που γνωρίζει κι εκείνη άνθηση, μπορεί να ξεπεράσει την κεντρική παραγωγή, όχι απλά δημιουργώντας εταιρείες, που θα κεφαλαιοποιούν τα κέρδη τους, όπως συνέβη στο παρελθόν με τη Wal-Mart και την Amazon, αλλά οδηγώντας τις εταιρείες σε ανώτερο επίπεδο, μέσω του σχεδιαστικού σταδίου, ταυτόχρονα με τη δημιουργία μικρότερων, πιο «ευκίνητων» εργαστηρίων παραγωγής, εγγύτερα στους αγοραστές (Klein, 2013).

Αρχικά, η τεχνολογία της τρισδιάστατης εκτύπωσης δίνει τη δυνατότητα στον καθένα να δημιουργήσει μοναδικά αντικείμενα, να πειραματιστεί με νέες ιδέες, σχήματα και υλικά, τόσο για την κατασκευή προτύπων, όσο και για το σχεδιασμό και την παραγωγή του τελικού προϊόντος. Μολονότι, οι αρχικές διαθέσεις του κοινού και ειδικότερα των χρηστών εστίαζαν στη δυνατότητα «εκτύπωσης» διακοσμητικών αντικειμένων ή παιχνιδιών, η εκλαΐκευση της τεχνολογίας τρισδιάστατης εκτύπωσης μετατρέπει τον καθένα σε ένα εν δυνάμει κατασκευαστή και παραγωγό (Στέγη της Ελληνικής Βιομηχανίας, 2013). Συνεπώς, μιλάμε για την αντικατάσταση της μαζικής παραγωγής από την ατομική και εξατομικευμένη μορφή τοπικής παραγωγής (Κωστάκης, 2013).

Αν αναλογιστεί κανείς μάλιστα τη δυνατότητα ο κάθε χρήστης να μπορεί πολύ εύκολα να αντικαταστήσει άμεσα ένα σπασμένο αντικείμενο, είτε είναι αντικείμενο, μέσα στο σπίτι, είτε στην εργασία του, και να το διαφοροποιεί, βάσει προσωπικών προτιμήσεων, αντιλαμβανόμαστε τις ανεξάντλητες προοπτικές της νέας τεχνολογίας. Ακόμα, παρέχεται η ευκαιρία ο χρήστης να δημιουργεί, αλλά ταυτόχρονα να μειώνει σημαντικά τα έξοδά του (Πουλιάδης, 2004).

Στη σύγχρονη εποχή, θα λέγαμε πως η τεχνολογία της τρισδιάστατης εκτύπωσης αποτελεί ορόσημο στην εξέλιξη, τόσο της σχεδίασης, όσο και της κατασκευής προτύπων. Οι πληροφορίες, που παρέχονται, μέσω και της οπτικής άποψης του αντικειμένου, είναι πολλές. Τα πρωτότυπα είναι φτιαγμένα από αρκετά σκληρό και ελαστικό πλαστικό, μπορεί να αποτελούν τελικό αγαθό ή ακόμα, χάρη στην απαραίτητη επεξεργασία, να αποτελέσουν υποδείγματα για καλούπια. Χάρη στη συγκεκριμένη τεχνολογία, επιτυγχάνεται η δραματική μείωση του συνολικού κόστους και του απαιτούμενου χρόνου κατασκευής αγαθών. Μάλιστα, οι τεχνικές εκτύπωσης έχουν εξελιχθεί σε τέτοιο βαθμό, ώστε να επιτυγχάνεται ακρίβεια της τάξης των 10 μm και να προκύπτουν πολύχρωμα αντικείμενα, ή αντικείμενα, των οποίων η κατασκευή – παραγωγή έχει βασιστεί σε διαφορετικά υλικά (Παπαδόπουλος, 2013).

Η τεχνολογική επανάσταση την οποία οι τρισδιάστατοι εκτυπωτές προκαλούν στο πλαίσιο των παραγωγικών δυνάμεων προχωρά με αργά και σταθερά βήματα και καθιστά εξαιρετικά φθηνό το κόστος κατασκευής των καθημερινών αγαθών, των τροφίμων και των κτιρίων (Γεράνης, 2011). Σε όλες τις εφαρμογές, αναδεικνύονται θετικά αποτελέσματα, όπως αυτά της μείωσης του βάρους των εξαρτημάτων και του περιορισμού της σπατάλης πρώτων υλών. Μάλιστα, για ορισμένα εξαρτήματα, η απώλεια μπορεί να φτάσει το 90% της πρώτης ύλης που αγοράζεται (Πρατικάκης, 2013). Ως εκ τούτου, θα λέγαμε πως η αγορά πνευματικής δύναμης τείνει να εκτοπίσει την αγορά χειρωνακτικής εργατικής δύναμης (Γεράνης, 2011).

Καθημερινά, έρχονται στο φως της δημοσιότητας, καινούριες εφαρμογές της τρισδιάστατης εκτύπωσης, παράλληλα με την άνθηση, που παρατηρείται τόσο στον κλάδο μικρών εταιρειών, βασισμένων στις έξυπνες ιδέες των ιδρυτών τους, τις λεγόμενες start – ups εταιρείες, όσο και στον τομέα καλών επιχειρησιακών σχεδίων. Ακόμα, παρατηρείται σταδιακή αλλαγή της διαδικασίας της βιομηχανικής παραγωγής, αλλά και της εικόνας της παραδοσιακής επιχείρησης, αφού χάρη στην τρισδιάστατη εκτύπωση και των αναπτυσσόμενων εφαρμογών σε ορισμένους κλάδους, επιταχύνονται τα στάδια παραγωγής. Ένα αξιοσημείωτο παράδειγμα είναι αυτό της παραγωγής τεχνητών μελών ακοής, στο οποίο τα στάδια παραγωγής μειώνονται από 9 σε 3, αλλάζοντάς τη διαδικασία σε σημαντικό βαθμό (Λεφοπούλου, 2013).

Ακόμα, ένα όφελος από τους τρισδιάστατους εκτυπωτές θα είναι η εκτύπωση διαφορετικών αντικειμένων από την ίδια συσκευή χωρίς αυτή η διαδικασία να επιφέρει στο χρήστη επιπλέον κόστος, γεγονός που δε συμβαίνει όταν μιλάμε για τη παραδοσιακή – συμβατική γραμμή μαζικής παραγωγής. Η Ιατρική ήδη αξιοποιεί προς όφελος της επιστήμης το συγκεκριμένο στρατηγικό πλεονέκτημα της παραγωγής εξατομικευμένων αντικειμένων (Γεράνης, 2011). Πιο συγκεκριμένα, πολλά προσθετικά μέλη παράγονται μέσω τρισδιάστατων εκτυπωτών (Bespoke, 2011). Μάλιστα, 30.000 εμφυτεύματα έχουν ήδη χρησιμοποιηθεί σε εγχειρίσεις (Pannett, 2014). Βέβαια, δεν εκλείπουν τα παραδείγματα εφαρμογής στην οδοντιατρική, στις οικιακές ανάγκες, στα αξεσουάρ μόδας, στο ηλεκτρονικό εμπόριο, στην αυτοκινητοβιομηχανία, στον κινηματογράφο (Athens Magazine, 2014).

Επιπρόσθετα, η νέα τεχνολογία της τρισδιάστατης εκτύπωσης, καθώς και η αυξημένη ζήτηση, που αυτή γνωρίζει έχουν οδηγήσει τους κατασκευαστές να επενδύουν σημαντικά ποσά στο R&D, γεγονός το οποίο οδηγεί με τη σειρά του σε μία σημαντική μείωση της τιμής των τρισδιάστατων εκτυπωτών συγκριτικά με την αρχική τιμή, που είχαν. Ως εκ τούτου, οι

τρισδιάστατοι εκτυπωτές με βιομηχανική χρήση δεν κοστίζουν παρά μόνο μερικά εκατοντάδες χιλιάδες δολάρια, όταν οι τρισδιάστατοι εκτυπωτές για οικιακή χρήση κοστίζουν πολύ λιγότερα (Pannett, 2014). Οι ειδικοί εκτιμούν, πως η τιμή θα συνεχίσει να παρουσιάζει καθοδική πορεία μέσα στα επόμενα χρόνια, προκειμένου η νέα αυτή τεχνολογική καινοτομία να είναι προσιτή σε μεγαλύτερο εύρος χρηστών (Πουλιάδης, 2004).

Αναντίλεκτα, προκύπτει το ερώτημα και η αμφιβολία αν η τεχνολογία της τρισδιάστατης εκτύπωσης θα κυριαρχήσει και θα μονοπωλήσει το χώρο και την αγορά, στην οποία μέχρι στιγμής υπάρχει η μαζική παραγωγή. Η εξάλειψη της παραδοσιακής παραγωγής δε θα συμβεί σύμφωνα με τους ειδικούς. Αυτό που προβλέπεται είναι η εμφάνιση εγκαταστάσεων, οι οποίες θα χρησιμοποιούν και θα αξιοποιούν κατά κύριο λόγο τις καινούριες τεχνολογικές τρισδιάστατες συσκευές, οι οποίες θα διαδραματίζουν καίριο ρόλο στη μελλοντική δημιουργία εμπορικών σταθμών τρισδιάστατης εκτύπωσης για τα υλικά αντικείμενα (Γεράνης, 2011).

Άλλωστε, ένα στρατηγικό πλεονέκτημα της τρισδιάστατης εκτύπωσης, όπως προαναφέρθηκε, είναι η δυνατότητα κατασκευής ολοένα και περισσότερο εξατομικευμένων και περίπλοκων αντικειμένων, χρησιμοποιώντας την απαραίτητη ποσότητα υλικού. Επίσης, χάρη στην τεχνολογία των τρισδιάστατων εκτυπωτών, η παραγωγή περιορίζεται και εντοπίζεται ανά τόπους, μειώνεται η ανάγκη παρουσίας γραμμής παραγωγής, συνάμα περιορίζονται οι εκπομπές ρύπων διοξειδίου του άνθρακα (CO₂), λόγω των λιγότερων μετακινήσεων κατά μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας, από την αρχή της διαδικασίας παραγωγής μέχρι το τέλος κατασκευής του προϊόντος και διανομής αυτού. Με άλλα λόγια, πρόκειται για μία τεχνολογική καινοτομία αποκεντρωμένης υλικής παραγωγής (Κωστάκης, 2013).

Συνοψίζοντας, η τεχνολογία της τρισδιάστατης εκτύπωσης παρέχει πληθώρα πλεονεκτημάτων, όπως για παράδειγμα της ψηφιακής αποθήκευσης και παράδοσης αντικειμένων (Πουλιάδης, 2004), της μείωσης λυμάτων κατά τη φάση κατασκευής, της αυξημένης δυνατότητας παραμετροποίησης, της ταχύτητας, της ευελιξίας, του χαμηλού κόστους και της μεγάλης γκάμας υλικών (Γεράνης, 2011). Όλα αυτά έχουν ως αποτέλεσμα τόσο τη σημαντική μείωση και περικοπή εξόδων κατά τη διαδικασία παραγωγής, όσο και τη βελτιστοποίηση του τελικού παρασκευαζόμενου αντικειμένου, ανεξαρτήτως του είδους και της βιομηχανικού κλάδου, στον οποίο εμπίπτει η κατασκευή (Πουλιάδης, 2004). Όπως λένε οι ειδικοί, η κατασκευή των τελικών αντικειμένων θεωρείται εν γένει πολύ καλύτερη της παραδοσιακής μεθόδου, καθώς δεν υπόκειται στους περιορισμούς των συμβατικών μεθόδων παραγωγής (www.inprecor.com, 2014).

5.5 Μειονεκτήματα τρισδιάστατης εκτύπωσης

Όπως ο αρχαίος ρωμαίος θεός Ιανός είχε δύο προσωπεία, έτσι και κάθε τεχνολογική εξέλιξη, όπως η τρισδιάστατη εκτύπωση παρουσιάζει αρνητικά στοιχεία, τα οποία θα πρέπει να ελεγχθούν, ταυτόχρονα υπάρχουν και ορισμένες εφαρμογές, οι οποίες χρειάζεται να αποσαφηνιστούν. Το μεγαλύτερο πρόβλημα φαίνεται ότι είναι η ευκολία με την οποία μπορούν να παραχθούν επικίνδυνα αντικείμενα, μεταφορικά και κυριολεκτικά, τα οποία στα χέρια επικίνδυνων ανθρώπων θα συμβάλλουν περαιτέρω στο κακό της ανθρωπότητας (Λόγιος Ερμής, 2014). Με άλλα λόγια, το μεγάλο ζήτημα της έμπνευσης της τεχνολογίας της τρισδιάστατης εκτύπωσης έγκειται στο άνοιγμα του κουτιού της Πανδώρας για την κατασκευή απαγορευμένων αντικειμένων. Τα όπλα είναι ένα από αυτά, ενώ η κατάσταση αν αναλογιστεί κανείς την

εφαρμογή στην ιατρική και ειδικότερα στην παρασκευή βιολογικού υλικού, ακόμη και οργάνων (bioprinting), «γεννά» αρνητικές σκέψεις, ακόμα και αμφιβολίες για την αξιοποίηση και χρησιμοποίηση της εν λόγω τεχνολογικής καινοτομίας.



Πηγή : 3dprintingindustry.com

Η τεχνολογία της τρισδιάστατης εκτύπωσης μπορεί να ευαγγελίζεται βελτίωση και εξέλιξη σε ένα ευρύ φάσμα τομέων και κλάδων της ανθρώπινης ύπαρξης, όμως είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με τον τρόπο αξιοποίησής της από τους χρήστες. Επιπλέον, η μέθοδος τρισδιάστατης εκτύπωσης εγείρει ερωτηματικά για την προστασία της προσωπικής ιδιοκτησίας, των πνευματικών δικαιωμάτων και πώς αυτά θα διαφυλαχθούν (Hall, 2015). Κι αυτό, διότι δεν έχει καταστεί ακόμη σαφές, πώς θα προστατευτούν οι σχεδιαστές νέων προϊόντων από την αντιγραφή. Θα πρέπει να δίνεται διαβεβαίωση στον πελάτη, είτε αυτός πρόκειται για απλός χρήστης, είτε για εταιρεία, ότι το τελικό προϊόν, που αγόρασε είναι αυθεντικό, σε ορισμένες μάλιστα περιπτώσεις θα απαιτείται Serial ID (Stummer, 2014). Όλα τα ανωτέρω είναι μερικά μόνο από τα ερωτήματα που χρήζουν απάντησης (Λόγιος Ερμής, 2014).

Ένα επιπρόσθετο πολύ σοβαρό ζήτημα, που προκύπτει έχει να κάνει με την υγεία. Σύμφωνα με έρευνα του Ινστιτούτου Τεχνολογίας του Ιλινόις, οι επιτραπέζιοι 3D εκτυπωτές εκπέμπουν στον αέρα αρκετή ποσότητα από επιβλαβή και πολύ λεπτά σωματίδια (UFPs)

(Cheminat, 2013), τα οποία εγκαθίστανται πολύ εύκολα στους πνεύμονες και μπορούν να φθάσουν μέχρι και τον εγκέφαλο. Εξαιτίας της μακροχρόνιας χρήσης τρισδιάστατων εκτυπωτών μπορεί να προκληθεί άσθμα, καρδιακή ανακοπή, εγκεφαλικό επεισόδιο, ή ακόμα και ενδεχόμενος θάνατος (www.inprecor.com, 2014).

Παρά τον ενθουσιασμό, που επικρατεί από την έλευση και αξιοποίηση της τρισδιάστατης τεχνολογίας εκτύπωσης, η 3D εκτύπωση παραμένει ακατάλληλη για αρκετές από τις γραμμές παραγωγής. Κι αυτό, διότι οι πρώτες ύλες είναι ακριβές, έως και 100 φορές ακριβότερες από τις αντίστοιχες συμβατικές πρώτες ύλες, ενώ η ταχύτητα εκτύπωσης παραμένει υπερβολικά μικρή. Βέβαια, αν τα μειονεκτήματα και οι δυσκολίες αυτές υπερκεραστούν, οι προοπτικές της τρισδιάστατης εκτύπωσης θα κάλυπταν ένα πιο ευρύ φάσμα εφαρμογών (Πρατικάκης, 2013). Ένα ακόμα μειονέκτημα είναι η μικρότερη ανθεκτικότητα των αντικειμένων, που παράγονται από την τρισδιάστατη εκτύπωση, συγκριτικά με την παραδοσιακή διαδικασία κατασκευής. Και αυτός είναι ένας τομέας, που θα χρειαστεί μελλοντικά περαιτέρω έρευνα (Banker, 2014).

Περιορισμοί στην τεχνολογία της τρισδιάστατης εκτύπωσης, όπως για παράδειγμα στα υλικά, στην ταχύτητα και στην απουσία εξειδικευμένης γνώσης μπορεί να θεωρηθούν αιτίες της καθυστέρησης της απόλυτης υιοθέτησης των προηγμένων τεχνολογικών διαδικασιών σε σύντομο χρονικό διάστημα. Παρόλα αυτά και λόγω των πλεονεκτημάτων της εξατομίκευσης των προϊόντων, του περιορισμού φυράς, και της προστασίας του περιβάλλοντος, ολοένα και περισσότεροι διευθυντές σε εφοδιαστικές αλυσίδες επενδύουν στη μέθοδο (Manners – Bell and Lyon, 2012).

5.6 Επίδραση τρισδιάστατης εκτύπωσης

Η εξέλιξη και εξάπλωση της συγκεκριμένης καινοτομίας θα οδηγήσει σε ριζικές αλλαγές μέσα από διαφορετικούς τρόπους. Αρχικά, θα λέγαμε, πως θα επιτευχθεί μία πλήρης αποκέντρωση αναφορικά με την παραγωγή καταναλωτικών προϊόντων. Εν αντιθέσει με τις σύγχρονες τεράστιες βιομηχανικές μονάδες, οι οποίες παράγουν χιλιάδες τόνους τυποποιημένων αντικειμένων, στο εγγύς μέλλον θα οδηγηθούμε στην ύπαρξη αμέτρητων εκτυπωτών στα σπίτια των χρηστών, καθώς και στην ύπαρξη ειδικών εργαστηρίων, τα οποία θα κατασκευάζουν το επιθυμητό προϊόν κατά παραγγελία. Με αυτό τον τρόπο, η μαζική τυποποιημένη παραγωγή θα αντικατασταθεί από εξατομικευμένη και προσωποποιημένη παραγωγή αντικειμένων (Σμυρναίος, 2014). Άλλωστε, όσο οι τομείς εφαρμογής της τρισδιάστατης εκτύπωσης θα διευρύνονται, όλο και περισσότερα προϊόντα θα παράγονται. Ακόμα, εκτός από την κατασκευή αγαθών, σύμφωνα με τις εξατομικευμένες προδιαγραφές του κάθε χρήστη, οι νεοσύστατες επιχειρήσεις θα είναι σε θέση, να μετατρέπουν τις ιδέες τους σε σχέδια προσιτά στο καταναλωτικό κοινό, σχεδόν άμεσα, με μικρό κόστος (Λόγιος Ερμής, 2014). Η εξατομίκευση και παραγωγή αντικειμένων με προσωποποιημένα χαρακτηριστικά, που θα θέλουν να προσδώσουν οι χρήστες, είτε τα αντικείμενα είναι απλά, είτε πιο σύνθετα θα είναι πλέον αδιαμφισβήτητο γεγονός (Γεράνης, 2011).

Αναμφισβήτητα, άνθηση και ώθηση θα γνωρίσουν και οι τοπικές και εθνικές οικονομίες, ενώ θα μειωθούν σημαντικά οι μεσάζοντες, γεγονός, που θα οδηγήσει με τη σειρά του σε σημαντική εξοικονόμηση χρημάτων. Παράλληλα, οι εφοδιαστικές αλυσίδες, που υποστηρίζουν τη ροή προϊόντων και μερών προς τους καταναλωτές θα αντικατασταθούν από εφοδιαστικές αλυσίδες σχετιζόμενες με πρώτες ύλες. Μάλιστα, μία επένδυση ενός νοικοκυριού στην αγορά ενός τρισδιάστατου εκτυπωτή μπορεί να οδηγήσει ύστερα από έρευνες σε εξοικονόμηση της

τάξης των 300 έως 2000 δολαρίων το χρόνο για παραγωγή 20 αγαθών μέσα στο ίδιο το έτος (Clark, 2014). Επιπλέον, πέραν του οικονομικού οφέλους της επικράτησης της παραγωγής σε τοπικό επίπεδο και αντικατάσταση των μεγάλων βιομηχανιών από μικρά και δημόσια κέντρα σε κάθε γειτονιά ανά τον κόσμο, το κόστος των εκτυπωτών, όπως προαναφέραμε, θα συνεχίσει να μειώνεται, καθώς η ζήτηση αυξάνεται. Ως εκ τούτου, η αγορά θα κατακλυστεί από νέα προϊόντα, που ακόμα και οι πιο αισιόδοξοι χρήστες δε μπορούσαν να φανταστούν ότι θα έβρισκαν και η ατομική δημιουργικότητα, συνάμα οι καινοτόμες ιδέες θα γνωρίσουν ημέρες πρωτόγνωρης άνθησης και δόξας (Λόγιος Ερμής, 2014).

Ακόμα, όσον αφορά στην εξατομικευμένη παραγωγή αγαθών από σχέδια με τις επιθυμητές για τους χρήστες προδιαγραφές, θα λέγαμε πως μπορεί να οδηγήσει τις εταιρείες στην απόκτηση ενός συγκριτικού πλεονεκτήματος απέναντι στους ανταγωνιστές τους. Όταν μάλιστα τα συγκεκριμένα αγαθά είναι δύσκολο να παραχθούν από μονάδες μαζικά, είναι προφανής η αξία του συγκεκριμένου πλεονεκτήματος. Αναμφίβολα, ως αποτέλεσμα της χρήσης τρισδιάστατων εκτυπωτών, οι εταιρείες θα εξοικονομήσουν και χρήματα έναντι των ανταγωνιστών τους, εκτός από το ανταγωνιστικό πλεονέκτημα (Clark, 2014).

Επιπρόσθετα, το κόστος των καταναλωτικών αγαθών θα μειωθεί σημαντικά, εφόσον ο χρήστης θα χρειάζεται μόνο μία πρώτη ύλη για τον τρισδιάστατο εκτυπωτή, όπως και τον ίδιο τον εκτυπωτή, τον οποίο όπως αναφέραμε σε προηγούμενα κεφάλαια, λόγω τεχνολογικής εξέλιξης και αυξημένων δυνατοτήτων των καινούριων μηχανημάτων, θα μπορεί να τον έχει κατασκευάσει ένας άλλος τρισδιάστατος εκτυπωτής. Με άλλα λόγια, η συσκευή θα είναι και εύκολη και φθηνή στην κατασκευή της.

Είναι εμφανές ότι η τεχνολογία της τρισδιάστατης εκτύπωσης συμβάλλει σημαντικά στην παραγωγή αγαθών, τα οποία θα χρειαζόντουσαν διαφορετικά τη συναρμολόγηση πολλαπλών τμημάτων. Με τον περιορισμό της διαδικασίας συναρμολόγησης, οι εξοικονομήσεις, που προκύπτουν είναι σημαντικές για τον κατασκευαστή σε όρους εργατικού κόστους, αλλά και δυνητικά στον περιορισμό της αποθήκευσης, διαχείρισης και διανομής. Άλλωστε, όλες αυτές οι διαδικασίες περιλαμβάνουν σημαντικά κόστη, που προκύπτουν σε όλη τη φάση συναρμολόγησης από την αρχή μέχρι το τέλος (Manners – Bell and Lyon, 2012).

Μία ακόμα θετική επίδραση της νέας πραγματικότητας θα είναι η αποτελεσματική προστασία του περιβάλλοντος, καθότι θα περιοριστούν οι τεράστιες ποσότητες των εργοστασιακών αποβλήτων, που εκλύονται στην παρούσα φάση, καθώς και ο κίνδυνος πρόκλησης σοβαρών βιομηχανικών ατυχημάτων (Σμυρναίος, 2014). Συγκεκριμένα, το «αποτύπωμα του άνθρακα», το οποίο αποτελεί επιβαρυντικό περιβαλλοντικό παράγοντα θα μειωθεί σημαντικά, αφού θα έχουν μειωθεί όλες οι καταλυτικές συνιστώσες του, όπως η παραγωγή, η μεταφορά για διάθεση προϊόντων (Λόγιος Ερμής, 2014; Robinson, 2014).

Ακόμα, η τεχνολογία της τρισδιάστατης εκτύπωσης ή αλλιώς προσθετική παραγωγή έχει τη δυνατότητα να αλλάξει τα δεδομένα της παγκόσμιας βιομηχανίας και να φέρει επανάσταση στις τεχνικές παραγωγής, συμβάλλοντας περαιτέρω στην αυτοματοποίηση της παραγωγικής διαδικασίας ενώ αφαιρεί τη στήριξη στο εργατικό δυναμικό, το οποίο κοστίζει για τις επιχειρήσεις (Manners – Bell and Lyon, 2012; World Economic Forum, 2013, Forrest and Cao, 2013).

Στη σύγχρονη εποχή, η παγκοσμιοποίηση έχει βοηθήσει τις αεροπορικές, θαλάσσιες και γενικότερα εμπορικές μεταφορές, καθότι μεγάλες ποσότητες καταναλωτικών αγαθών

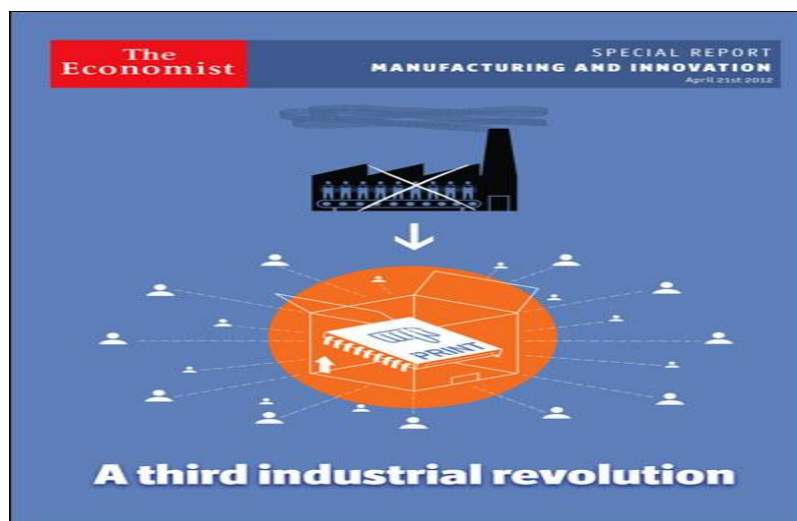
μετακινούνται σε παγκόσμια κλίμακα, από τις αγορές της Μέσης Ανατολής στις αγορές της Δύσης. Συνεπώς, οποιαδήποτε μεταβολή προκύψει στην εξέλιξη και πραγματικότητα της παγκόσμιας αγοράς, αναμένεται να θεωρηθεί ως απειλή για την παγκόσμια μεταφορική βιομηχανία. Παρόλα αυτά, η τεχνολογία της τρισδιάστατης εκτύπωσης εκτός από κινδύνους, προσφέρει και αρκετές ευκαιρίες – δυνατότητες (Manners – Bell and Lyon, 2012).

Χάρη στη νέα τεχνολογία, σε συνδυασμό πάντοτε με αποτελεσματικές κατασκευές, γίνεται προφανής η τάση για δρομολόγηση μίας νέας επανάστασης, μετά τη Βιομηχανική. Όχι μόνο οι τοπικές κατασκευάστριες εταιρείες θα επανιδρυθούν κοντά στις τελικές αγορές διάθεσης των προϊόντων, αλλά θα τους δοθεί η δυνατότητα ευελιξίας αναφορικά με τις αλλαγές, που ανακύπτουν σχετικά με τις καταναλωτικές ανάγκες. Η φύση πλέον του βιομηχανικού κατασκευαστικού κλάδου θα είναι πολύ διαφορετική συγκριτικά με τα παραδοσιακά μέχρι πρότινος μοντέλα. Μάλιστα, η φιλοσοφία πίσω από την εξατομικευμένη κατασκευαστική διαδικασία θα έχει απήχηση σε αρκετούς κλάδους, όπως για παράδειγμα τον κλάδο, που αφορά στη παραγωγή φαρμάκων και συγκεκριμένα ειδικών ναρκωτικών, ιατρικών βοηθημάτων κατά το στάδιο εγχειρητικών διαδικασιών. Μέσω της τρισδιάστατης εκτύπωσης, τα φάρμακα δε θα είναι αποθηκευμένα, αλλά θα μεταφέρονται σε περιοχές που είναι απαραίτητα ή όταν προκύπτει σημαντική ανάγκη ή έκτακτα περιστατικά (Manners – Bell and Lyon, 2012).

Η νέα τεχνολογία σταδιακά θα υποκαταστήσει, έως ότου εκτοπίσει πλήρως τη συμβατική μέθοδο παραγωγής, λόγω της πληθώρας πλεονεκτημάτων που εμφανίζει, όπως της ταχύτητας, οικονομίας, απόδοσης και αποτελεσματικότητας. Τα «εκτυπωμένα» αντικείμενα θα προσφέρουν εξοικονόμηση πρώτων υλών, καθώς και δυνατότητα αφθονίας αγαθών, με λιγότερο κόπο και λιγότερη ενέργεια. Κατά κύριο λόγο όμως, λόγω της σύνδεσής της με τα δεδομένα και τη νέα τάση της εποχής, η οποία θέλει την αξιοποίηση της πληροφορικής και της επιστήμης, καθώς και

την αλλαγή σχέσεων μεταξύ πνευματικής και χειρονακτικής εργασίας, να είναι πιο ουσιαστικά και εμφανή από ποτέ. Δεν είναι λίγοι αυτοί που εκτιμούν μάλιστα, ότι χώρες με φθηνό εργατικό δυναμικό, όπως για παράδειγμα είναι η χώρα της Κίνας, θα απολέσουν το ανταγωνιστικό πλεονέκτημα, που ενίσχυε τη μέχρι πρότινος κερδοφορία των επιχειρήσεων τους (Γεράνης, 2011).

Τέλος, οι εταιρείες παραγωγής προϊόντων θα αντικατασταθούν από εταιρείες πληροφορικής, αφού τα αντικείμενα θα «εκτυπώνονται» μέσα από ηλεκτρονικά αρχεία από οποιονδήποτε τρισδιάστατο εκτυπωτή με το κατάλληλο λογισμικό πρόγραμμα, όσες φορές κρίνεται απαραίτητο από το χρήστη. Συνεπώς, θα πραγματοποιηθεί μία αυτονόμηση της ιδέας ενός προϊόντος από την πραγματοποίησή του. Επιπλέον, η μεταφορά των αγαθών θα περιοριστεί σε σημαντικό βαθμό και θα χάσει τη σημασία της, εφόσον το αγαθό θα παράγεται, πλέον, από τον τρισδιάστατο εκτυπωτή σε τοπικό επίπεδο και όχι μόνο ή απαραίτητα κοντά σε βιομηχανική ζώνη ή κοντά σε κάποιο εργοστάσιο ή ερευνητικό κέντρο, όπως συνέβαινε στο παρελθόν (Γεράνης, 2011).



Πηγή : www.denoyel.com, 2012

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

6.1 Επίδραση τεχνολογίας 3D Printing στην Εφοδιαστική Αλυσίδα

Ως κρίσιμοι παράγοντες στην εγκατάσταση εργοστασίων, αξιολογούνται η ποιότητα, οι ταχύτεροι χρόνοι παράδοσης, η εγγύτητα στις τοπικές αγορές, οι τεχνικές ικανότητες, οι δεξιότητες του εργατικού δυναμικού, το μικρότερο κόστος μεταφοράς και η ύπαρξη απλούστερων εφοδιαστικών αλυσίδων. Επιπρόσθετα, η εισαγωγή νέων και καινοτόμων τεχνολογιών καθιστά την παραγωγή λιγότερο εντάσεως εργασίας, ενώ ταυτόχρονα το «έξυπνο» λογισμικό δίνει τη δυνατότητα στα προϊόντα να σχεδιάζονται, να δοκιμάζονται και να οδηγούνται στη διαδικασία παραγωγής ακόμη πιο εύκολα συγκριτικά με παλαιότερες τεχνικές. Μία τέτοια νέα διαδικασία παραγωγής αποτελεί και η τεχνική τρισδιάστατης εκτύπωσης (Markillie, 2012).

Η τεχνολογία τρισδιάστατης εκτύπωσης δίνει τη δυνατότητα για ταχύτερη και οικονομικότερη δημιουργία προτύπων, χωρίς όμως να αποκλείεται η επέκταση στη βιομηχανική παραγωγή μεγάλης κλίμακας. Δεδομένης της διαφορετικότητας, όσον αφορά στην «κουλτούρα» της νέας μεθόδου, μπορεί να επιτευχθεί ιδιαίτερα σημαντική εξοικονόμηση υλικού, καθώς και μεγαλύτερη ακρίβεια κατασκευής σε πιο σύνθετα και πολύπλοκα εξαρτήματα, προσθέτοντας έτσι και το στρατηγικό πλεονέκτημα της ευελιξίας στο σχεδιασμό αντικειμένων. Ως εκ τούτου, είναι δυνατό να κατασκευαστούν «σύνθετα αντικείμενα με σημαντικά μικρότερο αριθμό εξαρτημάτων, αυξάνοντας τη λειτουργικότητά τους και ελαχιστοποιώντας το χρόνο συναρμολόγησης και τη χρήση εργαλείων ή το κόστος εφοδιαστικής αλυσίδας» (Στέγη της Ελληνικής Βιομηχανίας, 2013: 9).

Με τη χρήση της τεχνολογίας, η παραγωγή θα γίνεται κατά παραγγελία (on demand) και δε θα χρειάζεται πλέον να υπάρχει stock εμπορευμάτων στα ράφια ή στις αποθήκες (www.3dprinter.net, 2012). Όταν υπάρχει ζήτηση ή είναι απαραίτητο, τότε και μόνο τότε θα παράγεται το προϊόν. Η εφοδιαστική αλυσίδα «σπάει» σε απλούστερα κομμάτια και προστίθενται καινούρια στοιχεία στο υπάρχον σύστημα. Τα καινούρια αυτά στοιχεία διαπερνούν όλη την εφοδιαστική αλυσίδα από το κόστος της διανομής μέχρι τη συναρμολόγηση και μεταφορά του ίδιου του υλικού, ενώ μειώνεται η φυρά (scrap), μεγιστοποιείται η εξατομίκευση παραγωγής αγαθών και βελτιώνονται οι χρόνοι συναρμολόγησης του προϊόντος. Συνεπώς, η εφοδιαστική αλυσίδα χάρη στην τεχνολογία της τρισδιάστατης εκτύπωσης είναι σα να δημιουργείται εκ νέου, από την αρχή, ως ένα σύστημα τοπικής εμβέλειας (Intrieri, 2014).

Αναμφισβήτητα, το παραδοσιακό μοντέλο της εφοδιαστικής αλυσίδας παραμένει ως έχει βασισμένο στους παραδοσιακούς περιορισμούς της βιομηχανίας. Ειδικότερα, στην αποτελεσματικότητα της μαζικής παραγωγής, στην ανάγκη για χαμηλό κόστος και εξειδικευμένο προσωπικό, καθώς και στις υπηρεσίες real estate για κάθε στάδιο και διαδικασία (Intrieri, 2014).

Από την άλλη πλευρά, η τρισδιάστατη εκτύπωση επιτυγχάνει να υπερκεράσει αυτούς τους περιορισμούς και αυτές τις δυσκολίες. Κι αυτό, διότι βασίζει τις αξίες της σε «εκτύπωση» χαμηλού κόστους αγαθών, τα οποία αποτελούν εξατομικευμένες παραγγελίες για τους πελάτες. Τα αγαθά αυτά θεωρούνται περισσότερο πολύπλοκα ως προς την κατασκευή τους συγκριτικά με τον παραδοσιακό τρόπο μαζικής παραγωγής. Πιο συγκεκριμένα, ο τρόπος παραγωγής περιλαμβάνει κοίλες δομές, όπως είναι τα ακροφύσια καυσίμου της GE, τα οποία θα κατασκευαζόντουσαν σε κομμάτια για μεταγενέστερη συναρμολόγηση. Με αυτό τον τρόπο, περιορίζεται η ανάγκη για εγκαταστάσεις υψηλού επιπέδου για παραγωγή μεγάλου όγκου

αγαθών, όπως και η ανάγκη για ύπαρξη εξειδικευμένου αριθμού εργατών. Συνεπώς, μειώνεται αυτόματα κατά το ήμισυ το κόστος της εφοδιαστικής αλυσίδας (Intrieri, 2014). Επιπλέον, χάρη σε αυτή τη μέθοδο, η αποτελεσματικότητα της παραδοσιακής μεθόδου δεν έχει σημασία, αφού δεν είναι πλέον οικονομικά αποτελεσματικό να στέλνεις προϊόντα σε όλο τον κόσμο, όταν η κατασκευή μπορεί να λάβει χώρα οπουδήποτε με το ίδιο κόστος. Άλλωστε, οι πρώτες ύλες είναι ψηφιακά αρχεία και οι μηχανές, που τις παράγουν είναι συνδεδεμένες και επικοινωνούν πιο γρήγορα και αποτελεσματικά από ποτέ (Intrieri, 2014).

Η τρισδιάστατη εκτύπωση έχει τη δυνατότητα να μετασχηματίζει ολοκληρωτικά την εφοδιαστική αλυσίδα από τη μορφή, που είναι ευρέως γνωστή σήμερα. Τα επόμενα χρόνια αναμένεται να δημιουργηθεί ανάγκη και προστιθέμενη αξία για ένα μικρότερο, τοπικό κατασκευαστικό περιβάλλον, ικανό για τυποποιημένη – συνηθισμένη κατασκευή, μικρότερα lead times (Daalhuisen, 2013) και δραστικές περικοπές, τόσο στα μεταφορικά κόστη, όσο και συνολικά στα αποτυπώματα του άνθρακα (Hessman, 2013; LaSalle, 2013). Άλλωστε, χάρη στην τεχνολογία τρισδιάστατης εκτύπωσης, ο καθένας μπορεί να κατασκευάζει τα δικά του αντικείμενα – προϊόντα. Ως εκ τούτου, μιλάμε για μία δραστική μεταβολή των επιχειρηματικών προτύπων με τη μορφή, που είναι σήμερα γνωστά, αφού δίνεται ώθηση σε τοπικά εστιασμένα παραγωγικά μοντέλα, προκειμένου να παραχθούν αγαθά με ελάχιστο «αποτύπωμα άνθρακα» και να μειωθούν οι ανάγκες μεταφοράς φορτίων σε παγκόσμια κλίμακα (Στέγη της Ελληνικής Βιομηχανίας, 2013).

Η πρώτη μεγάλη επίδραση είναι ότι περισσότερα αγαθά θα κατασκευάζονται κοντά στο σημείο αγοράς ή κατανάλωσής τους. Πολλά αγαθά τα οποία βασιζόνταν σε παραγωγή μεγάλων εργοστασίων θα παράγονται πλέον τοπικά. Ακόμη κι αν το μοναδιαίο κόστος παραγωγής είναι υψηλότερο, θα υπάρχει συγκριτικό πλεονέκτημα από τη μείωση των μεταφορικών εξόδων και

του κόστους διατήρησης αποθεμάτων Μία ακόμα επίδραση θα είναι η τυποποίηση των προϊόντων, χωρίς εκτεταμένο επανασχεδιασμό και «ανοικτά» προς όλους σχέδια. Με άλλα λόγια, όλοι οι χρήστες θα μπορούν να έχουν πρόσβαση στο σχέδιο για να παράγουν το επιθυμητό τους αγαθό ή προϊόν (D' Aveni, 2013).

Αυτές οι επιδράσεις θα κάνουν τις επιχειρήσεις κατά μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας να ξανασκεφτούν τη λειτουργία και τη στρατηγική τους. Επίσης, οι συνιστώσες, που ανέδειξαν την Κίνα σε «κατασκευαστικό εργαστήριο» ολόκληρου κόσμου θα αρχίσουν να εξασθενούν. Μολονότι, η Κίνα κατάφερε να μειώσει σημαντικά το κόστος παραγωγής μειώνοντας και περιορίζοντας σε πολύ χαμηλά επίπεδα το εργατικό κόστος, είναι προφανές ότι καμία οικονομία, ούτε αυτή της Κίνας, δε μπορεί να πληρώσει τόσο λίγο το εργατικό δυναμικό, ώστε να μειώσει το μεταφορικό κόστος, με το οποίο έρχεται καθημερινά αντιμέτωπη (D' Aveni, 2013). Βέβαια, παρά τις προκλήσεις, που δέχεται το μοντέλο “Made in China”, οι Κινέζοι παραγωγοί θα συνεχίσουν να έχουν μεγάλα πλεονεκτήματα κόστους και θα διατηρήσουν τη λειτουργία τους, χάρη και στην ανάπτυξη της Κινέζικης μεσαίας τάξης και στα οφέλη της τεράστιας εσωτερικής αγοράς, που διαθέτει η χώρα. Η αγορά αυτή είναι που θα οδηγήσει τους Κινέζους παραγωγούς στην καινοτομία, επιτρέποντάς τους τη μετακίνηση σε πιο υψηλά επίπεδα στην αλυσίδα παραγωγής προστιθέμενης αξίας (Markillie, 2012). Παρόλα αυτά, η χώρα της Κίνας θα πρέπει να αλλάξει νοοτροπία και να διαφοροποιήσει τη στάση της από την πεποίθηση ότι είναι η μεγαλύτερη μαζική παραγωγική δύναμη του κόσμου, γιατί οι «ώριμες» ανατολικές χώρες θα προσπαθήσουν να εκμεταλλευτούν τα πλεονεκτήματα της τρισδιάστατης εκτύπωσης προς όφελός τους (D' Aveni, 2013).

Αυτά τα καινούρια μοντέλα, είτε υιοθετηθούν μερικώς είτε εξ ολοκλήρου καθώς εξελίσσεται και ωριμάζει η τεχνολογία, θα έχουν σημαντικό αντίκτυπο στο κόστος και στην

ικανότητα των εφοδιαστικών αλυσίδων. Η πιο στενή παροχή μερών και τμημάτων, μέσω των εγκατεστημένων εκτυπωτών στις εγκαταστάσεις και στα εργοστάσια πελατών θα μειώσει δραστικά τους χρόνους παράδοσης και θα αυξήσει την on-time (έγκαιρη) παράδοση. Τα δίκτυα εφοδιαστικής αλυσίδας θα απλοποιηθούν, με μία μείωση σε εργοστασιακές ανάγκες, η οποία θα έχει προκύψει μέσω της μείωσης σε επίπεδα πρώτων υλών. Μάλιστα, σε συνδυασμό με τη γρήγορη κατασκευή - παραγωγή, οι εφοδιαστικές αλυσίδες θα ανταποκρίνονται ταχύτερα στις οποιοσδήποτε αλλαγές και με αυτόν τον τρόπο οι εταιρείες θα είναι σε θέση να ανταποκρίνονται καλύτερα σε προϊόντα των οποίων ο κύκλος ζωής χαρακτηρίζεται σύντομος. Επίσης, τα προϊόντα θα γίνουν στο τέλος φθηνότερα, τόσο όσον αφορά στην παραγωγή, όσο και στην αγορά, θα προσφέρουν μεγαλύτερη εξατομίκευση στους χρήστες και θα καταστήσουν δύσκολο φαινόμενο την απαξίωσή τους. Πιο συγκεκριμένα, η εταιρεία GE εκτιμά ότι το κόστος της τριδιάστατης εκτύπωσης κάποιων υλικών έχει μειωθεί μέχρι και 25% συγκρινόμενο με το κόστος της παραδοσιακής παραγωγής. Η μείωση αυτή έχει προκύψει χάρη στις αλλαγές αναφορικά με τον σχεδιασμό του προϊόντος και τη μείωση των απαιτούμενων για την παραγωγή υλικών. Για τις μικρές και start-ups εταιρείες, αυτές οι αποταμιεύσεις – μειώσεις κόστους θα είναι μετασηματικές, καθότι τα αρχικά κόστη παραγωγής θα είναι δραστικά μικρότερα, όπως μικρότερα και οικονομικότερα θα είναι τα κόστη αναφορικά με τις ποσότητες παραγγελίας (Pannett, 2014).



6.2 Επίδραση τεχνολογίας 3D Printing στα Logistics

Ο κλάδος των Logistics θα αλλάξει άρδην, ενώ στο χώρο των μεταφορών ο διακινούμενος όγκος καταναλωτικών προϊόντων θα βιώσει σημαντική μείωση. Τα πολυκαταστήματα και τα εντοπωσιακά εμπορικά κέντρα με τη σημερινή τους μορφή, θα πρέπει να υιοθετήσουν διαφορετική εικόνα και λειτουργία. Επιπλέον, τα σημερινά μονοπώλια προσφοράς συγκεκριμένων αγαθών θα έρθουν αντιμέτωπα με σοβαρές απειλές και κινδύνους, όσον αφορά την κερδοφορία τους. Κι αυτό, διότι η μοναδική διέξοδος με την οποία η εταιρεία κατασκευής θα μπορεί να διασφαλίσει τα κέρδη της, θα είναι μέσω της διατήρησης ενός αποκλειστικού ιδιοκτησιακού καθεστώτος, αναφορικά με το σχετικό λογισμικό κατασκευής. Με τη συνεχόμενη εξέλιξη, όμως, του διαδικτύου και την εμφάνιση όλο και περισσότερων χάκερς, η προσπάθεια αυτή θα καθίσταται ολοένα και πιο δύσκολη για τις επιχειρήσεις (Σμυρναίος, 2014).

Όσον αφορά στον κλάδο των Logistics, θα λέγαμε, πως είναι το κομμάτι της εφοδιαστικής αλυσίδας, το οποίο θα επηρεαστεί περισσότερο, εφόσον η ανάγκη μεταφορών, καθώς και η ανάγκη για αποθήκευση σε 3PL εταιρείες και διαχείριση πρώτων υλών μειώνεται, μολονότι η τεχνολογία δεν επιτρέπει ακόμα την παραγωγή πολλαπλών υλικών στοιχείων. Επιπρόσθετα, με την εγκατάσταση εκτυπωτών σε ξένα εργοστάσια, οι φόροι και οι δασμοί μειώνονται κι άλλο, ενώ οι σταλίες από τις καθυστερήσεις των αγαθών σταδιακά εξαλείφονται (Pannett, 2014). Μία σημαντική ποσότητα αγαθών, που προηγουμένως παράγονταν στην Κίνα ή σε άλλες ανατολικές αγορές, πλέον θα παράγεται κοντά στη Βόρεια Αμερική και στην Ευρώπη. Αυτό θα έχει σαν αποτέλεσμα, τη μείωση μεταφορικού κόστους, είτε πρόκειται για αεροπορική, είτε για θαλάσσια μεταφορά. Επιπρόσθετα, η μαζική εξατομικευμένη παραγωγική διαδικασία, θα οδηγήσει σε σημαντική μείωση – περιορισμό των επιπέδων αποθήκευσης, εφόσον η παραγωγή θα πραγματοποιείται κατά παραγγελία. Ακόμα, θα δίνονται ολοένα και λιγότερες

ευκαιρίες σε προμηθευτές υπηρεσιών Logistics για να εμπλακούν, μέσω των εταιρειών τους, κατά μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας. Κι αυτό, διότι οι κατασκευαστικές διαδικασίες, ή καλύτερα οι διαδικασίες παραγωγής, θα επαναπροσδιορίζονται με αυξανόμενο ρυθμό στα πλαίσια και στο περιβάλλον μίας και μόνο εγκατάστασης (McKendrick, 2012).

Επιπλέον, η σχέση μεταξύ του προμηθευτή – παραγωγού, του χονδρέμπορου και του λιανέμπορου μπορεί να επηρεαστεί (Daalhuisen, 2015), λόγω της επερχόμενης αλλαγής και υιοθέτησης διαφορετικής στρατηγικής, αυτής της παραγωγής ανά παραγγελία. Σε ορισμένους τομείς, οι λιανέμποροι, είτε θα προσπαθούν να επιβιώσουν, είτε θα αποτελούν το δίαυλο επικοινωνίας μεταξύ των κατασκευαστριών εταιρειών και των εν δυνάμει πελατών, χωρίς να έχουν στην κατοχή τους stock των προς πώληση αγαθών. Οι παραγγελίες θα λαμβάνονται απευθείας από την κατασκευάστρια εταιρεία και θα πραγματοποιούνται μέχρι και το στάδιο παράδοσης της παραγγελίας στο χώρο, που επιθυμεί ο καταναλωτής από την ίδια την εταιρεία (McKendrick, 2012).

Όσον αφορά στους αποθηκευτικούς χώρους και τις μεγάλες αποθήκες, που παρέχουν υπηρεσίες εκτός από την αποθήκευση και αποσυναρμολόγηση ή επαναλειτουργία ή stock των διαφόρων αγαθών, θα επηρεαστούν από τους πρώτους. Μέχρι στιγμής, επενδύονται δισεκατομμύρια σε stock για να μπορούν να υποστηριχθούν τα προϊόντα διαφορετικών κατηγοριών, από αυτοκίνητα μέχρι μηχανές ακτινών X. Μάλιστα, κατά μήκος των εφοδιαστικών αλυσίδων, δεν είναι λίγες οι φορές, που οι υπηρεσίες Logistics συμβάλλουν, μεταξύ των εμπλεκόμενων μερών, στη μείωση του απαιτούμενου χρόνου για επανασυναρμολόγηση, επαναλειτουργία και μεταφορά του αγαθού στον τελικό αποδέκτη. Πλέον, χάρη στην τεχνολογία της τρισδιάστατης εκτύπωσης, τα σχέδια, που αφορούν το προϊόν θα «κατεβαίνουν» ηλεκτρονικά μέσω της κατάλληλης ψηφιακής βιβλιοθήκης, θα «εκτυπώνονται» τρισδιάστατα

και θα εφαρμόζουν στο αγαθό, που δυσλειτουργεί σε σύντομο χρονικό διάστημα. Ως εκ τούτου, οι οποιοσδήποτε αποθήκες ή αποθηκευτικοί χώροι σε διεθνές ή παγκόσμιο επίπεδο, όπως και οι διάφοροι μεταφορείς ή αλλιώς forwarders των αντίστοιχων stock θα καθίστανται περιττοί αναφορικά με την ικανοποίηση των καταναλωτικών αναγκών, που θα προκύπτουν (Manners – Bell and Lyon, 2012).

Αντιθέτως, ένας καινούριος, μεγάλος τομέας θα αναδυθεί, όσον αφορά, στη βιομηχανία των Logistics. Αυτός δε θα αφορά την αποθήκευση stock, ή ανταλλακτικών για να αντικαταστήσουν εν δυνάμει τα δυσλειτουργικά ή προβληματικά αντικείμενα, αλλά θα έχει να κάνει με την αποθήκευση και διακίνηση πρώτων υλών, οι οποίες χρησιμοποιούνται από τους τρισδιάστατους εκτυπωτές. Με άλλα λόγια, αυτό, που θα είναι πλέον απαραίτητο, είναι τα υλικά με τα οποία θα τροφοδοτούνται οι τρισδιάστατες εκτυπωτικές μηχανές και όχι η συνεχής αποθεματοποίηση, που συνέβαινε μέχρι πρότινος. Παράλληλα, θα υπάρχει η τάση, μαζί με την παρατηρούμενη μείωση των τιμών των τρισδιάστατων εκτυπωτών στο πέρασμα του χρόνου, και προκειμένου να υπάρχει μεγαλύτερη απήχηση στο αγοραστικό και καταναλωτικό κοινό, να αυξάνεται η αξία, που σχετίζεται με τις πρώτες ύλες και υλικά (Manners – Bell and Lyon, 2012).

6.3 Τα Logistics του μέλλοντος

Οι μεταβαλλόμενες συνιστώσες στον τομέα της εφοδιαστικής αλυσίδας θα οδηγήσουν στην εξέλιξη ενός νέου τύπου εταιρειών Logistics από 3PL σε 4PL, οι οποίες έχουν ήδη αρχίσει να εμφανίζονται στην Ευρώπη από τα μέσα της δεκαετίας του 1990 (Σταλίδης, 2002), με την έννοια των διοικητικών λειτουργικών υπηρεσιών κατά μήκος όλης της εφοδιαστικής αλυσίδας και όχι για ένα μέρος ή μία λειτουργία της, όπως συμβαίνει με τις 3PL (Danielle, 2013). Πιο συγκεκριμένα, οι λειτουργίες τους θα αποτελούν ένα συνδυασμό ανάπτυξης του κατάλληλου

λογισμικού, υπηρεσιών διανομής, διοίκησης ανθρωπίνων σχέσεων μεταξύ συνεργατών, διοίκησης συμβολαίων και δυναμικής γνώσεων (Manners – Bell and Lyon, 2012), καθώς και ώθησης της καλύτερης επικοινωνίας μεταξύ των εμπλεκόμενων μερών κατά μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Οι νέες εταιρείες Logistics θα σχεδιάζουν και θα βρίσκουν λύσεις, συνδυάζοντας το σχεδιασμό ζήτησης με κατασκευαστικές διαδικασίες και εργασίες διανομής. Επιπλέον, σημαντικό ρόλο θα διαδραματίζει ο έλεγχος και παρακολούθηση των τάσεων της αγοράς, η διοίκηση των υπηρεσιών, καθώς και οι εργασίες, που αφορούν τις επιστροφές αγαθών και τις υπηρεσίες, με αναφορά στο περιβάλλον και ειδικότερα στις υπηρεσίες ανακύκλωσης και προστασίας του περιβάλλοντος. Όσον αφορά στον τελευταίο παράγοντα, υπάρχει η προοπτική δημιουργίας παρόχων υπηρεσιών διαχείρισης του κύκλου ζωής των προϊόντων (Manners – Bell and Lyon, 2012). Με άλλα λόγια, οι εταιρείες μέχρι πρότινος λειτουργούσαν μέσα σε στενά αυστηρά όρια, γεγονός το οποίο πρόκειται να αλλάξει, εφόσον οι εταιρείες «αγκαλιάσουν» τη νέα τεχνολογία και καταλάβουν ότι πλέον πρέπει να έχουν πολυδιάστατο ρόλο (www.supplychaindigital.com, 2012).

Τα Logistics του μέλλοντος αποτελούν σημαντική ευκαιρία για τις μεγάλες βιομηχανικές μονάδες, οι οποίες θα έχουν τους πόρους για να επενδύσουν και να δημιουργήσουν τις εταιρείες με τις μελλοντικές αυτές προοπτικές. Η βιομηχανία Logistics, που αφορά τις υπηρεσίες για εξαρτήματα και επιμέρους τμήματα αγαθών, θα μετασχηματιστεί σημαντικά από την τεχνολογία τρισδιάστατης εκτύπωσης. Μέσω των τρισδιάστατων εκτυπωτών, οι λειτουργίες που μέχρι πρότινος λάμβαναν χώρα σε απομακρυσμένες τοποθεσίες ή ακόμη και σε ειδικά διαμορφωμένους χώρους μηχανικών, πλέον θα είναι ζήτημα χρόνου, αφού το μόνο, που θα χρειάζεται είναι η κατάλληλη ψηφιακή βιβλιοθήκη σε έναν τοπικά βρισκόμενο υπολογιστή.

Όπως αναφέρθηκε ανωτέρω, τα σχέδια θα «κατεβαίνουν» ηλεκτρονικά από την ηλεκτρονική βιβλιοθήκη και θα «τυπώνονται» άμεσα. Για τα πιο σπάνια τμήματα - κομμάτια, θα υπάρχει η δυνατότητα να σκανάρονται τρισδιάστατα, να φτιάχνονται στη μνήμη του υπολογιστή και ακολούθως τα νέα τμήματα – κομμάτια να «τυπώνονται». Όπως είναι προφανές, οι επιπτώσεις στον τομέα των ανταλλακτικών και εξαρτημάτων, που αποθηκεύονται και φυλάσσονται σε περίπτωση αντικατάστασης του αρχικού κομματιού – τμήματος, το οποίο μπορεί να εμφανίσει πρόβλημα και να χρήζει αντικατάστασης είναι μεγάλες (Manners – Bell and Lyon, 2012).

Εν κατακλείδι, η τεχνολογία της τρισδιάστατης εκτύπωσης θα μετασηματίσει αρκετούς κλάδους, όπως και τον τομέα των Logistics και της εφοδιαστικής αλυσίδας με τη μορφή, που είναι γνωστά μέχρι σήμερα. Μολονότι ο μετασηματισμός αυτός δε θα πραγματοποιηθεί άμεσα και εξολοκλήρου, υπάρχει η πιθανότητα μέχρι το στάδιο της άρδην υιοθέτησης της τεχνολογίας, να εμφανιστούν κάποιες υβριδικές λύσεις. Οι λύσεις αυτές θα συνδυάζουν τις νέες τεχνολογίες και τεχνικές διαδικασίες με τις παλαιότερες συμβατικές παραδοσιακές μεθόδους, προβάλλοντας ως το μεσολαβητικό στάδιο, που θα οδηγήσει στις υπηρεσίες και στις τεχνολογίες του μέλλοντος. Ακόμα, η ισορροπία μεταξύ μεταφορικού και εργατικού κόστους μπορεί να αλλάξει. Η νέα τάση του μέλλοντος μπορεί να καθρεφτίζει μία παγκοσμιοποίηση, όπου η παγκόσμια αγορά υποστηρίζεται από τοπικούς τρισδιάστατους εκτυπωτές, που θα βελτιστοποιούν τις λειτουργίες των εταιρειών, μέσω των δυνατοτήτων της ταχύτητας, της ποιότητας και αναμφισβήτητα της εξατομίκευσης, που θα παρέχουν στα παραγόμενα αγαθά. Οι νέες ανάγκες και οι νέοι ρόλοι, που θα προκύψουν, θα είναι αυτοί της δημιουργίας ψηφιακών μοντέλων για εξαρτήματα, μέρη και κομμάτια αντικειμένων, εταιρείες και υπηρεσίες τοπικής εμβέλειας για την εκτύπωση των σχεδίων, καθώς και το απαραίτητο δίκτυο ψηφιακής διάθεσης των ηλεκτρονικών σχεδίων των μοντέλων (Manners – Bell and Lyon, 2012).

6.4 Νέα μοντέλα εφοδιαστικής αλυσίδας

Η τεχνική της τρισδιάστατης εκτύπωσης δημιουργεί νέες ευκαιρίες για την εφοδιαστική αλυσίδα. Πιο συγκεκριμένα, οδηγεί στη «γένεση» καινούριων μοντέλων, όπως αυτά που θα αναφερθούν παρακάτω. Αρχικά, παρατηρείται το streamlined logistics model, όπου οι κατασκευαστές χρησιμοποιούν την τρισδιάστατη εκτύπωση στα δικά τους εργοστάσια, μειώνοντας τα επίπεδα εργοστασιακών απαιτήσεων καθώς και της ανάγκης πρώτων υλών. Η μέθοδος αυτή είναι περισσότερο κατάλληλη, όταν απαιτείται συναρμολόγηση ή τεστάρισμα – δοκιμή, προτού το προϊόν ή μέρος αυτού μεταφερθεί και δρομολογηθεί για διανομή. Ήδη, η κατασκευαστική εταιρεία Bowers & Wikins πρόσφατα ανακοίνωσε τη χρησιμοποίηση της τρισδιάστατης εκτύπωσης για αυτούς ακριβώς τους λόγους. Στη συνέχεια, ένα άλλο μοντέλο εφοδιαστικής αλυσίδας είναι το customer-managed inventory. Μία προέκταση του μοντέλου, που ελέγχεται από τον πωλητή, όταν εγκαθιστά τρισδιάστατους εκτυπωτές στα εργοστάσια και στις εγκαταστάσεις πελατών, παρέχοντας το λογισμικό και τα σχέδια για τα προϊόντα, καθώς και μέρη, τα οποία θα κατασκευαστούν κατά παραγγελία. Επίσης, το μοντέλο αυτό θα μπορούσε να παρουσιάζει τον πελάτη ως τον απόλυτα υπεύθυνο – αρμόδιο, που θα αποκτά έναν εκτυπωτή, όταν οι προμηθευτές θα παρέχουν τα σχέδια παραγωγής μέσω άδειας ή μέσω μίας σχέσης πληρωμής ανά εκτύπωση (pay-per-print basis) (Pannett, 2014).

Ακόμα ένα μοντέλο είναι το 3D printing hub. Όπως στο παρελθόν, κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1980, εκτυπωτικές εταιρείες, όπως η Prontaprint και η KallKwik είχαν κάνει την εμφάνισή τους, οι εταιρείες θα παρέχουν μία υπηρεσία τρισδιάστατης εκτύπωσης σε τοπικό επίπεδο. Μάλιστα, η εταιρεία UPS ανακοίνωσε την εγκατάσταση εκτυπωτικών μηχανημάτων στις ΗΠΑ, όπου οι καταναλωτές αλλά και οι επιχειρήσεις θα μπορούν να αποκτούν τα «εκτυπωμένα» προϊόντα, αφού υποβάλλουν πρώτα τα σχέδιά τους. Φυσικά, υπάρχει και το

μοντέλο Home 3D printing. Η εταιρεία 3D Systems ανακοίνωσε ότι θα πουλήσει λιανικά έναν τρισδιάστατο εκτυπωτή μέσω της Staples, ενός προμηθευτή γραφειακού εξοπλισμού. Όπως οι εκτυπωτές inkjet και laser άλλαξαν τα δεδομένα στην αγορά, έτσι και ο τρισδιάστατος εκτυπωτής έχει τη δυνατότητα, πλέον, να αλλάξει και να μετασχηματίσει την αγορά, αλλά και τη ζωή μας (Barnatt, 2015). Η εταιρεία παιχνιδιών Mattel, για παράδειγμα, σκέφτεται τον τρόπο με τον οποίο θα χρησιμοποιήσει την τρισδιάστατη εκτύπωση. Παράλληλα, εταιρείες, όπως η εταιρεία Shapeways, προσφέρουν βάσεις δεδομένων και αγορές, προκειμένου να μπορέσουν οι καταναλωτές να δημιουργήσουν και να ανταλλάξουν σχέδια για προσωπική χρήση μέσω τρισδιάστατων εκτυπωτών (Pannett, 2014).

Ενώ η τεχνολογία της τρισδιάστατης εκτύπωσης βρίσκεται ακόμη σε πρώιμο στάδιο είναι δύσκολο να προβλεφθεί με ακρίβεια το μέγεθος της επίδρασης στις εφοδιαστικές αλυσίδες, τόσο σε τοπικό, όσο και σε παγκόσμιο επίπεδο. Οι δυνατότητες καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα και μολονότι αρκετές βιομηχανίες έχουν ήδη αρχίσει να επενδύουν στη συγκεκριμένη τεχνολογία, είναι ορατή η επιρροή, που ασκείται στην εφοδιαστική αλυσίδα από την καινοτομία, νέα τεχνολογία. Αναντίλεκτα, χάρη σε αυτή μπορούν να δοθούν στις εταιρείες συγκριτικά ανταγωνιστικά πλεονεκτήματα και σημαντικές περικοπές κόστους σε διαφορετικούς τομείς, πάντοτε σε αντιστοιχία με τις απαιτήσεις, τόσο σε επίπεδο εταιρείας, όσο και σε επίπεδο προϊόντος (Clark, 2014).

6.5 Δυσκολίες - προκλήσεις και αντιμετώπιση προβλημάτων

Μολονότι, η τεχνολογία συνεχώς εξελίσσεται, δεν είναι λίγα τα σημαντικά εμπόδια, που εγείρονται μέχρι την ευρεία χρήση των τρισδιάστατων εκτυπωτών. Οι πρώτες ύλες, οι οποίες

χρησιμοποιούνται από τους εκτυπωτές είναι ακόμη πολύ ακριβές, γεγονός, το οποίο αντιπροσωπεύει και το κόστος παραγωγής του τελικού προϊόντος, που είναι αντίστοιχα ακριβό. Επιπλέον, η ταχύτητα της παραγωγής μετριέται από ώρες μέχρι ημέρες, εξαρτώμενη από την πολυπλοκότητα του αγαθού, που τυπώνεται, ενώ στην παρούσα φάση μόνο ένα υλικό μπορεί να χρησιμοποιείται κατά τη διαδικασία παραγωγής (Pannett, 2014).

Από την πλευρά των εταιρειών, η ενδεδειγμένη συνειδητοποίηση των δυνατοτήτων τους και η κατάλληλη αξιοποίησή τους, θα τις οδηγήσει στη μείωση των επιπέδων πρώτων υλών, συνάμα του εργοστασιακού κόστους. Οι εταιρείες θα προχωρήσουν στη μετακίνηση των αγαθών και του stock βραδείας κυκλοφορίας, καθώς και των απλούστερων μερών – υλικών τους από φυσικά (φυσική παρουσία) σε εικονικά, τυπώνοντάς τα μόνο, όταν αυτό καθίσταται αναγκαίο. Αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία απειλής για τις 3PL εταιρείες, τις μεταφορικές (www.3ders.org, 2012) αλλά και για τους εξειδικευμένους εργοστασιακούς παρόχους υπηρεσιών. Ο ανταγωνισμός θα αυξηθεί, αφού οι εταιρείες, που υιοθετούν την τρισδιάστατη εκτύπωση θα οδηγηθούν στην ανάπτυξη μικρότερων κύκλων παραγωγής. Αναμφισβήτητα, οι πελάτες θα αρχίσουν να επιζητούν ταχύτερους χρόνους παράδοσης (Pannett, 2014).

Για τον απαραίτητο έλεγχο των επιπτώσεων αυτής της νέας καινοτόμας τεχνολογίας της τρισδιάστατης εκτύπωσης, θα πρέπει να εφαρμοστούν νέοι νόμοι. Βέβαια, δε θα πρέπει να παραβλεφθεί το γεγονός ότι η ανεργία, λόγω της πιθανότητας μαζικής απαξίωσης των βιομηχανικών μονάδων και των δικτύων διάθεσης καταναλωτικών προϊόντων, μπορεί να εκτιναχθεί στα ύψη. Ως εκ τούτου, ελλοχεύει ο κίνδυνος να προκληθούν ισχυρότατοι κοινωνικοί κλυδωνισμοί, αφού εκατοντάδες εκατομμύρια βιομηχανικοί εργάτες, που απασχολούνται στο χώρο των πωλήσεων θα βρεθούν ξαφνικά χωρίς αντικείμενο εργασίας. Γι αυτό το λόγο, οι κοινωνίες σε παγκόσμια κλίμακα θα πρέπει να βρουν τρόπους για την αντιμετώπιση αυτού του

δυσοίωνου ενδεχομένου, είτε μέσω ενός θεμελιώδους επαναπροσδιορισμού του τρόπου με τον οποίο ο παραγόμενος πλούτος οφείλει να διαχέεται σε όλα τα κοινωνικά στρώματα, είτε μέσω της επινόησης και της επιβολής συστημάτων κοινωνικού ελέγχου και χειραγώγησης (Σμυρναίος, 2014).

Από την άλλη πλευρά, βέβαια, χώρες με πληθυσμό χωρίς πρόσβαση σε στοιχειώδη αγαθά θα ωφεληθούν σε μέγιστο βαθμό από αυτές τις αλλαγές. Κι αυτό, διότι οι πολίτες θα μπορούν με μικρότερο κόστος να αποκτήσουν χρήσιμα εργαλεία και συσκευές, που ήταν σε διαφορετικές συνθήκες, περιπτώσεις και εποχές για εκείνους απλησίαστα. Θα υπάρχει συγκεκριμένα μία υπερπαραγωγή αγαθών, που θα είναι διαθέσιμα σε όλους τους πολίτες, σε πολύ χαμηλό κόστος. Άλλωστε, η δυνατότητα επεξεργασίας των δεδομένων των υπολογιστών, χάρη στη μελλοντική εμφάνιση των κβαντικών επεξεργαστών και στη ραγδαία εξέλιξη της νανοτεχνολογίας, θα οδηγήσει στην παραγωγή «έξυπνων» υλικών, των οποίων οι ιδιότητες θα μπορούν να αλλάζουν ανάλογα με τις επιθυμίες των κατασκευαστών τους (Σμυρναίος, 2014).

Τέλος, οι προοπτικές της τεχνολογίας της τρισδιάστατης εκτύπωσης προβλέπεται να έχουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον, λόγω της διασπαστικής καινοτομίας της διαδικασίας, αλλά και των ριζοσπαστικών, συνάμα εκρηκτικών αλλαγών στην εφοδιαστική αλυσίδα όλων των κλάδων της βιομηχανίας, των υπηρεσιών και του εμπορίου. Για παράδειγμα, δε θα χρειάζεται να αποστέλλονται σε τακτική βάση μικρού μεγέθους προϊόντα, αφού αυτά θα μπορούν να «εκτυπωθούν - παραχθούν» άμεσα χάρη στον τρισδιάστατο εκτυπωτή. Το μόνο που απομένει είναι να επιλυθούν τα όποια ζητήματα εγείρονται σχετικά με τα δικαιώματα πνευματικής ιδιοκτησίας των διπλωμάτων ευρεσιτεχνίας και των εμπορικών σημάτων αναφορικά με την «εκτύπωση» των τρισδιάστατων προϊόντων (Ιντζεΐδης, 2012).

Μερικοί υποστηρίζουν ότι η τρισδιάστατη εκτύπωση είναι ακόμα σε πρώιμο στάδιο και γι αυτό τα τελικά προϊόντα μπορεί να μην είναι της ίδιας ποιότητας με τα «φυσικά» παραγόμενα προϊόντα. Γι αυτό το λόγο υπάρχουν επιφυλάξεις, όσον αφορά στην αποτελεσματικότητα και βιωσιμότητα της τεχνολογίας της τρισδιάστατης εκτύπωσης (Clark, 2014). Ωστόσο, όλες αυτές οι δυσκολίες αντιμετωπίζονται και δεν υπάρχει αμφιβολία ότι στο τέλος θα υπερκεραστούν. Καταλυτική παρουσία σε αυτό διαδραματίζει το γεγονός, ότι πολλές από τις πατέντες και τα σχέδια, που εμπλέκονται στη διαδικασία παραγωγής και ανήκουν σε ηγετικές εταιρείες στην αγορά, λήγουν. Η κατάσταση αυτή σηματοδοτεί την έναρξη ανταγωνισμού από την πλευρά της Κίνας και της Ινδίας, που με τη σειρά του θα οδηγήσει σε επιτάχυνση της τεχνολογικής εξέλιξης και μείωση του κόστους ανά μονάδα (Pannett, 2014). Μάλιστα, η τρισδιάστατη εκτύπωση αρχίζει και επεκτείνεται πέρα από το κατασκευαστικό πλαίσιο της εφοδιαστικής αλυσίδας, την οποία εικάζεται ότι θα αλλάξει άρδην (Patterson, 2013), μέσα και από τη μείωση των χρόνων παράδοσης (Pannett, 2014), και γι αυτό οι εταιρείες οφείλουν να σκεφτούν πώς μπορούν να «εκμεταλλευτούν» τις ευκαιρίες και να υπερβούν τις απειλές που η νέα, καινοτόμα τεχνολογική διαδικασία επιφέρει (Pannett, 2014) σε όλους τους κλάδους (CSC, 2015).

6.6 Κοινωνία μηδενικού οριακού κόστους

Σύμφωνα με τον συγγραφέα Jeremy Rifkin, η εποχή της άνθησης του καπιταλισμού βαίνει προς τη δύση της (Arnoux, 2014). Κι αυτό, διότι ανατέλλει ένα νέο οικονομικό μοντέλο, το οποίο αναμένεται να υποκαταστήσει το υπάρχον καπιταλιστικό μοντέλο οργάνωσης της οικονομικής ζωής. Το νέο κυρίαρχο μοντέλο θα βασίζεται στον μη κερδοσκοπικό, τρίτο τομέα της οικονομίας (collaborative commons), ο οποίος περιλαμβάνει τις μη κερδοσκοπικές

κοινωνικές οργανώσεις και επιχειρήσεις, που δεν εντάσσονται στον ιδιωτικό και δημόσιο τομέα της οικονομίας. Αυτό το μοντέλο θα είναι απότοκο της μεγάλης επιτυχίας του νέου, τεχνολογικά βασισμένου συστήματος, που θα οδηγήσει σε βελτίωση της παραγωγικότητας (Stachpole, 2011), καθώς και σε καινοτομίες, που θα επιτρέπουν την παραγωγή προϊόντων και υπηρεσιών με σχεδόν μηδενικό οριακό κόστος. Ο καθένας από εμάς μπορεί να γίνει σήμερα και παραγωγός και καταναλωτής, εφόσον μπορεί, να παράγει και να «μοιράζεται» τα αγαθά (Βουρδουμπάς, 2014).

Όσο για την τεχνολογία της τρισδιάστατης εκτύπωσης, καθίσταται εφικτή η παραγωγή διαφόρων αντικειμένων και παρέχεται η δυνατότητα διάθεσής τους στην παγκόσμια κοινότητα με σχεδόν μηδενικό οριακό κόστος. Για το λόγο αυτό, θα πρέπει να δημιουργηθεί ένα διαδικτυο πραγμάτων, προκειμένου να συνδεθεί το κάθε αντικείμενο με το μέλος της παγκόσμιας κοινότητας, που το χρειάζεται. Με άλλα λόγια, πρόκειται για μία παγκόσμια κοινότητα, όπου άνθρωποι, μηχανές, γραμμές παραγωγής, εφοδιαστικές αλυσίδες και φυσικοί πόροι, θα διασυνδεθούν μεταξύ τους σε ένα ολοκληρωμένο παγκόσμιο δίκτυο. Η υποδομή του «διαδικτύου των πραγμάτων» θα βασίζεται στην ύπαρξη τριών επιμέρους δικτύων, που δεν είναι άλλα από το υπάρχον παγκόσμιο διαδικτυο επικοινωνίας, το διαδικτυο της ενέργειας και το διαδικτυο της εφοδιαστικής αλυσίδας (Βουρδουμπάς, 2014).

Καθώς εξελίσσεται η τεχνολογία, το υπάρχον δισδιάστατο μοντέλο, ιδιωτικού και δημόσιου τομέα, θα μεταβληθεί σε τρισδιάστατο, που θα περιλαμβάνει και τον μη κερδοσκοπικό τομέα της οικονομίας και θα συνεχίσει να γνωρίζει άνθηση. Η παραγωγή ολοένα και περισσότερων αντικειμένων με σχεδόν μηδενικό οριακό κόστος θα αποθαρρύνει τη δραστηριοποίηση του ιδιωτικού τομέα με σκοπό το κέρδος στους τομείς αυτούς, όπου παραγωγοί και καταναλωτές θα ανταλλάσουν και θα μοιράζονται τα αγαθά (Βουρδουμπάς, 2014).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

7.1 Προοπτικές τρισδιάστατης εκτύπωσης

«Η νανοτεχνολογία, η μικροηλεκτρονική, η ρομποτική και η τρισδιάστατη εκτύπωση είναι ορισμένοι κλάδοι, που σημειώνουν θεαματική ανάπτυξη στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Ο έλεγχος των τεχνολογιών αυτών συνεπάγεται τη δυνατότητα διαχείρισης της μετάβασης σε μια οικονομία βασισμένη στη γνώση με χαρακτηριστικό τις χαμηλές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα» (Ευρωπαϊκή Οικονομική και Κοινωνική Επιτροπή, 2014: 10).

Οι προοπτικές της τεχνικής τρισδιάστατης εκτύπωσης είναι πραγματικά εντυπωσιακές, αν αναλογιστεί κανείς πως βρισκόμαστε ακόμα σε αναπτυξιακό αλλά πρώιμο στάδιο. Στο μέλλον, αναμένεται να μετασχηματιστούν μαζί με την εξέλιξη της τεχνολογίας, και οι σημερινοί τρισδιάστατοι εκτυπωτές, παρουσιάζοντας χαρακτηριστικές βελτιώσεις, τόσο στην ταχύτητα, όσο και στην ποιότητα εκτύπωσης, επιτυγχάνοντας αποτελεσματικότερες εκτυπώσεις αντικειμένων από διαφορετικά υλικά και με διαφορετικές ιδιότητες. Ήδη, εξέλιξη αποτελεί η δυνατότητα «εκτύπωσης» αντικειμένων με διαφορετικό μέγεθος (Γεράνης, 2011).

Η προοπτική μείωσης των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα και στο περιβάλλον είναι αναμφισβήτητη. Κι αυτό, διότι δε θα απαιτούνται υπηρεσίες, όπως αυτή της μεταφοράς και διάθεσης των προϊόντων, λόγω της παραγωγής από τις κατάλληλες τρισδιάστατες συσκευές κατά τόπους, με μία και μόνο διαδικασία (Κωστάκης, 2013). Με την έλευση του τρισδιάστατου εκτυπωτή, θα λέγαμε πως επέρχεται μία τρισδιάστατη, Βιομηχανική Επανάσταση στον τρόπο κατασκευής αντικειμένων (Scholte, 2014), στην τοποθεσία και στο χρονικό διάστημα, που αυτά θα παραχθούν. Με άλλα λόγια, αυτό συνάδει με την υποκατάσταση της

μαζικής εξατομίκευσης από την προσωποποιημένη κατασκευή προϊόντων από τον ίδιο χρήστη – καταναλωτή (Inτζεΐδης, 2012).

Η πρόβλεψη της ακριβούς θέσης της τρισδιάστατης εκτύπωσης στη μελλοντική έκβαση των πραγμάτων είναι δύσκολη. Παρόλα αυτά, η παραδοσιακή μεγάλης κλίμακας μεταποίηση, σύμφωνα με τους ερευνητές, δεν πρόκειται να καταργηθεί. Αντιθέτως, θα συνυπάρχει με τη νέα τάξη των πραγμάτων και μάλιστα θα επηρεάσει τη βιομηχανική παραγωγή ορισμένων προϊόντων, αλλά δεν πρόκειται να προχωρήσει, όχι τουλάχιστον άμεσα, σε υποκατάστασή της (www.skai.gr, 2013).

Όπως γίνεται εύκολα αντιληπτό, τα διλήμματα που ανακύπτουν είναι πολλά. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι αυτό της αυτοκινητοβιομηχανίας. Θα επέτρεπε ειδικότερα μία αυτοκινητοβιομηχανία σε μία τοπική αντιπροσωπεία ή σε ένα συνεργείο γειτονιάς να εκτυπώσει τα απαραίτητα ανταλλακτικά ; Οι σχεδιαστές νέων προϊόντων θα πρέπει αλλά και θα μπορούν να προστατεύσουν τις ευρεσιτεχνίες και τα δικαιώματα πνευματικής ιδιοκτησίας τους από την πειρατεία και τους αντιγραφείς, οι οποίοι θα θέλουν να τυπώσουν κάτι αντίστοιχο στον προσωπικό τους χώρο ; (www.skai.gr, 2013).

7.2 Αμφισβήτηση νόμου αξίας

Δεν είναι λίγοι οι οποίοι αποβλέπουν στην αξιοποίηση της τεχνολογίας της τρισδιάστατης εκτύπωσης για να πραγματοποιηθεί με αυτόν τον τρόπο μία επιστροφή στον παλιό τρόπο παραγωγής, χωρίς την παρουσία πολλών και διαφορετικών μεσαζόντων και εμπλεκόμενων, από το αρχικό στάδιο κατασκευής του αντικειμένου, μέχρι το τελικό στάδιο,

αυτό της απόκτησης του αντικειμένου από τον χρήστη. Ο καταναλωτής θα είναι και παραγωγός, ενώ οι εμπορευματικές σχέσεις καθίστανται περιττό εμπόδιο, μέσω της απλοποίησης της διαδικασίας παραγωγής. Η ανταλλαγή προϊόντων με βάση την αξία τους θα θεωρείται παρωχημένη, αφού οι χρήστες θα διαμοιράζονται τα ηλεκτρονικά αρχεία – σχέδια κατασκευής των αντικειμένων τους με σκοπό να αποκτήσουν τα σχέδια παραγωγής κάποιου άλλου, διαφορετικού αντικειμένου από άλλο χρήστη (Γεράνης, 2011).

Σύμφωνα με τους όρους πολιτικής οικονομίας, η αυτοματοποίηση της παραγωγής πλήττει ανεπανόρθωτα το νόμο της αξίας και τη δυνατότητα άντλησης υπεραξίας. Ο παράγοντας ανθρώπινη εργασία περιορίζεται σε τέτοιο βαθμό, ώστε η δυνατότητα άντλησης κέρδους να μειώνεται δραματικά. Από την άλλη πλευρά βέβαια, η διαμοίραση των τεχνικών παραγωγικής διαδικασίας, δίνει ώθηση στην κατασκευή και ανάπτυξη προϊόντων με σεβασμό στο περιβάλλον και ορθολογική χρήση των φυσικών διαθέσιμων πόρων (Γεράνης, 2011), καθώς και σε δυνατότητες, που δεν είναι σε θέση να παράσχει η υπάρχουσα βιομηχανία (www.skai.gr, 2013).

7.3 Πρόβλημα ανεργίας

Δεδομένου του γεγονότος ότι σε μερικά χρόνια λήγουν ορισμένες πατέντες, δηλαδή κάποια διπλώματα ευρεσιτεχνίας, τρισδιάστατοι εκτυπωτές με πολύ μεγαλύτερες δυνατότητες θα κατακλύσουν τις αγορές. Η τεχνολογία της τρισδιάστατης εκτύπωσης θα γνωρίζει σταδιακά σημαντική άνθηση, αφού θα έχει γίνει πλέον της μόδας. Κάθε χρήστης θα μπορεί να «κατεβάξει» ηλεκτρονικό υλικό από το διαδίκτυο και να κατασκευάζει, ή αλλιώς να παράγει τα αντικείμενα της αρεσκείας του, βάσει προσωπικών, εξατομικευμένων χαρακτηριστικών. Οι τιμές θα συνεχίσουν να γνωρίζουν σημαντική πτώση, ενώ ο ανταγωνισμός μεταξύ των εταιρειών θα

συνεχίσει να εντείνεται. Για παράδειγμα, ορισμένοι FDM εκτυπωτές στοιχίζουν σήμερα από 14.000 δολάρια, που στοίχιζαν πριν πέντε χρόνια, μόλις 300 δολάρια. Κάποιοι μάλιστα από τους συγκεκριμένους εκτυπωτές, ήδη, κατασκευάζονται στη χώρα της Κίνας (Mims, 2013).

Η βιομηχανία των τρισδιάστατων εκτυπωτών εκφράζει τις ανησυχίες της για την κατακόρυφη αύξηση στην πειρατεία προϊόντων, λόγω του απλού «κατεβάσματος» του ηλεκτρονικού σχεδίου από το διαδίκτυο. Η διάδοση της συγκεκριμένης τρισδιάστατης τεχνολογίας μπορεί να παρουσιάσει τις συνέπειες, που εμφάνισαν κλάδοι, όπως αυτός της μουσικής βιομηχανίας και του κινηματογράφου, μέσω της δημιουργίας των πλατφόρμων ανταλλαγής αρχείων και συσκευών εγγραφής και αναπαραγωγής δεδομένων (Γεωργακόπουλος, 2014).

Είναι προφανές ότι η χρησιμοποίηση και αξιοποίηση της τεχνολογίας της τρισδιάστατης εκτύπωσης, μόνο εύκολα δεν πρόκειται να γίνει αποδεκτή από το σύγχρονο τρόπο μαζικής παραδοσιακής παραγωγής. Ο καπιταλιστικός τρόπος παραγωγής θα τείνει να αξιοποιήσει περιθωριακά ή καθόλου τις νέες τεχνολογικές διαδικασίες. Λόγω της μείωσης, που θα παρουσιάζει η κερδοφορία ορισμένων πολυεθνικών επιχειρήσεων, οι εταιρείες θα εντείνουν την εκμετάλλευση ανθρώπινης εργασίας σε κλάδους ή τομείς, στους οποίους θα έχουν παράλληλα να ανταγωνιστούν τη νέα τρισδιάστατη τεχνολογία. Ακόμα, η απάντηση των εταιρειών στο πρόβλημα ελεύθερης διακίνησης και διαμοίρασης ηλεκτρονικών σχεδίων για να «εκτυπωθούν» τρισδιάστατα αντικείμενα θα είναι η δημιουργία ενός πολύπλοκου συστήματος πατεντών, καθώς και κατοχύρωσης πνευματικών δικαιωμάτων. Με αυτόν τον τρόπο, οι εταιρείες θα προσπαθήσουν να αποφύγουν την πειρατεία των ηλεκτρονικών τους αρχείων (Γεράνης, 2011).

Η πιο σημαντική και ιδιαίτερης βαρύτητας επίπτωση από την αξιοποίηση της τεχνολογίας τρισδιάστατης εκτύπωσης θα είναι η ανεργία. Λιγότερες επενδύσεις κεφαλαίων, πτωτική τάση της κερδοφορίας των επιχειρήσεων, μεγαλύτερη εκμετάλλευση των εργαζομένων και αναμφισβήτητα αρκετές θέσεις εργαζομένων με τη μορφή, που έχουν σήμερα θα εκλείψουν από τη διαδικασία παραγωγής. Φυσικά, θα δημιουργηθούν νέες θέσεις, όπως για παράδειγμα αναφέρουμε ενδεικτικά, αυτή της κατασκευής ηλεκτρονικών σχεδίων και της κατασκευής των ειδικών τρισδιάστατων εκτυπωτών, που θα τυπώνουν τα σχέδια και τις ιδέες των χρηστών. Όμως, δεν αναιρείται η ολοκληρωτική απαξίωση επαγγελμάτων και των εμπλεκόμενων – μεσαζόντων, που δραστηριοποιούνταν κατά μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας και συγκεκριμένα σε όλα τα στάδια της παραγωγικής διαδικασίας, αφού πλέον εξαιτίας της νέας τεχνολογίας θα βρίσκονται εκτός παραγωγής (Γεράνης, 2011).

Η πιο σοβαρή απειλή της νέας τεχνολογίας τρισδιάστατων εκτυπωτών αφορά μεγάλες ομάδες εργαζομένων. Οι κατηγορίες που θα δεχθούν μεγαλύτερο πλήγμα είναι αυτή των εργαζομένων που δουλεύουν στις μεταφορές, επειδή θα περιοριστούν δραματικά οι μεταφορές για διάθεση προϊόντων και η κατηγορία των εργαζομένων στην παραγωγή, οι οποίοι κάνουν χειρονακτικές εργασίες, αφού αυτές θα καταργηθούν λόγω της αυτοματοποίησης της παραγωγής με τις νέες συσκευές. Όλες αυτές οι θέσεις θα αντικατασταθούν με άλλες μηχανικών, σχεδιαστών, προγραμματιστών και γενικότερα επαγγελματιών με την κατάλληλη τεχνογνωσία. Η εύρεση του κατάλληλου εργατικού δυναμικού και ειδικότερα η τοποθεσία από την οποία θα αντληθεί αυτό θα καθορίσει σε μεγάλο βαθμό και τη γεωγραφία νέων επενδύσεων (www.inprecor.com, 2014).

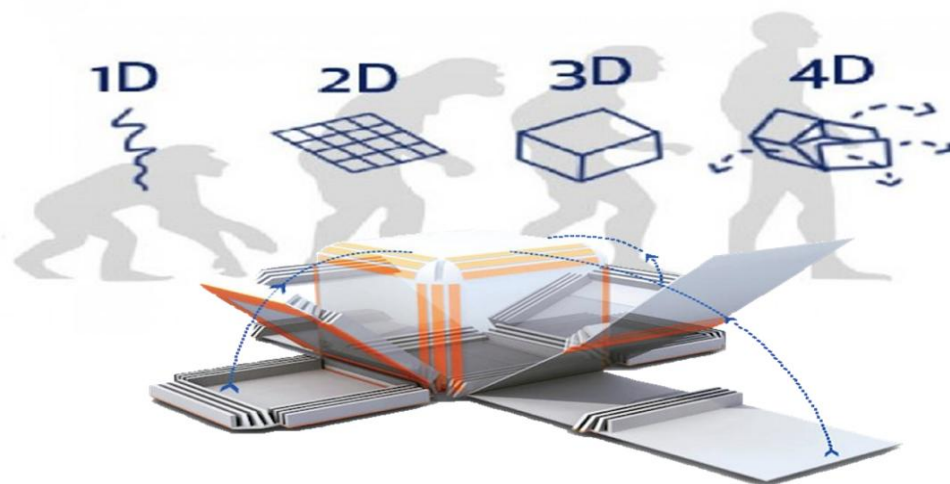
7.4 Παγκόσμια αλλαγή συσχετισμού δυνάμεων

Με την έλευση των τρισδιάστατων εκτυπωτών στην αγορά, οι εταιρείες θα κατασκευάζουν φθηνά και γρήγορα τα προϊόντα χωρίς την άμεση εξάρτησή τους από την Ασία, κυρίως από την Κίνα. Αναμφίβολα, η ζήτηση από το εσωτερικό της χώρας της Κίνας, είναι τεράστια. Ωστόσο, η μείωση, που θα παρατηρηθεί στις εξαγωγές εικάζεται ότι δε θα είναι αμελητέα (Λόγιος Ερμής, 2014). Ακόμα, μπορεί ορισμένες αναπτυσσόμενες χώρες να έχουν βρει τη λύση σε αρκετά από τα προβλήματα με τα οποία έρχονται αντιμέτωπες, ωστόσο, οι χώρες του τρίτου κόσμου μπορούν να βοηθηθούν, έτσι ώστε να αποκτήσουν αγαθά και αντικείμενα, που μπορεί εμείς να θεωρούμε δεδομένα, αλλά για εκείνες είναι απλησίαστα (Λόγιος Ερμής, 2014). Επιπλέον, ένα ακόμη κρίσιμο στοιχείο είναι η στροφή της τεχνολογίας σε είδη πρώτης ανάγκης. Μάλιστα, κρίνεται επιτακτική η χρήση της τρισδιάστατης εκτύπωσης για το όφελος της παγκόσμιας κοινότητας και συγκεκριμένα για την αντιμετώπιση παγκόσμιων προβλημάτων, όπως είναι η πείνα και οι επιδημίες (Λόγιος Ερμής, 2014).

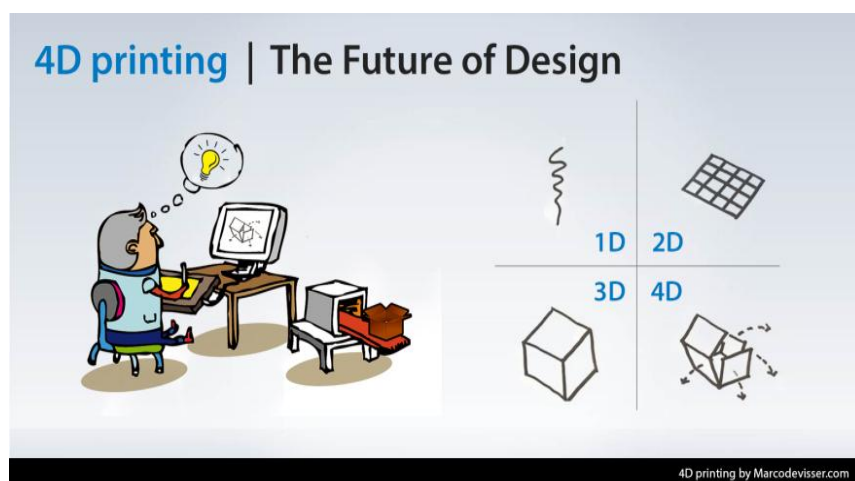
7.5 Σε εξέλιξη και η 4D

Η τρισδιάστατη εκτύπωση σε μερικά χρόνια θα έχει αντικατασταθεί από την εκτύπωση τεσσάρων διαστάσεων, αφού ο αμερικανικός στρατός χρηματοδοτεί αντίστοιχο πρόγραμμα, από το οποίο θα παράγονται αντικείμενα, που αλλάζουν σχήμα ή ιδιότητες με το πέρασμα του χρόνου (www.inprecor.com, 2014), ο οποίος αποτελεί και την τέταρτη διάσταση. Συγκεκριμένα, οι τρισδιάστατοι εκτυπωτές περιορίζονται από το γεγονός, ότι τα παραγόμενα εξαρτήματα συχνά απαιτούν συναρμολόγηση, κάτι που ενδέχεται να μη συμβαίνει στην 4D εκτύπωση, όπου τα αντικείμενα θα αυτοσυναρμολογούνται (www.iguru.gr, 2014), ή θα

προσαρμόζονται στο περιβάλλον και ανάλογα τη χρήση θα αποκτούν το σχήμα και λειτουργία τους (Rieland, 2014). Η καινοτόμα τεχνολογία αναμένεται να τροποποιήσει εκ νέου αρκετούς κλάδους και επιστήμες, παράλληλα να αλλάξει τον τρόπο, που αντιλαμβανόμαστε μέχρι πρότινος τα αντικείμενα, ως στατικές δημιουργίες, αφού πλέον θα είναι δυναμικά, ευμετάβλητα ανάλογα με την πάροδο του χρόνου (Ravin, 2014) και θα αλληλεπιδρούν με τις περιβαλλοντικές συνθήκες, μέσα στις οποίες βρίσκονται και χρησιμοποιούνται (Drake, 2015).



Πηγή : wccftch.com, 2015



Πηγή : marcodevisser.wordpress.com, 2014

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

Μελέτη Περίπτωσης της Nike

8.1 Εισαγωγή

Η εταιρεία Nike δραστηριοποιείται στον τομέα της ένδυσης, υπόδησης και αθλητικών αξεσουάρ (Στόκος, 2008). Αποτελεί χαρακτηριστικό παράδειγμα εταιρείας με μακρόχρονη παρουσία, τόσο στο εξωτερικό (1972), όσο και στην Ελλάδα (1978) (Φώσκολος, 2008). Το σήμα της (swoosh) συγκαταλέγεται μαζί με τα αντίστοιχα της Coca – Cola και των McDonald’s στα πλέον αναγνωρίσιμα διεθνώς (Haig and Gale, 2004).

8.2 Σύντομη ιστορική αναδρομή

Το 1964 ιδρύεται η εταιρεία με την ονομασία Blue Ribbon Sports, από τον Phil Knight, έναν αθλητή στίβου και τον προπονητή του, στο πανεπιστήμιο του Oregon, Bill Bowerman. Οι τιμές ήταν χαμηλές, ενώ τα υποδήματα εισάγονταν από την Ιαπωνία, λόγω χαμηλού κόστους (Φώσκολος, 2008). Το 1970, η εταιρεία ξεκινά τη διαδικασία παραγωγής δικής της σειράς αθλητικών υποδημάτων και κατοχυρώνει το όνομα Nike και το χαρακτηριστικό σήμα της επωνυμίας για 35\$. Η εταιρεία γνωρίζει άνθηση και το 1980 ξεπερνά τον ηγέτη του κλάδου, την Adidas (Φώσκολος, 2008).

Χάρη στις καινοτομίες και στη δημιουργία επώνυμων προϊόντων, με διάφορα χαρακτηριστικά, όπως το Pegasus (1988) και το Air Max (1987), η Nike γνωρίζει σημαντική επιτυχία (Haig και Gale, 2004). Το 1987, ορίζει νέα, διευρυμένη ταυτότητα (Aaker και Joachimsthaler, 2000) και ξεκινά προσπάθειες προώθησης του πλέον αντιπροσωπευτικού της σλόγκαν της “Just do it” (Φώσκολος, 2008).

8.3 Στοιχεία επιτυχίας της Nike

Μετά το 1987, η Nike κάνει στροφή στο αγοραστικό κοινό, και δεν απευθύνεται μόνο σε νέους και γυμνασμένους άνδρες. Επίσης, η εταιρεία δημιουργεί υπο-επωνυμίες μέσα στην ίδια την εταιρεία (Sub-branding), όπως τα “Air Jordan” και τα “Air Max”. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, να αναζωογονηθεί η εταιρεία και να επιτευχθεί μεγαλύτερο περιθώριο κέρδους στην αγορά. Ακόμα, η επιθετική επιχειρησιακή στρατηγική και στρατηγική μάρκετινγκ αποτέλεσαν στοιχεία επιτυχίας της εταιρείας (Φώσκολος, 2008).

Αναμφισβήτητα, οι τεχνολογικές καινοτομίες αναφορικά με τα προϊόντα, χάρισαν στην εταιρεία ένα μεγάλο στρατηγικό πλεονέκτημα, έναντι των ανταγωνιστών και έκαναν την εταιρεία να περάσει στο στάδιο εκτύπωσης τρισδιάστατων αντικειμένων, η οποία μέχρι και σήμερα, συνεχίζει και επενδύει εκατομμύρια στον τομέα R&D (Park, 2013). Επιπλέον, η χορηγία αθλητών και αθλητικών εκδηλώσεων, συμβάλλει στην ηγετική θέση της εταιρείας. Τέλος, ο προσανατολισμός στην προσυπογραφή αθλητών και στην προβολή των προϊόντων της εταιρείας, μέσω αυτών, όπως ο Michael Jordan το 1984, τακτική Marketing, η οποία συνεχίζεται έως και σήμερα, ενδυναμώνει την εικόνα της εταιρείας και οδηγεί σε μεγάλο βαθμό στην αναγνώριση και διεθνή επιτυχία (Φώσκολος, 2008).

8.4 Nike και 3D Printing

Οι Financial Times ονομάζουν την εφεύρεση της τεχνολογίας τρισδιάστατης εκτύπωσης, μεγαλύτερη εφεύρεση και από αυτή του Internet (Κουνάδη, 2015). Άλλωστε, η τεχνολογία φέρνει επανάσταση στον τρόπο, που αντιλαμβανόμαστε μέχρι τώρα την υπόδηση (Villagomez, 2015). Γι αυτό το λόγο, οι κολοσσιαίες εταιρείες της παγκόσμιας αγοράς αθλητικής υπόδησης,

Nike και Adidas, έχουν υιοθετήσει τη μετάβασή τους στην εποχή της τρισδιάστατης εκτύπωσης, προκειμένου να δημιουργήσουν καινούρια μοντέλα αθλητικών παπουτσιών (Η Φωνή της Ρωσίας, 2013). Άλλωστε, η Nike έχει τη δυνατότητα να επιταχύνει την καινοτομία και να δημιουργεί λύσεις, οι οποίες δε θα ήταν δυνατό να πραγματοποιηθούν εξαιτίας των περιορισμών της παραδοσιακής κατασκευαστικής διαδικασίας (www.marketingmag.com.au, 2014).

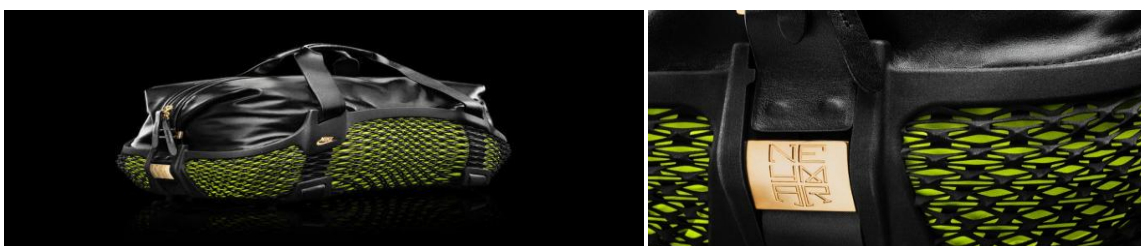
Ο αρχικός σχεδιασμός ήθελε τη Nike, να απασχολείται με την τρισδιάστατη εκτύπωση, σε πρώτη φάση, με τις σόλες των παπουτσιών (www.uranus.media.uoa.gr, 2014), ενώ πλέον, η εταιρεία κατασκευάζει παπούτσια (Λαμπρής, 2012), όπως το Vapor Laser Talon, το Vapor HyperAgility, μέσω της τεχνικής επιλεκτικής σύντηξης (Selective Laser Sintering), το Vapor Carbon II, για την ενίσχυση, τόσο της ταχύτητας, όσο και της επιτάχυνσης (www.nike.com, 2014), αλλά και της δύναμης των αθλητών (Burrus, 2013), και το Hypervenom boot (Churchill, 2014). Συγκεκριμένα, το 2014, η εταιρεία εκτύπωσε για το Super Bowl το παπούτσι Vapor Laser Talon (Gilpin, 2014, Felnberg, 2014, Halterman, 2014, LeClair, 2013, Ghosh, 2014, PwC, 2014, www.mdesignegy.com, 2014, www.scdigest.com, 2013), αφού πρώτα χρειάστηκαν 12 στάδια τεσταρίσματος προτύπων (Kamenetzky, 2013). Το αποτέλεσμα ήταν ένα ελαφρύτερο παπούτσι, που ενίσχυε την επιτάχυνση για τον αθλητή (www.nike.com, 2013, Kaufman, 2013, www.shapeways.com, 2013). Ακόμα, η τεχνολογία της Nike Flyknit έγινε γνωστή από το “Nike Flyknit Racer” το 2012 και πιο πρόσφατα με το παπούτσι μπάσκετ “KOBE 9 Elite”, καθώς και από τα ποδοσφαιρικά παπούτσια “Nike Magista” και “Nike Mercurial Superfly” στο Μουντιάλ της Βραζιλίας το 2014 (www.knittingindustry.com, 2014, www.dezeen.com, 2014). Μικρότερο βάρος (www.sportgallery.gr, 2014, www.inewsg.com, 2014), βέλτιστη εκκίνηση, αντοχή σε κραδασμούς (www.knittingindustry.com, 2014, www.engineering.com, 2014) σε ένα δεύτερο

επίπεδο δέρματος (www.runningnews.gr, 2012), για ταχύτερες και πιο ευέλικτες κινήσεις (www.engineering.com, 2014).



Πηγές : www.sportgallery.gr, www.nike.com

Επιπλέον, η εταιρεία επεκτείνει τις καινοτομίες της (www.3dprintingfromscratch.com, 2014, www.3ders.org, 2014), αφού κατασκεύασε την τρισδιάστατη αθλητική τσάντα Nike Football Rebento Duffle (www.shortlist.com, 2014) σε τρία αντίτυπα για τους αθλητές Cristiano Ronaldo, Wayne Rooney και Neymar da Silva Santos Júnior (Locker, 2014) και ποδοσφαιρικές κνήμες (www.shortlist.com, 2014). Οι τσάντες έχουν χρυσές λεπτομέρειες, με τα ονόματα των αθλητών, χαραγμένα πάνω τους (www.dezeen.com, 2014).



Πηγές: www.nike.com, www.3ders.org

Ακόμα, η εταιρεία το 2011, δημιούργησε για τον μπασκετμπολίστα του NBA, Kobe Bryant, το τρισδιάστατα εκτυπωμένο αθλητικό ζευγάρι παπουτσιών με την ονομασία Zoom Kobe VI (Κιτσάτη, 2011, www.nicekicks.com, 2011). Αντίστοιχα τρισδιάστατα παπούτσια έχουν κατασκευαστεί και για τον μπασκετμπολίστα LeBron James, όπως το LeBron X (Dehue, 2013, Jackson, 2013, Maxey, 2013, www.createnpaste.gr, 2013, www.3ders.org, 2013) και το

LeBron 12, ένα παπούτσι εξαιρετικά ελαφρύ, πολυεπίπεδο, χωρίς συρραφή κομματιών, που παρέχει στον αθλητή επιπλέον υποστήριξη, ευελιξία και επιταχυνόμενη εκρηκτικότητα (www.thesportsfanjournal.com, 2014, www.designboom.com, 2014, www.dezeen.com, 2014).



Πηγή: www.dezeen.com

Σύμφωνα με δηλώσεις του CEO της Nike, Mark Parker, χάρη στην τεχνολογία, μειώνεται σημαντικά ο χρόνος κατασκευής των προτύπων από 4-6 εβδομάδες σε 1-2 ημέρες, όπως και η εργασία, αν γινόταν αρχικά από 12 άτομα, πλέον απαιτεί εργασία μόλις 2 ατόμων (Η Φωνή της Ρωσίας, 2013). Ήδη, η εταιρεία έχει αρχίσει και «κλειδώνει» κάποιες από τις πατέντες, που έχουν δει το φως της δημοσιότητας (Krassenstein, 2014), ενώ προχωρά με σταθερά βήματα και στην εφεύρεση κι άλλων καινοτομιών (Barnette, 2014). Ωστόσο, ορισμένοι ισχυρίζονται, πως στο μέλλον θα είναι προτιμότερο να «εκτυπώνονται» τα παπούτσια στα καταστήματα, παρά να διαβάζουν οι καταναλωτές εγχειρίδια χρήσης στο σπίτι (Condron, 2014).

8.5 Το κέρδος των αθλητών

Μολονότι, οι περισσότεροι αθλητές χρησιμοποιούν τρισδιάστατα «εκτυπωμένα» αντικείμενα, όταν θέλουν να κυκλοφορήσουν με την επωνυμία τους κάποιο καινούριο προϊόν, είτε θέλουν να εξασκηθούν, είτε να αγωνιστούν με αυτό (www.sporttechie.com, 2013), έχουν

ήδη αρχίζει να αλληλεπιδρούν με το άθλημα και να αναθεωρούν τον τρόπο, με τον οποίο μέχρι πρότινος συμμετείχαν σε αυτό. Χάρη στην τεχνολογία, τα παπούτσια, που προκύπτουν είναι πολύχρωμα και μοναδικά σχεδιασμένα, πιο ελαφριά από τα κανονικά και βελτιώνουν την απόδοση του αθλητή (www.sporttechie.com, 2013). Μολονότι το κόστος τους είναι κατά πολύ μεγαλύτερο από το κόστος ενός παραδοσιακού αθλητικού παπουτσιού, οι αθλητές αρέσκονται στο να χρησιμοποιούν τέτοιου είδους παπούτσια, αφού τους παρέχεται η δυνατότητα να τρέχουν ακόμη πιο γρήγορα, να έχουν ευελιξία και να κάνουν πιο περίτεχνες ενέργειες. Για παράδειγμα, οι δρομείς, χάρη στην εξατομίκευση, που τους παρέχει η τεχνολογία, μπορούν να φοράνε παπούτσια βασισμένα στο ύψος, στο βάρος και στο σχήμα του ποδιού τους. Με αυτόν τον τρόπο, κερδίζουν σε ισορροπία και ευελιξία, από την κατασκευή της σόλας και την αντίδραση σε πιθανούς κραδασμούς, που έχει το πόδι. Τα συγκεκριμένα παπούτσια προς το παρόν δεν είναι διαθέσιμα στο ευρύ καταναλωτικό κοινό, παρά μόνο στους αθλητές, γεγονός το οποίο, όμως, θα αλλάξει στο εγγύς μέλλον (www.sporttechie.com, 2013).

Το 2008, στους Ολυμπιακούς Αγώνες στο Πεκίνο, το 98% των μεταλλίων κολύμβησης κατοχυρώθηκαν στους αθλητές, οι οποίοι φορούσαν τρισδιάστατα εκτυπωμένο εξοπλισμό της εταιρείας Sppedo, η οποία έχει κατασκευάσει και τρισδιάστατα γυαλιά για τους αθλητές της. Το 2012, κατασκευάστηκε το πρώτο εξολοκλήρου τρισδιάστατο αγωνιστικό όχημα, με την ονομασία Αρίων και έκανε χρόνο ρεκόρ, αφού η επιτάχυνσή του έφτανε από 0 έως 140 μίλια την ώρα σε 4 δευτερόλεπτα (www.sporttechie.com, 2013).



Πηγή : Schneiderman, 2012

8.6 Το κέρδος της εταιρείας

Αρχικά, θα λέγαμε ότι επιταχύνεται η διαδικασία της μαζικής παραγωγής, αφού κατασκευάζονται σε πολύ πιο σύντομο χρονικό διάστημα υποδήματα και όχι μόνο. Ακόμα, για να χρησιμοποιηθούν τα μηχανήματα δε χρειάζονται παραπάνω από 2 εργαζόμενοι. Επιπλέον, η εταιρεία εξοικονομεί 4 με 6 εβδομάδες για την αξιολόγηση του πρωτοτύπου σχεδίου, απαιτούνται 1 με 2 ημέρες (Luimstra, 2014) ή μερικές ώρες (Kim, 2014) για την κατασκευή και μειώνει το κόστος της. Ακόμα, η εξάρτηση της εταιρείας από χώρες φθηνού εργατικού δυναμικού, όπως είναι το Μπαγκλαντές (Luimstra, 2014) και η Κίνα θα είναι μικρότερη.

8.7 Εφοδιαστική αλυσίδα της Nike

Η Nike το 2011 ανακοίνωσε κέρδη της τάξης των 21 δισεκατομμυρίων, μία αύξηση 10% μεγαλύτερη από το 2010. Τα προϊόντα της παράγονται σε 600 εργοστάσια με 800.000 εργαζομένους σε 50 χώρες παγκοσμίως. Για περισσότερο από μία δεκαετία, η εταιρεία έχει συνεργαστεί με την εφοδιαστική αλυσίδα της DHL (DHL Supply Chain) για να ελέγξει και να ενοποιήσει τις λειτουργίες Logistics των εγκατεστημένων εργοστασίων της στη Βραζιλία. Μάλιστα, προέκυψαν βελτιώσεις, αφού πλέον η εταιρεία μπορούσε να ελέγχει τα προϊόντα της, τόσο όσον αφορά στην αποθήκευση, όσο και στη διακίνηση αυτών, καθώς και να έχει πληροφόρηση real – time για την παράδοσή τους, αλλά και να ανταποκρίνεται στις διακυμάνσεις της ζήτησης. Επιπρόσθετα, τα οποιαδήποτε λάθη διανομής υπήρχαν μέχρι τότε, περιορίστηκαν σημαντικά, χάρη στη χρησιμοποίηση ετικετών αναγνώρισης των προϊόντων, πριν την αποστολή τους. Η ενοποίηση της εφοδιαστικής αλυσίδας οδήγησε σε επιπλέον περικοπή του κόστους,

βελτίωση των υπηρεσιών, ευελιξία απέναντι στη ζήτηση των αγαθών, καθώς και στη δημιουργία ενός καινούριου διοικητικού συστήματος αποθήκευσης. Ως εκ τούτου, η εταιρεία συνέχιζε να βελτιστοποιεί τις λειτουργίες της, από τον τρόπο δημιουργίας του προϊόντος, μέχρι την τελική διανομή σε συνεργάτες και καταναλωτές (University of San Francisco, 2014).

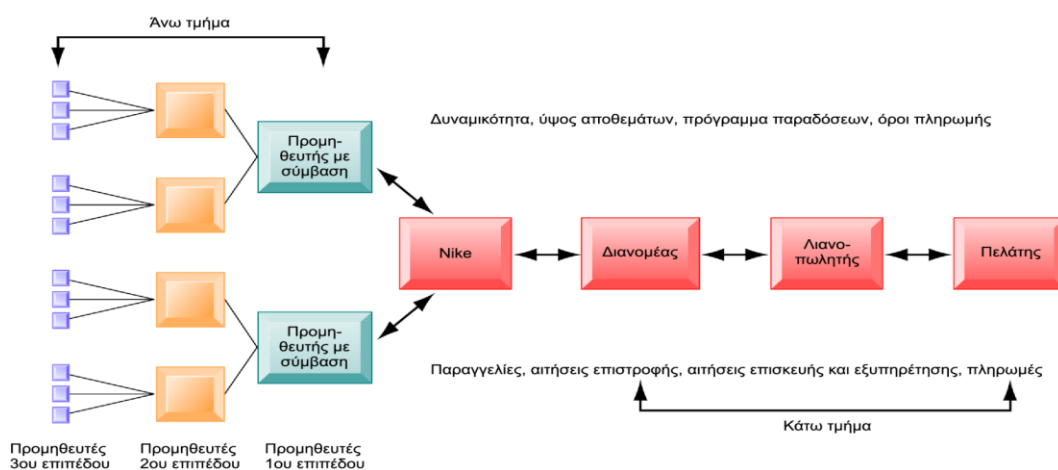
Όσον αφορά στον τρόπο, με τον οποίο είχε εγκατεστημένες της αποθήκες της στην Ευρώπη, η εταιρεία αποφάσισε να αλλάξει το μοντέλο λειτουργίας τους. Πιο συγκεκριμένα, κατήργησε τις 25 διαφορετικές αποθήκες σε όλη την Ευρώπη και δημιούργησε μόνο μία κεντρική αποθήκη στην Ολλανδία, προκειμένου να καλύψει τις ανάγκες της. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα, τη σημαντική μείωση του κόστους διατήρησης αποθέματος, ενώ πλέον θα μπορούσε να πραγματοποιεί μία συγκεντρωτική πρόβλεψη για τις προβλεπόμενες πωλήσεις στην Ευρώπη, μειώνοντας κατά μεγάλο βαθμό τα λάθη των προβλέψεων. Κι αυτό, σε αντίθεση με τις 25 διαφορετικές προβλέψεις, που λάμβανε από κάθε χώρα στο παρελθόν (Κυριακίδης, 2009).

Στο παρελθόν, η Nike συνεργάστηκε με έναν προμηθευτή λογισμικού εφοδιαστικής αλυσίδας με την ονομασία i2, προκειμένου να βελτιώσει εν γένει τις λειτουργίες, που αφορούσαν τη διαχείριση αποθεματικού, παραγωγής, μεταφοράς παραγόμενων αγαθών και προβλέψεις πωλήσεων. Για το τελευταίο, η εταιρεία ήθελε να βασιστεί στην τεχνολογική καινοτομία, προκειμένου να είναι σε θέση να αντιδρά και να ανταποκρίνεται καλύτερα στις όποιες διακυμάνσεις ζήτησης ή στις όποιες ξαφνικές αλλαγές και να μην οδηγείται στην υπερπαραγωγή ή υποπαραγωγή. Με άλλα λόγια, να μη χάνει σε κερδοφορία, από την παραγωγή παπουτσιών, τα οποία αναμένεται να μην έχουν την απαιτούμενη ζήτηση και να καταλήγουν απούλητα στα ράφια των καταστημάτων, όπως επίσης και να μην παράγει λίγα σχέδια από τα παπούτσια, που θα μπορούσαν να θεωρηθούν πετυχημένα και τα σχέδια τους, να έχουν

αυξημένες πωλήσεις. Δυστυχώς, για την εταιρεία, κάτι τέτοιο δε συνέβη, αφού οι πωλήσεις το τρίτο τέταρτο του 2000 δεν ήταν επιτυχημένες, αντιθέτως στοίχησαν στην εταιρεία από 80 μέχρι 100 εκατομμύρια, είτε από υπερπαραγωγή είτε από υποπαραγωγή (www.informationweek.com, 2001).

Πιο πρόσφατα, η εταιρεία ανακοίνωσε, ότι θα καταργήσει τη χρήση επικίνδυνων χημικών ουσιών κατά μήκος της εφοδιαστικής της αλυσίδας μέχρι το 2020. Συγκεκριμένα, η εταιρεία προχώρησε και στη δέσμευση για πλήρη διαφάνεια, σχετικά με τις χημικές ουσίες, που ελευθερώνονται από τα εργοστάσια των προμηθευτών της, ενώ θα χρησιμοποιήσει και την επιρροή της, καθώς και τη γνώση και εμπειρία, που έχει αποκτήσει όλο αυτό το διάστημα, για να εξαλειφθούν οι χημικές ουσίες από τη βιομηχανία ενδυμάτων (www.greenbusiness.gr, 2011).

Παρακάτω βλέπουμε ένα σχήμα, που παρουσιάζει μία απλοποιημένη δομή της εφοδιαστικής αλυσίδας της εταιρείας, καθώς και τη ροή πληροφοριών προς το άνω και κάτω τμήμα για τον απαραίτητο συντονισμό των δραστηριοτήτων, που εμπλέκονται στην αγορά, στην παραγωγή και στη διακίνηση του προϊόντος. Το άνω τμήμα εστιάζεται μόνο στους προμηθευτές για τα παπούτσια και τις σόλες τους (Ταμπούρης, 2015).



Πηγή: Laudon & Laudon, 2009

8.8 Στρατηγικές Logistics

Η επιλογή του outsourcing παρατηρείται πλέον με πολλές μορφές και σε διάφορα είδη επιχειρήσεων. Η Nike, δεν έχει δικιά της εργοστάσια παραγωγής, αλλά αναθέτει την παραγωγή των προϊόντων της, κατά κύριο λόγο, σε εργοστάσια, που είναι εγκατεστημένα σε Ανατολικές χώρες, λόγω του μειωμένου κόστους, που προκύπτει από την απασχόληση χαμηλόμισθου εργατικού δυναμικού (Καϊσίδης, 2013, Λουλάκης και Μιχαλάκης, 2010). Μάλιστα, δεν είναι λίγες οι φορές, που η εταιρεία χαρακτηρίζεται, ως εικονική (virtual), αφού αναθέτει υπεργολαβίες για το μεγαλύτερο μέρος των τμημάτων της. Το ίδιο διάστημα, εκείνη απασχολείται ουσιαστικά με τη διαχείριση του εταιρικού της ονόματος (brand name), συνάμα με το συντονισμό των δραστηριοτήτων, τις οποίες αναθέτει σε άλλους (Walters and Lancaster, 2000).

Επιπλέον, μία στρατηγική διαχείρισης Logistics, που εφαρμόζει η εταιρεία είναι τα Reverse Logistics, δηλαδή τα Logistics, που αφορούν τις δραστηριότητες της αντίστροφης εφοδιαστικής. Πιο συγκεκριμένα, μέσω της παρότρυνσης, ωθεί τους καταναλωτές να επιστρέφουν τα μεταχειρισμένα παπούτσια στο κατάστημα από το οποίο τα είχαν αγοράσει. Ακολούθως, τα παπούτσια στέλνονται πίσω στα εργοστάσια και εκεί θρυμματίζονται, προκειμένου να χρησιμοποιηθούν ως πρώτη ύλη, προκειμένου να κατασκευαστούν γήπεδα καλαθοσφαίρισης ή αγωνιστικοί διάδρομοι στο στίβο.

8.9 Επίδραση 3D Printing στην εφοδιαστική αλυσίδα της Nike

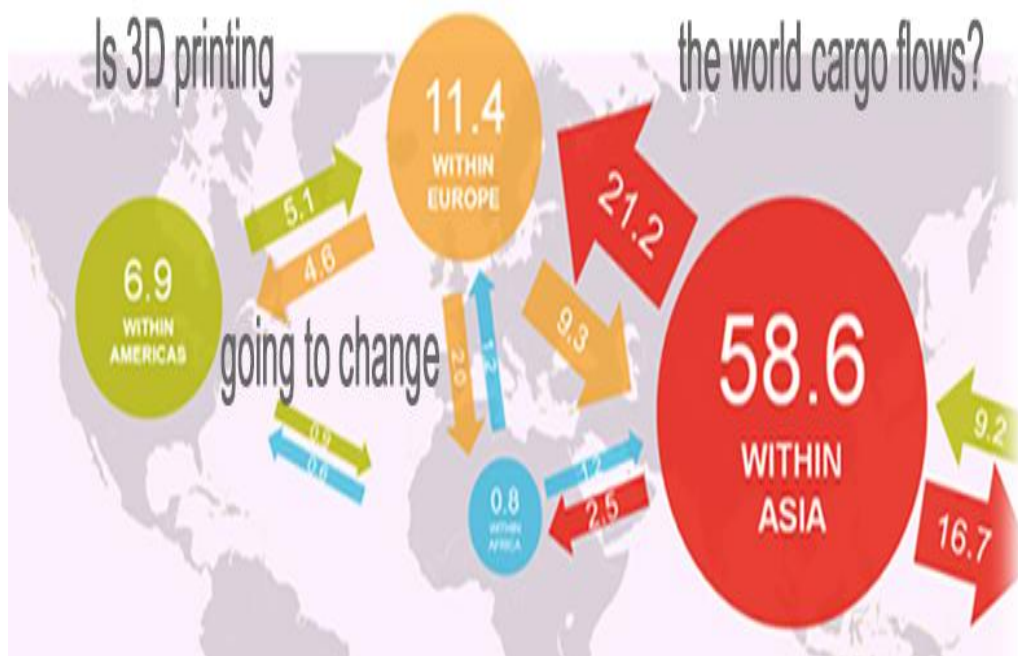
Μολονότι η τεχνολογία της τρισδιάστατης εκτύπωσης αποτελεί φαινόμενο, το οποίο γνωρίζει άνθηση τα τελευταία κυρίως χρόνια και έχει αρχίσει, να υιοθετείται από μεγάλες και

γνωστές βιομηχανίες σε διαφορετικούς κλάδους, θα λέγαμε, πως έχει τη δυνατότητα να μετασχηματίσει τμήματα και κλάδους, όπως για παράδειγμα το κατασκευαστικό κομμάτι, και τις εφοδιαστικές αλυσίδες μακροπρόθεσμα. Μάλιστα, η τεχνολογία αναμένεται να έχει σημαντική επίδραση και συγκεκριμένα πληθώρα θετικών συνεπειών στις εφοδιαστικές αλυσίδες. Πιο συγκεκριμένα, επειδή τα προϊόντα θα παράγονται τοπικά, καθώς και διανέμονται, θα υπάρχει χαμηλό, σχεδόν καθόλου μεταφορικό κόστος, το οποίο με τη σειρά του θα οδηγήσει σε μείωση στους εκπεμπόμενους ρύπους και στο «αποτύπωμα διοξειδίου του άνθρακα», που αφήνεται στο περιβάλλον, εξαιτίας των μεταφορών. Ακόμα, θα υπάρξει αλλαγή στον τρόπο, με τον οποίο γίνεται η παραγωγή και ολοκληρώνεται η παραγωγική διαδικασία, αφού οι κατασκευές θα γίνονται πλέον ανά παραγγελία και έτσι θα μειωθούν οι χρόνοι παράδοσης παραγγελιών (lead times). Επιπλέον, η τρισδιάστατη εκτύπωση θα δημιουργήσει συνθήκες για τη δημιουργία μικρότερων και περισσότερο τυποποιημένων εγκαταστάσεων, οι οποίες με τη σειρά τους θα δημιουργήσουν ευκαιρίες περαιτέρω ανάπτυξης και επενδύσεων (Dehue, 2013).

Στην κλασική μορφή της εφοδιαστικής αλυσίδας, η οποία αφορά την παραγωγή παπουτσιών, η παραγωγή πραγματοποιείται σε χώρες, όπως η Κίνα, με φθινό εργατικό δυναμικό για να μειωθεί το κατασκευαστικό κόστος. Τα αγαθά, στην προκειμένη περίπτωση, παπούτσια κατασκευάζονται στα εργοστάσια και στη συνέχεια διανέμονται μέσω του δικτύου αποθηκών της εταιρείας στους πελάτες, είτε αυτοί αφορούν χονδρεμπόριο, είτε λιανεμπόριο. Παρατηρούνται μεγάλοι χρόνοι παράδοσης των παραγγελιών, μέχρι το παπούτσι να φθάσει από το αρχικό στάδιο κατασκευής στον τελικό αποδέκτη ανά τον κόσμο. Το κόστος μεταφοράς είναι μεγάλο, για να μεταφερθεί και διανεμηθεί το προϊόν από τη χώρα κατασκευής στην χώρα, που βρίσκεται ο πελάτης και δεν είναι αμελητέο ακόμη κι όταν χρησιμοποιούνται για την κατασκευή χώρες με χαμηλά ημερομίσθια. Η υψηλή ανάγκη για μετακινήσεις οδηγεί στην έκλυση ρύπων

διοξειδίου του άνθρακα σε μεγάλες ποσότητες στην ατμόσφαιρα, που είναι επιβλαβείς, τόσο για τον άνθρωπο, όσο και για το περιβάλλον (Dehue, 2013).

Στην αντίθετη περίπτωση, αυτή της αξιοποίησης της τρισδιάστατης εκτύπωσης στην παραγωγική διαδικασία, θα παρατηρείται εξατομικευμένη παραγωγή, η οποία θα γίνεται κατά παραγγελία και διαμορφωτής της θα είναι ο ίδιος ο πελάτης και συγκεκριμένα η αγοραστική ζήτηση, που θα υπάρχει και θα προκύπτει για τα αγαθά. Τα παπούτσια θα «τυπώνονται» και θα διανέμονται τοπικά, μέσω των αντίστοιχων τοπικών δικτύων. Με αυτόν τον τρόπο, θα μειώνονται σημαντικά οι χρόνοι παράδοσης των παπουτσιών, μέχρι αυτά να φθάσουν στον τελικό αποδέκτη – πελάτη, θα μειώνονται οι εκπομπές ρύπων διοξειδίου του άνθρακα και φυσικά το «αποτύπωμα του άνθρακα», που αφήνεται στο περιβάλλον. Τα δύο τελευταία θα γνωρίζουν σημαντική μείωση, αφού οι μέχρι πρότινος μεταφορές δε θα χρειάζονται να πραγματοποιούνται. Κι αυτό, διότι τα παπούτσια θα κατασκευάζονται σε τοπικές εγκαταστάσεις, μέσω των οποίων θα εξυπηρετούνται οι τοπικές και οι γύρω περιοχές (Dehue, 2013).



Πηγή : www.supplychain247.com, 2015

Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται η διαφοροποίηση, που θα προκύψει ανάμεσα σε μία τυπική εφοδιαστική αλυσίδα κατασκευής και διανομής παπουτσιών και σε μία αλυσίδα, στην οποία έχει εισαχθεί η τεχνολογία της τρισδιάστατης εκτύπωσης.



Πηγή : Dehue, 2013

Η τεχνολογία της τρισδιάστατης εκτύπωσης θα αλλάξει τον τρόπο, με τον οποίο οι άνθρωποι δημιουργούν επιχειρήσεις, οι οποίες, πλέον, θα σχεδιάζονται βάση της εμπειρίας, που προσφέρουν στον πελάτη και βάση των επιπέδων εξατομίκευσης και δημιουργίας προσωποποιημένων προϊόντων. Με άλλα λόγια, ενώ η παραδοσιακή έρευνα και ανάπτυξη έχει βασιστεί σε μαζική παραγωγή και κατανάλωση, η τρισδιάστατη εκτύπωση θα επικεντρωθεί σε περισσότερο προσωποποιημένες εμπειρίες (www.marketingmag.com.au, 2014).

Μάλιστα, κάθε φορά, που η εταιρεία θα θέλει να δημιουργεί ένα νέο παπούτσι, θα μπορεί να κερδίζει σημαντικό έδαφος έναντι των ανταγωνιστών και να ξεκινά την έρευνα για τον σχεδιασμό πολύ πιο μπροστά βγει το προϊόν στην αγορά. Αναμφισβήτητα, η κερδοφορία του παπουτσιού θα αποτελεί στόχο για την εταιρεία, ενώ ο σχεδιασμός θα μπορούσε να έχει τα χαρακτηριστικά ανοικτού κώδικα, έτσι ώστε ο καθένας να συμβάλει με βάση την προσωπική του αισθητική στο τελικό αποτέλεσμα. Κάτι αντίστοιχο, δηλαδή, με αυτό που συμβαίνει στη σύγχρονη εποχή με τους επώνυμους αθλητές, που δημιουργούν τις δικές τους σειρές προϊόντων (www.marketingmag.com.au, 2014).

Ακόμα, η εταιρεία θα συνεχίσει να ασκεί επιρροή στον κόσμο και να ελέγχει τις δραστηριότητές της παγκοσμίως, οι οποίες σχετίζονται με το όνομα της εταιρείας. Επιπλέον, θα μπορεί να παράγει εκατοντάδες παπούτσια και όχι εκατομμύρια, όπως συμβαίνει σήμερα, χωρίς αυτό να σημαίνει πως θα επηρεάζεται η τιμή του προϊόντος. Οι ενδιαφερόμενοι πελάτες θα μπορούν να μπαίνουν σε ένα κατάστημα, να σαρώνονται τα πόδια τους και να παράγονται, είτε επί τόπου, είτε αργότερα, τα εξατομικευμένα, προσωποποιημένα τρισδιάστατα παπούτσια, που εκείνοι θα επιθυμούν (www.marketingmag.com.au, 2014).

Στην περίπτωση, που η εταιρεία επιθυμεί την ενεργή συμμετοχή των πελατών στο σχεδιασμό και στην κατασκευή των παπουτσιών, θα μπορούσε να μειώσει και το κόστος, που

επενδύει σε R&D, διότι οι πελάτες θα γίνονται αναπόσπαστο μέρος της επιχειρηματικής δραστηριότητας, συγκεκριμένα της διαδικασίας παραγωγής και θα διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην υπεράσπιση και εμπορία της μάρκας. Ένα ζήτημα, που μπορεί να προκύψει θα είναι αυτό των απομιμήσεων, όπως συμβαίνει σε διάφορους τομείς και σε διάφορα προϊόντα, αλλά η εταιρεία σκοπεύει και ήδη έχει αρχίσει να δουλεύει προς αυτήν την κατεύθυνση με την κατοχύρωση ευρεσιτεχνιών (www.marketingmag.com.au, 2014).

Τέλος, σημαντικό στοιχείο είναι το πώς η τεχνολογία, όχι μόνο θα επηρεάσει τη λιανική πώληση, αλλά και θα ανακατευθύνει και θα αλλάξει τον τρόπο λειτουργίας των επιχειρήσεων. Η ανάπτυξη, που έπαιρνε χρόνια, πλέον θα γίνεται σε χρονικό διάστημα ημερών ακόμη και ωρών. Το φυσικό προϊόν δε θα είναι πλέον το τελικό αποτέλεσμα ή τον παράγοντα, που θα καθορίζει τα περιθώρια κέρδους, αλλά το ρόλο αυτό θα επιτελεί η εμπειρία των πελατών, η οποία θα έχει μεγαλύτερη σημασία από ποτέ (www.marketingmag.com.au, 2014).

8.10 Lead times, αβεβαιότητα προβλέψεων και κόστος

Στη σύγχρονη εποχή, τα επώνυμα αθλητικά παπούτσια έχουν να αντιμετωπίσουν την αβεβαιότητα της άγνωστης ζήτησης, παράλληλα με τον μεγάλο παραγωγικό κύκλο ζωής των προϊόντων τους, ο οποίος απαιτεί υψηλά επίπεδα παραγγελιών ποσοτήτων κάθε έτος. Χάρη στην τρισδιάστατη εκτύπωση, μέχρι το 2033, αυτή η αβεβαιότητα, όσον αφορά τα επίπεδα ζήτησης θα έχει εξαφανιστεί, αφού η παραγωγική διαδικασία, θα βασίζεται σε εξατομικευμένες, προσωποποιημένες παραγωγές αγαθών, σε ορισμένες περιπτώσεις ανά παραγγελία. Ως εκ τούτου θα μειωθεί ο όγκος παραγωγής, και θα μειωθεί σε πολύ μεγάλο βαθμό ολόκληρο το φάσμα διαδικασιών, που περιλαμβάνεται μέχρι τώρα στην παραγωγική διαδικασία (www.wikistrat.com, 2013).

Μέχρι στιγμής, η παραγωγή παπουτσιών απαιτεί μήνες έως και χρόνια. Βασίζεται σε προβλέψεις ειδικών ύστερα από έρευνες για το ποια θα είναι η τάση της επόμενης χρονιάς και ποια προϊόντα ενδεχομένως να κάνουν μεγαλύτερες πωλήσεις. Βάσει των προβλέψεων, πραγματοποιείται ο σχεδιασμός των παπουτσιών, τα οποία αρχικά δημιουργούνται με τη μορφή δείγματος μοντέλου, για να αξιολογηθεί και να εκτιμηθεί αν ταιριάζουν ή αν θα είναι αποδεκτά από ένα μεγάλο τμήμα του αγοραστικού κοινού. Στη συνέχεια, παράγονται μαζικά και μεταφέρονται από τα εργοστάσια στα καταστήματα, με την ελπίδα ότι τα περισσότερα από αυτά θα έχει επιτευχθεί να πωληθούν πολύ πριν την έναρξη της επόμενης σεζόν. Εάν ορισμένα από τα παπούτσια δεν τύχουν αποδοχής και δεν πωληθούν άμεσα, καθίστανται αυτόματα απαρχαιωμένα, γίνεται σημαντική έκπτωση και διατίθενται εκ νέου στο κοινό, με σκοπό να έχουν εξαφανιστεί από τα ράφια μέχρι την έναρξη της επόμενης σεζόν με τις καινούριες παρτίδες παπουτσιών. Μάλιστα, lead times 6 με 12 μήνες δεν είναι σπάνιο φαινόμενο για τη βιομηχανία υποδημάτων (www.wikistrat.com, 2013).

Με τον ερχομό της τεχνολογίας τρισδιάστατης εκτύπωσης, τα συγκεκριμένα lead times αναμένεται να μειωθούν σημαντικά (Rao, 2013) από την παραγγελία μέχρι τη διανομή του προϊόντος (Heath, 2013), όπως επίσης αναμένεται να μειωθούν και τα λάθη, που αφορούν τις προβλέψεις πωλήσεων. Επιπλέον, θα σημειωθεί σημαντική μείωση του κόστους, αφού δε θα υπάρχει, ούτε υπερπαραγωγή αγαθών και συγκεκριμένα σχεδίων αθλητικών παπουτσιών, που δεν πωλούνται, ούτε υποπαραγωγή και αποθεματοποίηση προϊόντων, ακόμη κι αν υπάρχουν σχέδια γρήγορης κυκλοφορίας και ταχύτατων πωλήσεων. Με αυτόν τον τρόπο, θα υπάρχει μία καλύτερη ισορροπία μεταξύ προσφοράς και ζήτησης. Ακόμα, η τρισδιάστατη εκτύπωση μειώνει το χρονικό διάστημα, που απαιτείται για τον παραγωγικό κύκλο των αγαθών κατά μεγάλο βαθμό, κόβοντας μήνες ή χρόνια, που σε διαφορετική περίπτωση θα χρειαζόνταν και

αυτοματοποιώντας την παραγωγή. Ως εκ τούτου, εξοικονομεί εκατομμύρια δολάρια με την παραγωγή ακόμη και με ανακριβείς προβλέψεις, αλλά απόλυτα απαραίτητες για το μέγεθος και την όγκο προϊόντων της εταιρείας (www.wikistrat.com, 2013).

Η εφοδιαστική αλυσίδα για τρισδιάστατα «εκτυπωμένα» παπούτσια μπορεί να μοιάζει με τη σημερινή μορφή εφοδιαστικής αλυσίδας, αλλά θα διαφέρει και ως προς το τελικό προϊόν, αφού αυτό θα είναι η πνευματική εργασία και όχι το παπούτσι αυτό καθαυτό. Αναμφισβήτητα, η προσθήκη περισσότερων σχεδίων θα ενισχύσει την εικόνα του κατασκευαστή, ενώ μπορεί η εξατομίκευση να αποκτήσει την έννοια outsourcing, με την απευθείας ανάθεση της δημιουργίας στον καταναλωτή (www.wikistrat.com, 2013).

Επιπλέον, θα υπάρχει εξοικονόμηση χρόνου και πρώτων υλών. Όσον αφορά στην εξοικονόμηση χρόνου, ενώ χρειάζονταν και για την προετοιμασία και για την κατασκευή αρκετές ώρες και κόπος, πλέον, το αποτέλεσμα θα είναι πιο γρήγορο και άμεσο για το τελικό προϊόν, καθώς μειώνονται σημαντικά οι εργατοώρες. Όσο για τις πρώτες ύλες, τα σχέδια μπορεί να παρουσιάζουν διαφοροποίηση, όμως οι πρώτες ύλες θα έχουν την ίδια βάση για αρκετές εταιρείες και αυτό ενδέχεται να δημιουργήσει ανταγωνισμό για τις εταιρείες (www.wikistrat.com, 2013).

Η ποικιλία των διαθέσιμων εξατομικευμένων προϊόντων θα αυξάνεται, ενώ το κόστος, που απαιτείται για προσωποποίηση των αγαθών θα μειώνεται. Βέβαια, το κόστος απόκτησής τους θα είναι υψηλό, ενώ οι σχεδιαστές θα πραγματοποιήσουν απόσβεση της επένδυσης και υψηλά κέρδη. Η ανεργία για συγκεκριμένα επαγγέλματα και κλάδους, που υπάρχουν στη σημερινή παραγωγική διαδικασία θα είναι γεγονός. Τέλος, η επίδραση στο περιβάλλον θα είναι θετική, αφού και λιγότερες πρώτες ύλες θα καταναλώνονται και λιγότερες μεταφορές θα πραγματοποιούνται (www.wikistrat.com, 2013).

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Στη σύγχρονη εποχή, η ανάπτυξη και αξιοποίηση της τεχνολογίας της τρισδιάστατης εκτύπωσης, συνάμα η μετάβαση από το στάδιο παραγωγής προτύπων στην κατασκευή εξαρτημάτων και αντικειμένων για διαφορετικούς κλάδους είναι αδιαμφισβήτητο γεγονός. Τα τρισδιάστατα αντικείμενα, που δημιουργούνται μέσω διαφορετικών μεθόδων και τεχνολογιών έχουν ειδικότερα οφέλη και μεγαλύτερη απήχηση, καθώς και επιρροή στη σύγχρονη βιομηχανία, στις εταιρείες αεροναυπηγικής (Six, 2014) και κατασκευής οχημάτων, στην ιατρική, στην καθημερινή ζωή. Σύμφωνα με το McKinsey Global Institute, η τεχνολογία της τρισδιάστατης εκτύπωσης θεωρείται μία από τις τεχνολογίες, που θα μετασχηματίσει τη ζωή, τις επιχειρήσεις και την παγκόσμια οικονομία μέχρι το 2025 (Janssen et al., 2014), καθώς και το συσχετισμό δυνάμεων στον πλανήτη, αλλάζοντας το κυρίαρχο οικονομικό καπιταλιστικό πρότυπο του πλανήτη (Βουρδουμπάς, 2014).

Όμως, όπως ο αρχαίος ρωμαίος Θεός Ιανός είχε δύο προσωπεία, έτσι και κάθε τεχνολογική εξέλιξη, όπως η 3D εκτύπωση εγείρει ηθικά ζητήματα και οδηγεί σε αρνητικά απότοκα, τα οποία θα πρέπει να ελεγχθούν, ταυτόχρονα να αποσαφηνιστεί η αξιοποίηση ορισμένων εφαρμογών. Το μεγαλύτερο ζήτημα έγκειται στο άνοιγμα του κουτιού της Πανδώρας, μέσω της άκριτης αξιοποίησης εφαρμογών κατασκευής όπλων, ιατρικών σκευασμάτων, που οδηγούν στην όξυνση του φαινομένου της εγκληματικότητας.

Στην παρούσα εργασία, εξετάστηκε η δυνητική επίδραση της τεχνολογίας στην εφοδιαστική αλυσίδα και στον κλάδο των Logistics, ενώ χρησιμοποιήθηκε για την καλύτερη ανάδειξη της επίδρασης το παράδειγμα της εταιρείας Nike. Συγκεκριμένα, εξετάστηκαν οι αλλαγές, που ενδέχεται να προκύψουν αναφορικά με την κατασκευή και διανομή αθλητικών

παπουτσιών ανά τον κόσμο, μετά την εφαρμογή της τεχνολογικής καινοτομίας στον κλάδο. Οι τρισδιάστατοι εκτυπωτές θα φέρουν επανάσταση στη βιομηχανία της εφοδιαστικής αλυσίδας αγαθών, τόσο σε όρους κατασκευής και εξατομίκευσης προϊόντων, όσο και διαμοίρασης πρώτων υλών, αλλά και λειτουργιών – δραστηριοτήτων επιχειρήσεων (Bell, 2013).

Παρόλα αυτά, εξαιτίας του γεγονότος ότι οι ερευνητές σε αρκετούς κλάδους και εφαρμογές της 3D τεχνολογίας βαδίζουν ακόμα σε terra incognita, καθίσταται δύσκολη η πρόβλεψη με ακρίβεια του μεγέθους της επίδρασης στην εφοδιαστική αλυσίδα, τόσο σε τοπικό, όσο και σε παγκόσμιο επίπεδο. Ως εκ τούτου, γίνεται αξιολόγηση πιθανών αποτελεσμάτων, σύμφωνα με τις γνώμες ειδικών επιστημόνων και τη μελέτη εφαρμογής της τεχνολογίας σε ορισμένους κλάδους. Άλλωστε, η τεχνολογία, σύμφωνα με τον Feenberg (2002, 1999), είναι πεδίο μάχης και όχι πεπρωμένο. Μπορεί να ευαγγελίζεται βελτίωση και εξέλιξη σε ένα ευρύ φάσμα τομέων και κλάδων της ανθρώπινης ύπαρξης, όμως είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με τον τρόπο αξιοποίησής της από τους χρήστες. Ποια άποψη θα αναδειχθεί καλύτερα, ο χρόνος θα δείξει..



Πηγή : personofinterest.wikia.com, 2015

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική (Βιβλίο – Άρθρο)

Βουρδουμπάς, Γ. (2014) Η κοινωνία του μηδενικού οριακού κόστους: Το διαδίκτυο των πραγμάτων, ο τρίτος τομέας της οικονομίας και η δύση του καπιταλισμού Βιβλιοκριτική του βιβλίου του Jeremy Rifkin “The zero marginal cost society – The internet of things, the collaborative commons and the eclipse of capitalism”, *Χανιώτικα Νέα* 31/7/2014

Γεωργακόπουλος, Σ. (2014) Η επανάσταση των εκτυπωτών 3D, *Deutsche Welle* 12/5/2014

Ημερησία (2014) Η Amazon πουλάει πλέον και προϊόντα από 3D εκτυπωτές, *Ημερησία* 29/7/2014

Κυρανούδη, Δ. (2013) Τρισδιάστατοι εκτυπωτές στην ιατρική, *Deutsche Welle* 22/3/2013

Κυριακάτικη Ελευθεροτυπία (2013) Το P2P Lab φέρνει την επανάσταση της 3D εκτύπωσης στα σχολεία, *Κυριακάτικη Ελευθεροτυπία* 24/3/2013

Λεφοπούλου, Α. (2013) Επιχειρηματικότητα τρισδιάστατης εκτύπωσης, *Εφημερίδα των Συντακτών*

Λόγιος Ερμής (2014) Θα αλλάξουν οι τρισδιάστατοι εκτυπωτές τον κόσμο ; *Λόγιος Ερμής* 12/1/2014

Παπαθανάσης, Η. (2005) Η τεχνολογία της τρισδιάστατης εκτύπωσης, *Περισκόπιο Επιστήμης*, Τεύχος 297, σελίδες 1-9

Πρατικάκης, Β. (2013) Η τρισδιάστατη εκτύπωση μεταμορφώνει τη βιομηχανική παραγωγή, *Το Βήμα* 30/12/2013

Ταμπούρης, Ε. (2015) *Πληροφοριακά Συστήματα Διοίκησης: Επιχειρησιακές Εφαρμογές*, Πανεπιστήμιο Μακεδονίας Οικονομικών και Κοινωνικών Επιστημών Τμήμα Διοίκησης Τεχνολογίας

Ελληνική (Άρθρα σε Συνέδρια)

Ευρωπαϊκή Οικονομική και Κοινωνική Επιτροπή (2014) *Σχέδιο Γνωμοδότησης της Συμβουλευτικής Επιτροπής Βιομηχανικών Μεταλλαγών (CCMI) με θέμα: Η επανεγκατάσταση των βιομηχανιών στην ΕΕ στα πλαίσια της διαδικασίας επανεκβιομηχάνισης (γνωμοδότηση πρωτοβουλία)*, Βρυξέλλες 31/4/2014

Στέγη της Ελληνικής Βιομηχανίας (2013) *Τεχνολογία και Καινοτομία Τεχνολογίες Υλικών Τάσεις και Αναδυόμενες Αγορές, Ενημερωτικό Δελτίο*, σελίδες 1-27

Ελληνική (Διατριβές)

Γούλας, Δ. (2012) *Διερεύνηση Μεθόδων Παραγωγής Τρισδιάστατων Χαρτών με τη χρήση της Ολογραφίας και της Τρισδιάστατης Εκτύπωσης*, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο Σχολή Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών Τομέας Τοπογραφίας

Καϊσίδης, Π. (2013) *Λειτουργίες Logistics Μεγάλων Επιχειρήσεων : Μελέτη Περίπτωσης στον Όμιλο Μεγάλης Αλυσίδας Supermarket*, Πανεπιστήμιο Μακεδονίας Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών Τμήμα Εφαρμοσμένης Πληροφορικής

Κυριακίδης, Α. (2009) *Η λειτουργία των Ελληνικών εταιριών Logistics στο σύγχρονο διεθνές επιχειρηματικό περιβάλλον*, Πανεπιστήμιο Μακεδονίας Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών στη Διοίκηση Επιχειρήσεων

Λουλάκης, Δ. και Μιχαλάκης, Χ. (2010) *Logistics : Σημασία της Εφοδιαστικής Αλυσίδας για την Επιχείρηση*, Ανώτερο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης Σχολή Διοίκησης και Οικονομίας Τμήμα Λογιστικής

Παπαδόπουλος, Α. (2013) *Μελέτη και σχεδιασμός κιβωτίου ταχυτήτων μηχανουργικού μηχανήματος*, Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών Τμήμα Μηχανολογίας

Στόκος, Θ. (2008) *Σχεδιασμός του Δικτύου Εφοδιαστικής Αλυσίδας και Προγραμματισμός της Προσφοράς και της Ζήτησης*, Πανεπιστήμιο Πειραιά Τμήμα Βιομηχανικής Διοίκησης και Τεχνολογίας Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών στην Οργάνωση και Διοίκηση Βιομηχανικών Συστημάτων με ειδίκευση τα Logistics

Φώσκολος, Ε. (2008) *Αντιλαμβανόμενη Εικόνα της Επωνυμίας και Καταναλωτική Συμπεριφορά Διερεύνηση της περίπτωσης της Nike*, Οικονομικό Πανεπιστήμιο Αθηνών Τμήμα Μάρκετινγκ και Επικοινωνίας

Ελληνική (Ηλεκτρονικές Πηγές)

Athens Magazine (2014) *Τι είναι οι 3D εκτυπωτές ; Πώς καταφέρνουν να κατασκευάζουν ακόμα και ανθρώπινες καρδιές ; Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση :*

[http://www.athensmagazine.gr/portal/bestofathens/articles/100267?iframe=true&width=100%& height=100%](http://www.athensmagazine.gr/portal/bestofathens/articles/100267?iframe=true&width=100%&height=100%) (Προσπελάστηκε 20/3/2015)

Αθηναϊκό Μακεδονικό Πρακτορείο Ειδήσεων ΑΜΠΕ (2014) Μεγάλα ονόματα της βιομηχανίας «ποντάρουν» στην τρισδιάστατη εκτύπωση Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση : <http://www.ekriti.gr/article/megala-onomata-tis-viomihantias-pontaroy-n-stin-trisdiastati-ektyposi> (Προσπελάστηκε 22/4/2015)

Βεργολιά, Μ. (2013) *Η επανάσταση των τρισδιάστατων εκτυπωτών* Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση : <http://ecoleft.gr/2013/08/%CE%B7-%CE%B5%CF%80%CE%B1%CE%BD%CE%AC%CF%83%CF%84%CE%B1%CF%83%CE%B7-%CF%84%CF%89%CE%BD-%CF%84%CF%81%CE%B9%CF%83%CE%B4%CE%B9%CE%AC%CF%83%CF%84%CE%B1%CF%84%CF%89%CE%BD-%CE%B5%CE%BA%CF%84%CF%85%CF%80/#article> (Προσπελάστηκε 22/4/2015)

Γεράνης, Ν. (2011) *Τρισδιάστατη επανάσταση στην παραγωγή* Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση : <http://www.prin.gr/2011/03/3d-printing.html> (Προσπελάστηκε 22/4/2015)

Δέκα απίστευτα πράγματα που κάνουν οι 3D εκτυπωτές (2012) Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση : <http://techtit.gr/2012/12/deka-apisteuta-pragmata-pou-kanoun-oi-3d-ektupotes/> (Προσπελάστηκε 22/4/2015)

Επανάσταση τριών διαστάσεων (2014) Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση : <http://archive.inprecor.gr/%CE%B5%CF%80%CE%B1%CE%BD%CE%AC%CF%83%CF%84%CE%B1%CF%83%CE%B7-%CF%84%CF%81%CE%B9%CF%8E%CE%BD-%>

[%CE%B4%CE%B9%CE%B1%CF%83%CF%84%CE%AC%CF%83%CE%B5%CF%89%CE%BD/](#) (Προσπελάστηκε 22/4/2015)

Η εκτυπωτική 3D επανάσταση (2014) Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση : <https://iguru.gr/2014/03/19/34398/the-3d-printing-revolution/> (Προσπελάστηκε 3/4/2015)

Η Nike “καθαρίζει” την εφοδιαστική της αλυσίδα ως το 2020 (2011) Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση : <http://www.greenbusiness.gr/11124/%CE%B7-nike-%CE%BA%CE%B1%CE%B8%CE%B1%CF%81%CE%AF%CE%B6%CE%B5%CE%B9-%CF%84%CE%B7%CE%BD-%CE%B5%CF%86%CE%BF%CE%B4%CE%B9%CE%B1%CF%83%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE-%CF%84%CE%B7%CF%82-%CE%B1%CE%BB%CF%85%CF%83/>

(Προσπελάστηκε 3/4/2015)

Η τεχνολογία ενδέχεται να φέρει νέα Βιομηχανική Επανάσταση (2013) Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση : <http://antikleidi.com/2013/01/13/technology-may-bring-new-industrial-revolution/> (Προσπελάστηκε 22/4/2015)

Η τρισδιάστατη εκτύπωση «εισβάλλει» στη βιομηχανία (2014) Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση : <http://www.newsbeast.gr/technology/arthro/675291/i-trisdiastati-ektuposi-eisvallei-sti-viomihania/> (Προσπελάστηκε 22/4/2015)

Η Nike σας προσκαλεί να εξερευνήσετε το Nike Innovation Arena (2012) Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση : <http://www.runningnews.gr/item.php?id=12064> (Προσπελάστηκε 3/4/2015)

Η φωνή της Ρωσίας (2013) Οι Nike και Adidas θα κατασκευάζουν παπούτσια με τη βοήθεια της τρισδιάστατης εκτύπωσης Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση : http://greek.ruvr.ru/2013_06_10/115485048/ (Προσπελάστηκε 3/4/2015)

Ιντζεϊδης, E. (2012) 3D – εκτυπωτές : Η «τρισδιάστατη» επανάσταση στο ηλεκτρονικό εμπόριο

Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση : [http://neocommerce.gr/2012/06/24/3d-](http://neocommerce.gr/2012/06/24/3d-%CE%B5%CE%BA%CF%84%CF%85%CF%80%CF%89%CF%84%CE%AD%CF%82-%CE%B7-%CF%84%CF%81%CE%B9%CF%83%CE%B4%CE%B9%CE%AC%CF%83%CF%84%CE%B1%CF%84%CE%B7-%CE%B5%CF%80%CE%B1%CE%BD%CE%AC%CF%83%CF%84%CE%B1/)

[%CE%B5%CE%BA%CF%84%CF%85%CF%80%CF%89%CF%84%CE%AD%CF%82-](http://neocommerce.gr/2012/06/24/3d-%CE%B5%CE%BA%CF%84%CF%85%CF%80%CF%89%CF%84%CE%AD%CF%82-%CE%B7-%CF%84%CF%81%CE%B9%CF%83%CE%B4%CE%B9%CE%AC%CF%83%CF%84%CE%B1%CF%84%CE%B7-%CE%B5%CF%80%CE%B1%CE%BD%CE%AC%CF%83%CF%84%CE%B1/)

[%CE%B7-](http://neocommerce.gr/2012/06/24/3d-%CE%B5%CE%BA%CF%84%CF%85%CF%80%CF%89%CF%84%CE%AD%CF%82-%CE%B7-%CF%84%CF%81%CE%B9%CF%83%CE%B4%CE%B9%CE%AC%CF%83%CF%84%CE%B1%CF%84%CE%B7-%CE%B5%CF%80%CE%B1%CE%BD%CE%AC%CF%83%CF%84%CE%B1/)

[%CF%84%CF%81%CE%B9%CF%83%CE%B4%CE%B9%CE%AC%CF%83%CF%84%CE](http://neocommerce.gr/2012/06/24/3d-%CE%B5%CE%BA%CF%84%CF%85%CF%80%CF%89%CF%84%CE%AD%CF%82-%CE%B7-%CF%84%CF%81%CE%B9%CF%83%CE%B4%CE%B9%CE%AC%CF%83%CF%84%CE%B1%CF%84%CE%B7-%CE%B5%CF%80%CE%B1%CE%BD%CE%AC%CF%83%CF%84%CE%B1/)

[%B1%CF%84%CE%B7-](http://neocommerce.gr/2012/06/24/3d-%CE%B5%CE%BA%CF%84%CF%85%CF%80%CF%89%CF%84%CE%AD%CF%82-%CE%B7-%CF%84%CF%81%CE%B9%CF%83%CE%B4%CE%B9%CE%AC%CF%83%CF%84%CE%B1%CF%84%CE%B7-%CE%B5%CF%80%CE%B1%CE%BD%CE%AC%CF%83%CF%84%CE%B1/)

[%CE%B5%CF%80%CE%B1%CE%BD%CE%AC%CF%83%CF%84%CE%B1/](http://neocommerce.gr/2012/06/24/3d-%CE%B5%CE%BA%CF%84%CF%85%CF%80%CF%89%CF%84%CE%AD%CF%82-%CE%B7-%CF%84%CF%81%CE%B9%CF%83%CE%B4%CE%B9%CE%AC%CF%83%CF%84%CE%B1%CF%84%CE%B7-%CE%B5%CF%80%CE%B1%CE%BD%CE%AC%CF%83%CF%84%CE%B1/)

(Προσπελάστηκε 28/4/2015)

Κιτσάτη, X. (2011) Το 3D... παπούτσι Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση :

<http://www.digitallife.gr/to-3d-papoutsi> (Προσπελάστηκε 3/4/2015)

Κουνάδη, Η (2015) 3D printing: Η τεχνολογία που... ξαναχτίζει τον κόσμο Διαθέσιμο

διαδικτυακά στη διεύθυνση : <http://m.in2life.gr/Article.aspx?mid=274152> (Προσπελάστηκε

3/4/2015)

Λαμπής, Μ. (2012) Είσαι έτοιμος για 3D printing Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση :

[http://www.oneman.gr/keimena/style/tech_it_or_live_it/eisai-etoimos-gia-3d-](http://www.oneman.gr/keimena/style/tech_it_or_live_it/eisai-etoimos-gia-3d-printing.2082261.html)

[printing.2082261.html](http://www.oneman.gr/keimena/style/tech_it_or_live_it/eisai-etoimos-gia-3d-printing.2082261.html) (Προσπελάστηκε 3/4/2015)

Μια νέα βιομηχανική επανάσταση υπόσχεται η τρισδιάστατη εκτύπωση

(2013) Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση :

[http://www.skai.gr/news/technology/article/230801/mia-nea-viomihaniki-epanastasi-uposhetai-i-](http://www.skai.gr/news/technology/article/230801/mia-nea-viomihaniki-epanastasi-uposhetai-i-trisdiastati-ektuposi/)

[trisdiastati-ektuposi/](http://www.skai.gr/news/technology/article/230801/mia-nea-viomihaniki-epanastasi-uposhetai-i-trisdiastati-ektuposi/) (Προσπελάστηκε 3/4/2015)

Μούλου, Ν. (2013) Τρισδιάστατη εκτύπωση: Η νέα «βιομηχανική επανάσταση» είναι εδώ

Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση : [http://newpost.gr/post/219049/trisdiastati-ektuposi-i-](http://newpost.gr/post/219049/trisdiastati-ektuposi-i-nea-viomixaniki-epanastasi-einai-edo-vinteo-kai-foto)

[nea-viomixaniki-epanastasi-einai-edo-vinteo-kai-foto](http://newpost.gr/post/219049/trisdiastati-ektuposi-i-nea-viomixaniki-epanastasi-einai-edo-vinteo-kai-foto) (Προσπελάστηκε 28/4/2015)

Πουλιάδης, Κ. (2004) *3D Printing Η τεχνολογία του αύριο σήμερα Επιχειρηματικότητα Τεχνολογία Ανάπτυξη Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση :*
<http://www.startup.gr/index.php?about=89&id=523> (Προσπελάστηκε 3/4/2015)

Σμυρναίος, Ε. (2014) *Τρισδιάστατοι εκτυπωτές – Μία απροσδόκητη επανάσταση, Αποκάλυψη Του Ένατου Κύματος Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση :*
http://revealedtheninthwave.blogspot.gr/2014/01/blog-post_7002.html (Προσπελάστηκε 28/4/2015)

Σταλίδης, Σ. (2002) *Outsourcing Logistics Κριτήρια Επιλογής – Μεθοδολογία αξιολόγησης 3PL, 4PL συνεργιών Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση :* <http://www.plant-management.gr/index.php?id=1236>
(Προσπελάστηκε 26/4/2015)

Το μέλλον είναι εδώ...Adidas και Nike αλλάζουν το ποδοσφαιρικά παπούτσια μια για πάντα
(2014) Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση : <http://www.inewsg.com/135/to-mellon-einai-eadidas-kai-nike-allazoun-to-podosfairika-papoutsia-mia-gia-pantaeikones.htm>
(Προσπελάστηκε 3/4/2015)

Τρισδιάστατη εκτύπωση (2013) Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση :
<http://www.ektiposi.gr/%CF%84%CF%81%CE%B9%CF%83%CE%B4%CE%B9%CE%AC%CF%83%CF%84%CE%B1%CF%84%CE%B7-%CE%B5%CE%BA%CF%84%CF%8D%CF%80%CF%89%CF%83%CE%B7/>

(Προσπελάστηκε 3/4/2015)

Τρισδιάστατοι εκτυπωτές φέρνουν επανάσταση στη βιομηχανική παραγωγή (2010) Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση : <http://news.in.gr/science-technology/article/?aid=1231059703>
(Προσπελάστηκε 3/4/2015)

“3D Printing” : Ένα όνειρο γίνεται απτή πραγματικότητα! (2014) Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση : <http://uranus.media.uoa.gr/ntlab/wp2014/wpuser45/?p=29> (Προσπελάστηκε 3/4/2015)

Ξενόγλωσση (Βιβλίο)

Aaker, D.A. and Joachimsthaler, E. (2000), *Brand leadership: Building assets in the information society*, New York : Free Press

Anderson, C. (2012) *Makers : The new Industrial Revolution*, New York : Crown Business

Computer Sciences Corporation (2012) *3D Printing and the future of manufacturing*, Leading Edge Forum Technology Program, CSC

Feenberg, A. (1999) *Questioning technology*, New York: Routledge

Feenberg, A. (2002) *Transforming technology: A critical theory revisited*, New York: Oxford University Press

Haig, M. and Gale, T. (2004) *Brand royalty: how the world's top 100 brands thrive and survive*, Kogan Page Ltd

Heynick, M. and Stoltz, I. (2010) *3D CAD, CAM and Rapid Prototyping* LAPA Digital Technology Seminar

Laudon & Laudon (2009) (8th Ed.) *Πληροφοριακά Συστήματα Διοίκησης*, Κλειδάριθμος

PwC (2014) *3D printing and the new shape of industrial manufacturing*, PwC

Wohlers, Terry (2010) *Additive Manufacturing 101: Part I. Time Compression*, Gardner Publication, Inc.

Ξενόγλωσση (Άρθρο)

Banker, S. (2014) 3D Printing's Ability to transform supply chains is years away, *Forbes* 26/2/2014

Bell, A. (2013) *What Could 3D Printing mean for the Supply Chain ?* 21 Century Supply Chain Kinaxis

Bregar, B. (2014) *3-D Printer firms beef up, build supply chain*, Plastic News

Clark, N. (2014) Will 3D Printing transform the supply chain, *Business Reporter The Daily Telegraph* 17/4/2014

Computer Sciences Corporation (2015) *How 3D Printing will turn manufacturing on its head*, Leading Edge Forum

Daalhuisen, G. (2015) *3D Printing set to streamline the retail supply chain through reduced lead times and inventory*, Kewill Keeping your Supply Chain in Motion

Daalhuisen, G. (2013) *3D Printing : Supply Chain Game Changer or New Risk for LSPs?* Kewill Keeping your Supply Chain in Motion

D' Aveni, R. (2013) 3D Printing will change the world, *Harvard Business Review* 3/2013

De Jong, J.P.J., and De Bruijn, E. (2012) *Innovation Lessons from 3D-Printing*, Research Feature MIT Sloan Management Review

Forrest, E. and Cao, Y. (2013) Digital Additive Manufacturing : A paradigm shift in the production process and its socio – economic impacts, Canadian Center of Science and Education *Engineering Management Research* 2 (2), pages 66-70

Gibson, I., Rosen, D. W., and Stucker, B. (2010) *Additive Manufacturing Technologies : Rapid Prototyping to Direct Manufacturing*, Springer Science and Business Media LLC

Hahn, K. (2011) *3D Printer : 21.Century Industrial Revolution*, Greenkern, pages 1-4

Harvey, S. (2013) *SAP's vision for manufacturing is in 3D*, SAP Community Network

Heath, T. (2013) *Supply chains and logistics make room for 3D Printing*, Georgia Tech Atlanta

Hessman, T. (2013) *The impact of 3D Printing on supply chains*, Industry Week

IBM (2015) *The new software – defined supply chain*, IBM

Janssen, R., Blankers, I., Moolenburgh, E. and Posthumus, B. (2014) *TNO : The impact of 3-D Printing on supply chain management*, TNO Innovation for life

King, R. (2008) *Printing in 3D Gets Practical*, Bloomberg Businessweek Bloomberg L.P.

Kostakis, V. (2013) At the Turning Point of the Current Techno-Economic Paradigm: Commons-Based Peer Production, Desktop Manufacturing and the Role of Civil Society in the Perezian

Framework, *Communication, Capitalism and Critique Journal for a Global Sustainable Information Society*

Kostakis, V., Fountouklis, M. & Drechsler W. (2013) Peer production and desktop manufacturing, *SAGE Journal* 38 (6), pages 773-800

Lipson, H. (2011) *3D Printing : The technology that changes everything*, New Scientist

Manners – Bell, J. and Lyon, K. (2012) *The Implications of 3D Printing for the Global Logistic Industry*, Transport Intelligence Ltd

McKendrick, J. (2012) *3D Printing may put global supply chains out of business : report*, Transport Intelligence Ltd

Patterson, M. (2013) *3D Printing and the Supply Chains of the future* Eye For Transport (EFT), 8th North American Hi-tech and Electronics Supply Chain Summit

Richmond, S. (2011) 3D Printing - the technology that could re-shape the world, *The Telegraph*

Robinson, A. (2014) *How Together 3D Printing, Big Data, and Reshoring are changing the Logistics Landscape*, Cerasis

Rozières, G. (2013) Imprimante 3D : pourquoi et comment cette technologie peut changer nos vies, *HuffingtonPost* 28/7/2013

Six, N. (2014) La première imprimante 3D pour la maison, *LeMonde* 11/7/2014

Stachpole, B. (2011) *SAP Pumps up 3D Product Visualization*, Design News

Stummer, R. (2012) *How information systems will meet the 3D Printing challenge*,
Manufacturers' Monthly

The Economist (2011) 3D printing: The printed world, *The Economist Newspaper Limited*

Vance, A. (2010) *3-D Printing Spurs a Manufacturing Revolution*, The New York Times
Company

Walters, D. and Lancaster, G. (2000) Implementing Value Strategy through the Value Chain,
Management Decision 38 (3), pages 160-178

World Economic Forum (2013) *Outlook on the Logistics and Supply Chain Industry 2013*,
Global Agenda Council on Logistics and Supply Chain Systems 2012-2014

Ξενόγλωσση (Ηλεκτρονικές Πηγές)

Arnoux, P. (2014) *L' impression 3D, levier de la III ème révolution industrielle?* Διαθέσιμο
διαδικτυακά στη διεύθυνση : <http://www.lenouveleconomiste.fr/limpression-3d-levier-iii-eme-revolution-industrielle-25237/> (Προσπελάστηκε 26/4/2015)

Barnatt, C. (2015) *3D Printing: The next Industrial Revolution* Διαθέσιμο διαδικτυακά στη
διεύθυνση : http://explainingthefuture.com/3dp_book.html (Προσπελάστηκε 22/4/2015)

Barnatt, C. (2013) *3D Printing: The business opportunities* Διαθέσιμο διαδικτυακά στη
διεύθυνση : <http://www.3dprinter.net/3d-printing-the-business-opportunities> (Προσπελάστηκε
22/4/2015)

Barnette, R. (2014) *3D Printing Central to Nike's Continued Growth According to CEO Parker* Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση :

http://www.supplychain247.com/article/3d_printing_central_to_nikes_continued_growth_according_to_ceo_parker (Προσπελάστηκε 3/4/2015)

Behind the scenes: Nike's 3D Printing development process for LeBron X Basketball shoe (2014)

Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση : <http://www.mdesignegy.com/blog/general-design/50-behind-the-scenes-nike-s-3d-printing-development-process-for-lebron-x-basketball-shoe>

(Προσπελάστηκε 3/4/2015)

Bespoke Prosthetics (2011) *About Bespoke* Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση : <http://www.bespokeinnovations.com/prosthetics/about/about.html> (Προσπελάστηκε 3/4/2015)

Burrus, D. (2013) *3D Printed Shoes : A step in the right direction* Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση : <http://www.wired.com/2014/09/3d-printed-shoes/> (Προσπελάστηκε 3/4/2015)

Cheminat, J. (2013) *L' impression en 3D, un risque pour la santé* Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση : <http://www.lemondeinformatique.fr/actualites/lire-l-impression-en-3d-un-risque-pour-la-sante-54544.html> (Προσπελάστηκε 26/4/2015)

Churchill, M. (2014) *Nike and Neymar Jr. Introduce Hypervenom "Gold" Boot* Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση : <http://www.highsnobiety.com/2014/06/24/nike-nyemar-hypervenom-gold/> (Προσπελάστηκε 3/4/2015)

Condron, S. (2014) *3D Printing Your Shoes: Fantasy vs. Reality* Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση : <http://www.pcmag.com/article2/0,2817,2430270,00.asp> (Προσπελάστηκε 3/4/2015)

Crawford, S. (2015) *How 3-D Printing works* Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση : <http://computer.howstuffworks.com/3-d-printing1.htm> (Προσπελάστηκε 13/4/2015)

Danielle, M. (2013) *Why 3D Printing could be a manufacturing and logistics game changer* <http://www.manufacturing.net/blogs/2013/10/why-3d-printing-could-be-a-manufacturing-and-logistics-game-changer>

Dehue, R. (2013) *How Nike Used 3D Printing for Prototyping Their LeBron X Shoe* Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση : <http://3dprinting.com/products/how-nike-used-3d-printing-for-prototyping-their-lebron-x-shoe/> (Προσπελάστηκε 3/4/2015)

Dehue, R. (2013) *Infographic: Impact of 3D Printing on Supply Chains* Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση : <http://3dprinting.com/news/infographic-impact-of-3d-printing-on-supply-chains/> (Προσπελάστηκε 3/4/2015)

Drake, D. (2015) *4D Printing : How to disrupt the disruptive 3D printing technology* Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση : <https://www.hedgeco.net/blogs/2015/01/06/4d-printing-how-to-disrupt-the-disruptive-3d-printing-technology-by-david-drake/> (Προσπελάστηκε 26/4/2015)

Early version of Nike LeBron X: Z-Corp 3D printed prototype (2013) Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση : <http://www.createnpaste.gr/early-version-of-nike-lebron-x-z-corp-3d-printed-prototype/> (Προσπελάστηκε 3/4/2015)

Early version of Nike LeBron X: Z-Corp 3D printed prototype (2013) Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση : <http://www.3ders.org/articles/20130301-early-version-of-nike-lebron-x-z-corp-3d-printed-prototype.html> (Προσπελάστηκε 3/4/2015)

Feltnberg, A. (2014) *How 3D Printing Supercharged Nike's New Super Bowl Cleat* Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση : <http://gizmodo.com/how-3d-printing-supercharged-nikes-new-super-bowl-clea-1498747670> (Προσπελάστηκε 3/4/2015)

Flaherty, J. (2008) *10 Things 3D Printers Can Do Now!* Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση : <http://replicatorinc.com/blog/2008/11/10-things-3d-printers-can-do-now/> (Προσπελάστηκε

3/4/2015)

Fleming, M. (2012) *3D Printing will be massively disruptive to the global logistics industry*

Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση : <http://www.3dprinter.net/3d-printing-disruptive-to-logistics-industry> (Προσπελάστηκε 3/4/2015)

Genco (2015) *Supply Chain experiments with 3D printing* Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση: <http://www.genco.com/Logistics-Articles/article.php?aid=800912980>

(Προσπελάστηκε 3/4/2015)

Ghosh, D. (2014) *Nike introduced 3D Printed footwear for NFL* Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση : <http://www.sketchup-ur-space.com/2014/aug/nike-introduced-3D-printed-footwear-for-NFL.html>

(Προσπελάστηκε 3/4/2015)

Gilpin, L. (2014) *3D printing: 10 companies using it in ground-breaking ways* Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση : <http://www.techrepublic.com/article/3d-printing-10-companies-using-it-in-ground-breaking-ways/>

(Προσπελάστηκε 3/4/2015)

Grimm, T. (2003) *Fused Deposition Modelling: A Technology Evaluation*. T.A. Grimm & Associates Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση :

http://www.stratasys.com/~media/Main/Files/White%20Papers/Stratasys_WP-FUSED-DEPOSITION-MODELLING-Grimm.ashx (Προσπελάστηκε 13/4/2015)

Halterman, T. (2014) *A Shoe-in For the Super Bowl – Nike 3D Prints High Tech Football Cleats*

Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση : <http://www.3dprinterworld.com/article/shoe-for-super-bowl-nike-3d-prints-high-tech-football-cleats> (Προσπελάστηκε 3/4/2015)

Hall, K. (2015) *How 3D Printing impacts manufacturing* www.computerweekly.com

I2 Says: "You Too, Nike" (2001) Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση : <http://www.informationweek.com/i2-says--you-too-nike-/d/d-id/1010113?> (Προσπελάστηκε 3/4/2015)

Innovation industrielle : L' imprimante 3D (2015) Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση : <http://www.entreprises.gouv.fr/semaine-industrie/innovation-industrielle-l-imprimante-3d> (Προσπελάστηκε 26/4/2015)

Intrieri, C. (2014) *The impact of 3D Printing in the supply chain and logistics arenas* Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση : <http://cerasis.com/2014/02/10/3d-printing-supply-chain/> (Προσπελάστηκε 22/4/2015)

Jackson, S. (2013) *Nike Lebron X Prototyped with Z-Corp 3D Printer* Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση : <http://www.3dprinterclassifieds.com/blog/2013/03/nike-lebron-x-prototyped-with-z-corp-3d-printer/> (Προσπελάστηκε 3/4/2015)

Kalish, J. (2010) *A Space For DIY People To Do Their Business* Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση : <http://www.npr.org/templates/story/story.php?storyId=131644649> (Προσπελάστηκε 22/4/2015)

Kamenetzky, A. (2013) *Need a size 9? Nike and adidas can 3D print that for you (if you're an NFL player)* Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση : <http://www.digitaltrends.com/sports/need-a-size-9-nike-and-adidas-can-3d-print-that-for-you-if-youre-an-nfl-player/> (Προσπελάστηκε 3/4/2015)

Kaufman, A. C. (2013) *3D Printing Gets Foot In The Door At Footwear Companies Like Nike (NKE) And New Balance* Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση : <http://www.ibtimes.com/3d-printing-gets-foot-door-footwear-companies-nike-nke-new-balance-1311723> (Προσπελάστηκε 3/4/2015)

Kim, J. (2014) *How 3D Printing Can Change The Future Of Nike Footwear* Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση : <http://sneakernews.com/2014/01/09/3d-printing-can-change-future-nike-footwear/> (Προσπελάστηκε 3/4/2015)

Klein, J. (2013) *It's the end of Walmart – and mass – market retail – as you know it* Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση : <http://qz.com/144257/its-the-end-of-walmart-and-mass-market-retail-as-you-know-it/> (Προσπελάστηκε 22/4/2015)

Krassenstein, B. (2014) *Nike, Two Major 3D Printing Footwear Patent Applications Filed* Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση : <http://3dprint.com/1331/nike-awarded-two-major-3d-printing-footwear-patents/> (Προσπελάστηκε 3/4/2015)

LaSalle, J. L. (2013) *The impact of 3-D Printing on Supply Chains* Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση : <http://www.industryweek.com/emerging-technologies/impact-3-d-printing-supply-chains-infographic> (Προσπελάστηκε 22/4/2015)

LeClair, D. (2013) *Nike shows off first-ever 3D-printed athletic cleat* Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση : <http://www.gizmag.com/nike-3d-printed-cleat/26403/> (Προσπελάστηκε 3/4/2015)

Locker, A. (2014) *World's first 3D-printed Football Bag* Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση : <http://all3dp.com/worlds-first-3d-printed-football-bag/> (Προσπελάστηκε 3/4/2015)

Luimstra, J. (2014) *Nike Uses 3D Printers to Create New Flexible Running Shoes* Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση : <http://3dprinting.com/news/nike-uses-3d-printers-create-new-flexible-running-shoes/> (Προσπελάστηκε 3/4/2015)

MakerBot (2015) *MakerBot* Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση : <http://www.store.makerbot.com/europe> (Προσπελάστηκε 22/4/2015)

Markillie, P. (2012) *Η μεταποιητική βιομηχανία και η Δύση* Innovation Editor The Economist <https://feltor.wordpress.com/2012/10/18/313818/>

Massachusetts Institute of Technology (MIT) (2011) *Licensees of 3D Printing Technology* Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση : <http://web.mit.edu/tdp/www/licensees.html>

(Προσπελάστηκε 3/4/2015)

Maxey, K. (2013) *Lebron's Nike's Prototyped Using 3D Printer* Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση: <http://www.engineering.com/3DPrinting/3DPrintingArticles/ArticleID/5397/Lebrons-Nikes-Prototyped-Using-3D-Printer.aspx> (Προσπελάστηκε 3/4/2015)

Mims, C. (2013) 3D printing will explode in 2014, thanks to the expiration of key patents <http://qz.com/106483/3d-printing-will-explode-in-2014-thanks-to-the-expiration-of-key-patents/>

Mitchell, D. (2014) *Nike Experiments in 3-D Printing With This Exclusive Bag for Ronaldo, Neymar, and Rooney* Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση : <http://www.complex.com/sneakers/2014/04/nike-experiments-in-3-d-printing-with-this-exclusive-bag-for-ronaldo-neymar-and-rooney> (Προσπελάστηκε 3/4/2015)

Molitch – Hou, M. (2015) *The Future of Footwear: 3D Printed Shoes that React to Your Movements* Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση : <http://3dprintingindustry.com/2015/02/16/future-footwear-3d-printed-shoes-react-movements/> (Προσπελάστηκε 3/4/2015)

NIKE lebron 12 basketball shoe engineered for explosiveness (2014) Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση : <http://www.designboom.com/design/nike-lebron-12-basketball-shoe-engineered-for-explosiveness-09-17-2014/> (Προσπελάστηκε 3/4/2015)

Nike launches 3D-printed sports bag for Brazil 2014 World Cup (2014) Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση : <http://www.dezeen.com/2014/06/08/nike-3d-printed-sports-bag-fifa-world-cup-2014/>

(Προσπελάστηκε 3/4/2015)

Nike designs exclusive 3D printed football bag for Ronaldo, Neymar and Rooney (2014)

Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση : <http://3dprintingfromscratch.com/2014/06/nike-designs-exclusive-3d-printed-football-bag-for-ronaldo-neymar-and-rooney/> (Προσπελάστηκε 3/4/2015)

Nike revamps the basketball shoe for LeBron James (2014) Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση : <http://www.dezeen.com/2014/09/17/nike-lebron-12-basketball-shoe-lebron-james/> (Προσπελάστηκε 3/4/2015)

Nike's 3D Printed Sports Bag (2014) Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση : <http://www.shortlist.com/style/accessories/nikes-3d-printed-sports-bag> (Προσπελάστηκε 3/4/2015)

Nike Zoom Kobe VI ?3D? (2011) Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση : <http://www.nicekicks.com/2011/01/17/nike-zoom-kobe-vi-3d/> (Προσπελάστηκε 3/4/2015)

Nike designs exclusive 3D printed 2014 summer football bag for Ronaldo, Neymar, and Rooney (2014) Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση : <http://www.3ders.org/articles/20140602-nike-designs-exclusive-3d-printed-2014-summer-football-bag-for-ronaldo-neymar-and-rooney.html> (Προσπελάστηκε 3/4/2015)

Nike Use 3D Printing to Manufacture the Vapor Laser Talon Football Shoe (2013) Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση : <http://www.shapeways.com/blog/archives/1938-Nike-Use-3D-Printing-to-Manufacture-the-Vapor-Laser-Talon-Football-Shoe.html> (Προσπελάστηκε 3/4/2015)

Nike debuts first-ever football cleat built using 3D printing technology (2013) Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση : <http://news.nike.com/news/nike-debuts-first-ever-football-cleat-built-using-3d-printing-technology> (Προσπελάστηκε 3/4/2015)

Nike combines Flyknit and 3D printing to design American football boots (2014) Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση :

<http://www.dezeen.com/2014/07/09/nike-vapor-ultimate-studded-cleats-american-football-flyknit/> (Προσπελάστηκε 3/4/2015)

Nike combines 3D knitting with 3D printing in new sports footwear range (2014) Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση : <http://www.knittingindustry.com/nike-combines-3d-knitting-with-3d-printing-in-new-sports-footwear-range/> (Προσπελάστηκε 3/4/2015)

Nike Vapor Ultimate Cleat Features 3D Printed Cleat Plate (2014) Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση : <http://www.engineering.com/3DPrinting/3DPrintingArticles/ArticleID/8042/Nike-Vapor-Ultimate-Cleat-Features-3D-Printed-Cleat-Plate.aspx> (Προσπελάστηκε 3/4/2015)

Nike Football Accelerates Innovation with 3D printed “Concept Cleat” for Shuttle (2014) Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση : <http://news.nike.com/news/nike-football-accelerates-innovation-with-3d-printed-concept-cleat-for-shuttle> (Προσπελάστηκε 3/4/2015)

Nike Magista: Αλλάζει τα Δεδομένα στα Αθλητικά Παπούτσια Ποδοσφαίρου! (2014) Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση : http://www.sportgallery.gr/blog/nike_magista_obra_sg_pro_h_nike_allazei_gia_alli_mia_fora_tal_dedomena_sta_athlitika_papoutsia_podosfairou.html (Προσπελάστηκε 3/4/2015)

Pannett, L. (2014) *3D: The future of printing* Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση : <http://www.supplymanagement.com/analysis/features/2014/3d-the-future-of-printing> (Προσπελάστηκε 3/4/2015)

Park, R. (2013) *Nike Has Just Done It – First 3D Printed Football Cleat* Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση : <http://3dprintingindustry.com/2013/02/25/nike-has-just-done-it-first-3d-printed-football-cleat/> (Προσπελάστηκε 3/4/2015)

Rao, Sriyani (2013) *The impact of 3D printing on supply chain planning* Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση : <http://www.quintiq.com/blog/impact-3d-printing-supply-chain-planning/>
(Προσπελάστηκε 3/4/2015)

Raviv, D. (2014) *Explainer : What is 4D printing ?* Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση : <http://www.iflscience.com/technology/explainer-what-4d-printing> (Προσπελάστηκε 26/4/2015)

RepRap (2015) *RepRap* Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση : <http://www.reprap.org/>
(Προσπελάστηκε 22/4/2015)

Rieland, R. (2014) *Forget the 3D Printer : 4D Printing could change everything* Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση : <http://www.smithsonianmag.com/innovation/Objects-That-Change-Shape-On-Their-Own-180951449/?no-ist> (Προσπελάστηκε 26/4/2015)

Schneiderman, R. (2012) *Technology takes London's Olympics to the cutting edge of performance* Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση : <http://electronicdesign.com/boards/technology-takes-london-s-olympics-cutting-edge-performance> (Προσπελάστηκε 28/4/2015)

Scholte, S. (2014) *Video: 3D Printing opportunity or threat for 3PLs* Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση : <http://www.eft.com/3pllogistics/video-3d-printing-opportunity-or-threat-3pls>
(Προσπελάστηκε 22/4/2015)

Supply Chain Digital (2012) *3D Printing : The end of the globalised supply chain ?* Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση : <http://www.supplychaindigital.com/logistics/3015/3D-Printing:-The-end-of-the-globalised-supply-chain> (Προσπελάστηκε 3/4/2015)

Supply Chain News: 3D Printing Revolution in Manufacturing Continues On, as Nike Releases New Shoe Made from the Technique (2013) Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση : <http://www.scdigest.com/ontarget/13-02-27-2.php?cid=6773> (Προσπελάστηκε 3/4/2015)

Tamarjan, D. (2012) *12 Applications of 3D Printing* Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση : <http://augmentedtomorrow.com/12-applications-of-3d-printing-part-1/> (Προσπελάστηκε 22/4/2015)

The implications of 3D printing on global logistics industry (2012) Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση : <http://www.3ders.org/articles/20120830-the-implications-of-3d-printing-on-global-logistics-industry.html> (Προσπελάστηκε 22/4/2015)

The Implications of 3D Printing for the Global Logistics Industry Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση : http://www.supplychain247.com/article/the_implications_of_3d_printing_for_the_global_logistics_industry (Προσπελάστηκε 22/4/2015)

The Sports Fan Journal (2014) *Hexagons And Hairlines: 5 Thoughts On The Nike LeBron 12 Unveiling* Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση : <http://www.thesportsfanjournal.com/columns/ed-the-sports-fan/5-thoughts-nike-unveils-new-lebron-12/> (Προσπελάστηκε 3/4/2015)

Tufnell, N. (2014) *Neurosurgeons successfully implant 3D printed skull* Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση : <http://www.wired.co.uk/news/archive/2014-03/26/3d-printed-skull> (Προσπελάστηκε 28/4/2015)

University of San Francisco (2014) *Supply Chain Management Strategy Saves Millions University Alliance* Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση :

<http://www.usanfranonline.com/resources/supply-chain-management/supply-chain-management-strategy-saves-millions/#.VR0m9RuJiP9> (Προσπελάστηκε 3/4/2015)

Villagomez, A. (2015) *3D Printing And Shoes 3D Printing Is Revolutionizing How We Think About Footwear* Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση : <http://www.askmen.com/news/fashion/3d-printing-and-shoes.html> (Προσπελάστηκε 3/4/2015)

Who 3D Prints What in 2033?: Adidas, Nike, et al. Print Millions of Custom Sneakers (Profitably) (2013) Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση : <http://www.wikistrat.com/insights-from-the-wiki-who-3d-prints-what-in-2033-adidas-nike-et-al-print-millions-of-custom-sneakers-profitably/> (Προσπελάστηκε 3/4/2015)

3D Printer reproduces itself : pictures at ten (2010) Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση : <http://www.fabbaloo.com/blog/2010/9/11/3d-printer-reproduces-itself-pictures-at-ten.html> (Προσπελάστηκε 22/4/2015)

3D Printers used to make aeroplanes (2014) Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση : <http://www.euronews.com/2014/06/18/3d-printers-used-to-make-aeroplanes/> (Προσπελάστηκε 22/4/2015)

3D Printing In the Sports World: How Athletes Stand to Gain From The New Technology (2013) Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση : <http://www.sporttechie.com/2013/07/24/3d-printing-in-the-sports-world-how-athletes-stand-to-gain-from-the-new-technology/> (Προσπελάστηκε 3/4/2015)

3D Printing In the Sports World: How Athletes Stand to Gain From The New Technology (2013) Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση : <http://www.sporttechie.com/2013/07/24/3d-printing-in-the-sports-world-how-athletes-stand-to-gain-from-the-new-technology/> (Προσπελάστηκε 3/4/2015)

3D printing's impact on retail – today and in the future (2014) Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση : <https://www.marketingmag.com.au/hubs-c/3d-printings-impact-on-retail-today-and-in-the-future/> (Προσπελάστηκε 3/4/2015)

3D Printing News (2014) Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση <http://news.nike.com/3d-printing> (Προσπελάστηκε 3/4/2015)

3D Printing Net (2012) *3D Printing will be massively disruptive to the global logistics industry* Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση : <http://www.3dprinter.net/3d-printing-disruptive-to-logistics-industry> (Προσπελάστηκε 22/4/2015)

3D Printing Process (2015) Διαθέσιμο διαδικτυακά στη διεύθυνση : <http://www.createitreal.com/index.php/technology/process> (Προσπελάστηκε 22/4/2015)