

ΚΕΔΙΣΑ  **ΚΕΔΙΣΑ**

ΚΕΝΤΡΟ ΔΙΕΘΝΩΝ ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΩΝ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ
CENTER FOR INTERNATIONAL STRATEGIC ANALYSES

Τρισδιάστατη Εκτύπωση (3D Printing) Πιθανές Συνέπειες σε Θέματα Ασφαλείας

Νικόλαος Φ. Γεωργιτσόπουλος

Ερευνητική Εργασία Νο. 11

2018

Τρισδιάστατη Εκτύπωση (3D Printing):
Πιθανές Συνέπειες σε Θέματα Ασφάλειας



Γεωργιτσόπουλος Φ. Νικόλαος

ΚΕΝΤΡΟ ΔΙΕΘΝΩΝ ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΩΝ

ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ-ΚΕΔΙΣΑ

Τρισδιάστατη Εκτύπωση (3D Printing): Πιθανές Συνέπειες σε Θέματα Ασφάλειας

Νικόλαος Φ. Γεωργιτσόπουλος*
Εξωτερικός Συνεργάτης ΚΕΔΙΣΑ

Ερευνητική Εργασία Νο. 11

Διοικητικό Συμβούλιο

Ανδρέας Μπανούτσος, Ιδρυτής και Πρόεδρος

Σπύρος Πλακούδας, Αντιπρόεδρος

Όμηρος Τσάπαλος, Γενικός Γραμματέας

Γιώργος Πρωτόπαπας, Εκτελεστικός Διευθυντής

Αργέττα Μαλιχουτσάκη, Οικονομική Διαχειρίστρια

Δημήτρης Κιούσης, Μέλος Δ.Σ

Κωνσταντίνος Μαργαρίτου, Μέλος Δ.Σ

1 Περιεχόμενα

1	Περιεχόμενα	0
2	Πίνακας Εικόνων	1
3	Περίληψη.....	2
4	Εισαγωγή.....	3
5	Πρόλογος.....	4
6	Τι είναι η Τρισδιάστατη Εκτύπωση (3D Printing)	4
6.1	Σύντομη Ιστορική Αναδρομή της Τρισδιάστατης Εκτύπωσης (3D Printing)	5
6.2	Γιατί να ενδιαφερθούμε για την Τρισδιάστατη Εκτύπωση (3D Printing);	6
6.3	Εφαρμογές της Τρισδιάστατης Εκτύπωσης (3D Printing).....	7
6.3.1	Ιατρικό τομέας.....	7
6.3.2	Τομέας τροφίμων	8
6.3.3	Οικιακός τρισδιάστατος εκτυπωτής (3D printer).....	9
7	Ποιες είναι οι πιθανές συνέπειες για την ασφάλεια που μπορούν να προέλθουν από την τρισδιάστατη εκτύπωση;	10
7.1	Επιπτώσεις στην Ασφάλεια από την Τρισδιάστατη Εκτύπωση.....	12
7.1.1	Τρισδιάστατη εκτύπωση πυροβόλων όπλων.....	12
7.1.2	Δυνατότητα μη ανίχνευσης.....	12
7.1.3	Τρισδιάστατη εκτύπωση μη επανδρωμένων αεροσκαφών	13
7.1.4	Εκμετάλλευση από κρατικούς ή μη κρατικούς δρώντες.....	14
7.1.5	Πρόσβαση σε οικιακούς τρισδιάστατους εκτυπωτές και σε αντίστοιχες υπηρεσίες.....	14
7.2	Περιπτώσεις τρισδιάστατα εκτυπωμένου όπλου	15
7.2.1	Αλλά λειτουργεί πραγματικά ο «απελευθερωτής» (Liberator);.....	16
7.2.2	Η περίπτωση του «Songbird .22 LR»	20
7.2.3	Η περίπτωση του «M1911».....	21
7.2.4	Η περίπτωση του ημιαυτόματου όπλου «Shuty».....	21
7.3	Πως θα μπορούσε να «εκτυπωθεί» ένα όπλο;.....	23
8	Νομοθεσία και Τρισδιάστατη Εκτύπωση Όπλων	25
8.1	Εθνικές Νομοθεσίες	25
8.2	Ευρωπαϊκή Νομοθεσία.....	27
8.3	Διεθνής Νομοθεσία	28
8.3.1	Συνθήκη Εμπορίας Όπλων του Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών	28
8.3.2	Η Συμφωνία του Wassenaar.....	28
9	Εγκληματικότητα και Ιδιοκτησία όπλων	29
10	Ανησυχίες για τις Αρχές Επιβολής του Νόμου.....	31
11	Εθνική ασφάλεια και άλλες επιπτώσεις	33
12	Άλλα Ζητήματα.....	35
12.1	Πρόσβαση στο ευαίσθητο λογισμικό σχεδίασης	35
12.2	Απώλεια ευαίσθητων δικαιωμάτων πνευματικής ιδιοκτησίας.....	35
12.3	Εξαπάτηση συσκευών αναγνώρισης δακτυλικών αποτυπωμάτων	36
12.4	Τρισδιάστατη εκτύπωση παράνομων ναρκωτικών ουσιών	37
13	Επίλογος.....	38
14	Βιβλιογραφία.....	40

2 Πίνακας Εικόνων

Εικόνα 1: Παράδειγμα τρισδιάστατα εκτυπωμένης καρδιάς από σιλικόνη, Πηγή: (Lewis, 2017)	8
Εικόνα 2: Παράδειγμα «τρειςδιάστατου εκτυπωμένου» εξωσκελετού για ιατρικούς σκοπούς, (Πηγή: Russon, 2014)	8
Εικόνα 3: Παράδειγμα «τρειςδιάστατου εκτυπωμένου» φαγητού σε μορφή ζελατίνης (Πηγή: Molitch-Hou, 2014)	9
Εικόνα 4: Ο Cody Wilson, δημιουργός του πρώτου τρισδιάστατα εκτυπωμένου όπλου με την ονομασία “Liberator” το παρουσιάζει στο κοινό στις 3 Μαΐου 2013, Πηγή: (Greenberg, 2013a).....	15
Εικόνα 5: Το πρώτο τρισδιάστατα εκτυπωμένο όπλο με την ονομασία «Απελευθερωτής» (The Liberator) αποσυναρμολογημένο στα δεκαέξι μέρη του, Πηγή: (Greenberg, 2013b). ...	16
Εικόνα 6: Ο δημοσιογράφος της UK Daily Mail ποζάρει μέσα στο Eurostar με τον «απελευθερωτή» ανά χείρας, Πηγή: (Murphy & Myers, 2013).	18
Εικόνα 7: Οι δημοσιογράφοι της UK Daily Mail Simon Murphy και Russell Myers ποζάρουν έξω στο Eurostar κατά το ασυνήθιστο πείραμα ασφαλείας που πραγματοποιήσαν, Πηγή: (Murphy & Myers, 2013).	19
Εικόνα 8: Το τρισδιάστατα εκτυπωμένο πιστόλι «Songbird» με ενσωματωμένη δίοπτρα σκόπευσης, Πηγή: (PrintedFirearm, 2015)	20
Εικόνα 9: Τα τμήματα του τρισδιάστατα εκτυπωμένου όπλου «Songbird», Πηγή: (PrintedFirearm, 2015)	20
Εικόνα 10: Το πρώτο μεταλλικό τρισδιάστατα εκτυπωμένο όπλο της Solid Concepts, (Πηγή: Welch, 2013).	21
Εικόνα 11: Το μη συναρμολογημένο Shuty V2 MP-1, (Πηγή: Grunewald, 2016).	22
Εικόνα 12: Τα μέρη του πρώτου τρισδιάστατα εκτυπωμένου όπλου με την ονομασία «απελευθερωτής» (liberator), Πηγή: (Murphy & Myers, 2013).	23
Εικόνα 13: Το τρισδιάστατο εκτυπωμένο περίστροφο που κατασχέθηκε από τις αρχές ασφαλείας στο αεροδρόμιο του Reno στις ΗΠΑ, (Πηγή: (TSA, 2016).	31
Εικόνα 14: Οι εικόνες d και e αναπαριστούν το δακτυλικό αποτύπωμα που εκτυπώθηκε τρειςδιάστατα, Πηγή: (Engelsma et al., 2017).	36

3 Περίληψη

- Η τρισδιάστατη εκτύπωση (3d printing) είναι πιθανό να έχει γενικά, σημαντικές επιπτώσεις στις παραγωγικές διαδικασίες και στην κοινωνία κατά τις επόμενες δεκαετίες. Σύμφωνα με μια μελέτη (Manyika et al., 2013), η τρισδιάστατη εκτύπωση θα μπορούσε να έχει οικονομικό αντίκτυπο από 230 έως 550 δισεκατομμύρια δολάρια ετησίως έως το 2025.
- Τα πλεονεκτήματα που προσφέρει η τρισδιάστατη εκτύπωση περιλαμβάνουν ευκαιρίες για γρήγορη δημιουργία πρωτοτύπων προϊόντων, προσαρμογή των ήδη υπάρχοντων προϊόντων, αποτελεσματικότερη χρήση των υλικών κατασκευής και αλλαγές στην εφοδιαστική αλυσίδα των υλικών και των προϊόντων. Επιπλέον, η τρισδιάστατη εκτύπωση μπορεί να εφαρμοστεί σε διάφορους τομείς, όπως θα παρουσιαστεί παρακάτω, συμπεριλαμβανομένου της ασφάλειας και της άμυνας.
- Όσον αφορά τις ένοπλες δυνάμεις η τεχνολογία αυτή μπορεί να έχει συνέπειες σε θέματα διαχείρισης της στρατιωτικής εφοδιαστικής αλυσίδας, της ανάπτυξης και της βελτίωσης των οπλικών συστημάτων άλλα και τη δυνατότητα θεραπείας τραυματισμών στρατιωτών από τη μάχη.
- Η τρισδιάστατη εκτύπωση προκαλεί τουλάχιστον τέσσερις σοβαρές συνέπειες στην ασφάλεια. Αυτές είναι: 1) Οι τρισδιάστατοι εκτυπωτές μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εκτύπωση μη μεταλλικών όπλων που είναι δύσκολο να ανιχνευθούν. 2) Οι μη-κρατικές ομάδες με κακόβουλες προθέσεις μπορούν να βασίζονται σε τρισδιάστατους εκτυπωτές για την εκτύπωση όπλων ή μικρής κλίμακας μη επανδρωμένων αεροσκαφών (UAV ή drones). 3) Διάφορες χώρες ενδέχεται να στηριχτούν σε τρισδιάστατους εκτυπωτές ή σε συναφείς εμπορικές υπηρεσίες ώστε να είναι σε θέση να παρακάμψουν διεθνείς κυρώσεις που τους έχουν επιβληθεί. 4) Η δυνατότητες που προσφέρουν οι οικιακοί τρισδιάστατοι εκτυπωτές και οι αντίστοιχες υπηρεσίες τρισδιάστατης εκτύπωσης από διάφορες εταιρείες δίνουν τη δυνατότητα στο καθένα να μπορεί να δημιουργήσει ότι επιθυμεί ανάλογα με τις προθέσεις του, ηθικές ή μη.
- Το υπάρχον νομοθετικό πλαίσιο που υπάρχει σε επίπεδο εθνικής, ευρωπαϊκής και διεθνούς νομοθεσίας σε επίπεδο συνθηκών είναι αρκετά ικανοποιητικό και καλύπτει τα περισσότερα από τα ενδεχόμενα που προκύπτουν σε σχέση με την τρισδιάστατη εκτύπωση όπλων και τη μεταφορά τέτοιων σχεδίων με ηλεκτρονικό τρόπο.
- Η τεχνολογία της τρισδιάστατης εκτύπωσης παρουσιάζει νέες προκλήσεις για τις αρχές επιβολής του νόμου όπως αποκαλύπτεται μέσα από τα παραδείγματα τρισδιάστατης εκτύπωσης όπλων που παρουσιάζονται και των επιπτώσεων που μπορεί να έχουν στο έργο της αστυνομίας όπως για παράδειγμα της μη εύκολης ανίχνευσης τους, της ευκολίας καταστροφής τους, την δυσκολία της εξέταση των ευρημάτων από εγκληματολογικά εργαστήρια κλπ.
- Λαμβάνοντας υπόψη την ευρύτατη δυναμική της τρισδιάστατης εκτύπωσης και την ταχύτητα με την οποία εξελίσσεται, οι υπεύθυνοι για τη χάραξη πολιτικής σε ζητήματα ασφάλειας και άμυνας θα πρέπει να αρχίσουν να υπολογίζουν τις πιθανές συνέπειες της τρισδιάστατης εκτύπωσης στην ασφάλεια και την άμυνα.

4 Εισαγωγή

Η παρούσα εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια συνεργασίας με το Κέντρο Διεθνών και Στρατηγικών Αναλύσεων. Το αντικείμενο το οποίο πραγματεύεται είναι οι συνέπειες που μπορεί να έχει η τεχνολογία της τρισδιάστατης εκτύπωσης σε θέματα ασφάλειας και άμυνας. Περισσότερη έμφαση δίνεται στο ζήτημα της τρισδιάστατης εκτύπωσης πυροβόλων όπλων ωστόσο εξετάζονται και άλλες συνέπειες σε θέματα ασφάλειας που θα μπορούσε να επιφέρει η συγκεκριμένη τεχνολογία.

Αρχικά γίνεται αναφορά στο τι είναι η τεχνολογία της τρισδιάστατης εκτύπωσης και γιατί θα πρέπει να ενδιαφερθούμε για αυτήν. Ακολουθεί μία σύντομη ιστορική αναδρομή ενώ στη συνέχεια αναφέρονται ορισμένοι τομείς στους οποίους η τεχνολογία αυτή βρίσκει εφαρμογή.

Στη συνέχεια αναπτύσσεται το κυρίως μέρος της εργασίας αναπτύσσονται οι κύριες συνέπειες που μπορεί να επιφέρει η τεχνολογία αυτή σε θέματα ασφάλειας και άμυνας. Αρχικά αναφέρονται οι συνέπειες της τρισδιάστατης εκτύπωσης σε θέματα διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας των ενόπλων δυνάμεων, της ανάπτυξης και της βελτίωσης των οπλικών συστημάτων αλλά και τη δυνατότητα θεραπείας τραυματισμών στρατιωτών από τη μάχη.

Περισσότερη έμφαση σε όλο το μέρος της εργασίας δίνεται στη δυνατότητα τρισδιάστατης εκτύπωσης πυροβόλων όπλων και των ζητημάτων που ανακύπτουν από το γεγονός αυτό. Επίσης παρουσιάζεται αναλυτικά μια περιπτώσιολογία τρισδιάστατων εκτυπωμένων όπλων αλλά και το πώς θα μπορούσε να εκτυπωθεί τρισδιάστατα ένα τέτοιο όπλο. Στο σημείο αυτό κρίνεται απαραίτητο να αναφερθεί ότι η συγκεκριμένη εργασία έχει ακαδημαϊκό σκοπό και ενδιαφέρον προκειμένου να παρουσιάσει τις όποιες συνέπειες ανακύπτουν όπως θα περιγράψουν και παρακάτω.

Έπειτα αναλύεται εν συντομία το νομοθετικό πλαίσιο που ισχύει σε εθνικό, ευρωπαϊκό και διεθνές επίπεδο και καλύπτει τις αντίστοιχες περιπτώσεις κατασκευής ενός τέτοιου όπλου αλλά και την ηλεκτρονική διακίνηση ψηφιακών αρχείων για την εκτύπωση ενός πυροβόλου όπλου με τη χρήση αυτής της τεχνολογίας.

Ακολουθώς αναπτύσσονται οι όποιες επιπτώσεις μπορεί να επιφέρει η τρισδιάστατη εκτύπωση ενός όπλου σε θέματα εγκληματικότητας και αύξησης του αριθμού των όπλων που κυκλοφορούν, στις προκλήσεις με τις οποίες μπορεί να έρθουν αντιμέτωπες οι αρχές ασφαλείας κατά την έρευνα εγκλημάτων που έχουν διαπραχθεί με ένα τρισδιάστατο εκτυπωμένο όπλο αλλά και τις επιπτώσεις που μπορεί να υπάρξουν για την εθνική ασφάλεια μίας χώρας.

Πέρα όμως από το κύριο ενδιαφέρον για την τρισδιάστατη εκτύπωση πυροβόλων όπλων ανακύπτουν και ζητήματα πρόσβασης σε ευαίσθητο λογισμικό σχεδίασης, απώλειας δικαιωμάτων πνευματικής ιδιοκτησίας, εξαπάτησης συσκευών αναγνώρισης δακτυλικών αποτυπωμάτων και τέλος το ενδεχόμενο της τρισδιάστατης εκτύπωσης παράνομων ναρκωτικών ουσιών.

Τέλος εξάγονται ορισμένα συμπεράσματα σχετικά με τη τεχνολογία αυτή και τις πιθανές συνέπειες που μπορεί να έχει σε θέματα ασφάλειας.

5 Πρόλογος

Ο Matthew Meselson¹, δήλωσε κάποτε ότι «κάθε σημαντική τεχνολογία όπως η μεταλλουργία, τα εκρηκτικά, η εσωτερική καύση, η αεροπλοΐα, τα ηλεκτρονικά συστήματα, η πυρηνική ενέργεια, η βιοτεχνολογία - έχει αξιοποιηθεί έντονα όχι μόνο για ειρηνικούς σκοπούς αλλά και για εχθρικούς», (Meselson, 2000). Στις παραπάνω κατηγορίες έρχεται να προστεθεί ακόμα μία καινοτόμος τεχνολογία, αυτή της τρισδιάστατης εκτύπωσης (3d printing).

Η ευρεία γνώση των τρισδιάστατων εκτυπωτών (3d printers) ήταν αρχικά περιορισμένη πριν ορισμένα χρόνια. Ωστόσο αυτό άλλαξε εν μέρει τον Μάιο του 2013, όταν για πρώτη φορά η προσοχή, παγκόσμια, των μέσων ενημέρωσης στράφηκε προς αυτήν την νέα, ταχύτατα εξελισσόμενη τεχνολογία ως αποτέλεσμα της πρώτης «εκτύπωσης» ενός τρισδιάστατου όπλου (3d printed gun). Από τότε, ένας αυξανόμενος αριθμός πολιτικών και αναλυτών προσπαθεί να μετρήσει τις συνέπειες που μπορεί να έχει για την ασφάλεια η τεχνολογία της τρισδιάστατης εκτύπωσης (3d printing).

Παρόλο που διάφορες εθνικές κυβερνήσεις έχουν επισημάνει το θέμα, όπως και διάφοροι περιφερειακοί και διεθνείς φορείς όπως ο Οργανισμός για την Ασφάλεια και τη Συνεργασία στην Ευρώπη-ΟΑΣΕ (Organization for Security and Co-operation in Europe-OSCE), πολύ λίγες επίσημες εκθέσεις για το θέμα έχουν συνταχθεί ή δημοσιοποιηθεί (OSCE, 2014).

Η παρούσα ερευνητική εργασία αυτή στοχεύει να συμβάλει σε αυτή τη συζήτηση, προσφέροντας σκέψεις για το:

- ✓ γιατί θα πρέπει να ενδιαφερθούμε για την τρισδιάστατη εκτύπωση (3d printing);
- ✓ καθώς και ποιες είναι πιθανές συνέπειες που μπορεί να επιφέρει στην ασφάλεια και την άμυνα η τεχνολογία αυτή;

6 Τι είναι η Τρισδιάστατη Εκτύπωση (3D Printing)

Η προσθετική κατασκευή (additive manufacturing) είναι η διαδικασία της σύνδεσης υλικών με σκοπό την κατασκευή αντικειμένων από δεδομένα τρισδιάστατων μοντέλων, συνήθως μέσω της προσθήκης διαδοχικών στρωμάτων, εν αντιθέσει με τις μεθοδολογίες κατασκευής που βασίζονται στην αφαίρεση ή τη χύτευση (Κωστίδη & Νικητάκος, 2016; Μασούρα, 2016; Νικητάκος & Κωστίδη, 2017). «Προσθετική κατασκευή» είναι ο επίσημος πρότυπος όρος της βιομηχανίας, ενώ ο όρος «τρειςδιάστατη εκτύπωση» (3d printing) αποτελεί ευρέως χρησιμοποιούμενο συνώνυμο (Τράντζας, 2016). Με πολύ απλά λόγια, λοιπόν, στην προσθετική κατασκευή «χτίζουμε» στρώση-στρώση το αρχικό μας υλικό, μέχρις ότου κατασκευάσουμε το τελικό επιθυμητό μας αντικείμενο (Κωστίδη & Νικητάκος, 2016; Μασούρα, 2016; Νικητάκος & Κωστίδη, 2017).

Ο όρος τρισδιάστατη εκτύπωση περιλαμβάνει ένα φάσμα μεθόδων κατασκευής όπως: η τήξη νήματος (filament fusion), η στερεολιθογραφία (stereolithography), η πυροσυσσωμάτωση μέσω λέιζερ (laser sintering) κ.ά. Κοινό χαρακτηριστικό όλων αυτών των μεθόδων είναι ότι κατασκευάζουν προσθετικά. Δηλαδή τοποθετώντας επάλληλες στρώσεις υλικού, είναι σε θέση να συνθέσουν κάθε είδους αντικείμενα. Έτσι, οι τρισδιάστατοι εκτυπωτές δίνουν τη δυνατότητα να υλοποιούν και να δίνουν

¹ καθηγητής του τμήματος Μοριακής και Κυτταρικής Βιολογίας στο Πανεπιστήμιο του Χάρβαρντ (ΗΠΑ), Πηγή: (Meselson, 2000)

ζωή στις οποίες «κατασκευαστικές» ή καλλιτεχνικές ιδέες του δημιουργού τους. Έτσι με τη τεχνολογία αυτή, εκφράζεται αυτή η δημιουργικότητα πολύ πιο εύκολα, πιο γρήγορα και πιο οικονομικά σε σχέση με τις παραδοσιακές μεθόδους κατασκευής.

Με τη βοήθεια ενός τρισδιάστατου εκτυπωτή (3D printer) και μέσα από τη χρήση σχεδιαστικού λογισμικού (CAD) μέσα από ένα υπολογιστή υπάρχει η δυνατότητα να δημιουργούνται αντικείμενα από στρώσεις διαφορών ειδών υλικού (πλαστικό, μέταλλο κλπ) έτσι ώστε να φτάσουν σε τελικό στάδιο στην επιθυμητή κάθε φορά μορφή σύμφωνα με το αρχικό σχέδιο του σχεδιαστή.

Για να εξηγηθεί καλύτερα η διαφορά της τρισδιάστατης εκτύπωσης, ως προσθετικής μεθόδου κατασκευής, σε σχέση με τις παραδοσιακές τεχνικές, που είναι κυρίως αφαιρετικές μέθοδοι, θα χρησιμοποιηθεί σε ένα παράδειγμα από τον καλλιτεχνικό χώρο (Just Make It, 2015):

«Ένας γλύπτης ξεκινά πάντοτε από έναν μεγάλο όγκο υλικού, τον οποίο μορφοποιεί αφαιρώντας τμήματα του, προκειμένου να δημιουργήσει το τελικό αποτέλεσμα. Για να δημιουργηθεί, λοιπόν, ένα γλυπτό 100 κιλών απαιτούνται 400 κιλά υλικού, με τα 300 κιλά να αποτελούν φύρα και να καταλήγουν στα σκουπίδια, αφού είναι σχεδόν απίθανο το υλικό αυτό να μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί, τουλάχιστον όχι χωρίς να υποστεί επιπλέον κατεργασία. Αντίθετα, ένας ζωγράφος εφαρμόζει τα υλικά του ακριβώς εκεί που επιθυμεί και στις ποσότητες που χρειάζεται, με ελάχιστη ή καθόλου σπατάλη πόρων».

Θα μπορούσε επομένως να ειπωθεί, ότι σε επίπεδο αξιοποίησης πόρων η τρισδιάστατη εκτύπωση ομοιάζει με την ζωγραφική, ενώ οι παραδοσιακές μέθοδοι κατασκευής είναι πιο κοντά στη λογική της γλυπτικής. Επιπλέον, η κατασκευή του αντικείμενου με την τρισδιάστατη εκτύπωση μπορεί να παράγει λειτουργικά ολοκληρωμένα αντικείμενα σε ένα μόνο στάδιο παραγωγής εξαλείφοντας σε ορισμένες περιπτώσεις την ανάγκη για συναρμολόγησης του τελικού προϊόντος όταν αποτελείται από πολλά κομμάτια και εξαρτήματα (Νικητάκος & Κωστίδη, 2017).

6.1 Σύντομη Ιστορική Αναδρομή της της Τρισδιάστατης Εκτύπωσης (3D Printing)

Η τρισδιάστατη εκτύπωση πρωτοεφευρέθηκε στα 1983 από τον Chuck Hull. Ο Hull είχε την λαμπρή ιδέα ότι αν ήταν σε θέση να τοποθετήσει επάλληλα χιλιάδες λεπτά στρώματα πλαστικού, χτίζοντας στην ουσία το ένα στρώμα επάνω από το άλλο και στη συνέχεια να χαράξει το σχήμα τους, χρησιμοποιώντας το φως, τότε θα ήταν σε θέση να σχηματίσει τρισδιάστατα αντικείμενα (Nathan, 2014). Ωστόσο, κάποιος μπορεί να ισχυριστούν ακόμη ότι η προέλευση της τρισδιάστατης εκτύπωσης προηγήθηκε στις αρχές της δεκαετίας του 1900 μέσω της αυτόματης μηχανής δείκτη που χρησιμοποίησε ο Γερμανός γλύπτης Max Kruse (Lindstrom, 2014).

Η προσθετική κατασκευαστική (additive manufacturing), γνωστή και ως τρισδιάστατη εκτύπωση, δεν είναι μια νέα τεχνολογία της τελευταίας δεκαετίας. Ο πρώτος τρισδιάστατος εκτυπωτής παρουσιάστηκε το 1984 από την “3D Systems Corporation” (Lindstrom, 2014). Από τότε η τεχνολογία και σε αυτόν τον τομέα έχει σημειώσει αξιοθαύμαστα άλματα (Manyika et al., 2013). Ωστόσο, μόλις γύρω στο 2010, ένας αυξανόμενος αριθμός επιχειρήσεων και νοικοκυριών άρχισε να διερευνά τη νέα δυναμική αυτής της νέας τεχνολογίας, κυρίως λόγω της εισαγωγής λιγότερο δαπανηρών μοντέλων τρισδιάστατων εκτυπωτών (3D printers). Από το 2007 έως το

2011, οι πωλήσεις τρισδιάστατων εκτυπωτών αυξάνονται κατά 200-400% κάθε χρόνο (Manyika et al., 2013).

6.2 Γιατί να ενδιαφερθούμε για την Τρισδιάστατη Εκτύπωση (3D Printing);

Υπάρχουν τουλάχιστον πέντε λόγοι για τους οποίους θα μας έκαναν να στρέψουμε το ενδιαφέρον μας στην τρισδιάστατη εκτύπωση (Lindstrom, 2014).

Πρώτον, καθώς η τεχνολογία της τρισδιάστατης εκτύπωσης ωριμάζει, είναι πιθανό να επηρεάσει ένα ευρύτερο φάσμα παραγωγικών διαδικασιών- ανοίγοντας την πόρτα για αύξηση της παραγωγικότητας της οικονομίας και περεταίρω αύξηση της οικονομικής ανάπτυξης (Manyika et al., 2013). Ήδη σήμερα, κάποιιο υποστηρίζουν ότι η τρισδιάστατη εκτύπωση είναι η πλησιέστερη και πιο σύγχρονη εκδοχή που μπορεί να έχουμε στο καιρό μας, παρόμοια μιας νέας βιομηχανικής επανάστασης (Jensen-Haxel, 2012).

Οι πρώτοι που έχουν υιοθετήσει αυτή την τεχνολογία καλύπτουν μια ευρεία ποικιλία τομέων βιομηχανικής παραγωγής όπως για παράδειγμα του χώρου των κοσμημάτων, της αρχιτεκτονικής, της μηχανικής και της επιστήμης (Lindstrom, 2014). Αυτοί οι τομείς εξακολουθούν να αναζητούν νέους τρόπους για τη αξιοποίηση της τρισδιάστατης εκτύπωσης. Για παράδειγμα, η αυτοκινητοβιομηχανία και η βιομηχανία της αεροδιαστημικής εξαρτώνται όλο και περισσότερο από την τρισδιάστατη εκτύπωση προκειμένου να παράγουν πολύπλοκες γεωμετρικές μορφές, να κατασκευάσουν πρωτότυπα ή να παράγουν πραγματικά αντικείμενα (Willcocks, Venters, & Whitley, 2014).

Πιο συγκεκριμένα, στην εταιρεία κατασκευής αεροσκαφών «Boeing», οι τρισδιάστατοι εκτυπωτές χρησιμοποιούνται για την εκτύπωση περίπου διακοσίων διαφορετικών τμημάτων που χρησιμοποιούνται στη συναρμολόγηση δέκα μοντέλων αεροσκαφών (Willcocks et al., 2014).

Δεύτερον, η τρισδιάστατη εκτύπωση επιτρέπει την αποτελεσματικότερη χρήση των υλικών. Μέσω της προσθετικής κατασκευαστικής (additive manufacturing), τα στρώματα υλικού προστίθενται το ένα πάνω στο άλλο με αποτέλεσμα να ελαχιστοποιείται η ποσότητα του πλεονάζοντος υλικού που απομένει μετά την παραγωγή² με αποτελέσματα να ελαχιστοποιείται και το κόστος (Lindstrom, 2014).

Τρίτον, δεδομένου ότι οι τρισδιάστατοι εκτυπωτές μπορούν να λειτουργούν με ελαφρύτερα υλικά σε σύγκριση με τις παραδοσιακές μεθόδους κατασκευής, μπορούν να αυξήσουν περαιτέρω την αποτελεσματικότητα και το κέρδος (Lindstrom, 2014).

Για να το φανταστούμε, ορισμένα εξαρτήματα αεροσκαφών που έχουν εκτυπωθεί σε τρισδιάστατη μορφή είναι μέχρι 65% ελαφρύτερα από τα συμβατικά, αλλά δεν υπολείπονται σε στιβαρότητα και αντοχή από τα παραδοσιακά κατασκευασμένα εξαρτήματα (Jewell, 2013). Αυτό συμβάλλει σε ένα συνολικό χαμηλότερο βάρος του αεροσκάφους που μειώνει έτσι την κατανάλωση καυσίμου και τις εκπομπές του άνθρακα (Jewell, 2013).

Τέταρτον, η τρισδιάστατη εκτύπωση είναι μία πολλά υποσχόμενη μέθοδος σε διάφορους τομείς που βρίσκονται ακόμη σε πολύ πρώιμα στάδια ανάπτυξης των

² Βλέπε παραπάνω παράδειγμα Γλυπτικής.

εφαρμογών και υπηρεσιών τους (Lindstrom, 2014), όπως θα παρουσιαστεί παρακάτω στις διάφορες εφαρμογές αυτής της τεχνολογίας.

Τέλος, η τρισδιάστατη εκτύπωση παρουσιάζει εφαρμογές στον τομέα της ασφάλειας και της άμυνας, μερικές από τις οποίες μπορεί να έχουν ως αποτέλεσμα απρόβλεπτες συνέπειες σε θέματα ασφάλειας (Lindstrom, 2014). Τα θέματα αυτά καλύπτονται λεπτομερέστερα σε επόμενες ενότητες και είναι ο πυρήνας αυτής της εργασίας.

6.3 Εφαρμογές της Τρισδιάστατης Εκτύπωσης (3D Printing)

Από ένα ψηφιακό αρχείο, το οποίο στην ουσία είναι ένα τρισδιάστατο σχέδιο που είτε το δημιουργεί εκ νέου ο σχεδιαστής σε κάποιο σχεδιαστικό πρόγραμμα (CAD), είτε υπάρχει ήδη σε κάποια ψηφιακή βιβλιοθήκη, είτε με φωτογράφιση ή με τρισδιάστατη σάρωση (αυτόματη ή χειροκίνητη) μεταφέρεται στον τρισδιάστατο εκτυπωτή (3D printer), (Κωστίδη & Νικητάκος, 2016; Μασούρα, 2016). Στη συνέχεια ακολουθείται η διαδικασία της εκτύπωσης όπου και κατασκευάζεται «στρώση-στρώση» το επιθυμητό αντικείμενο.

Όσον αφορά τις χρήσεις που μπορεί να έχει η τρισδιάστατη εκτύπωση, παρουσιάζεται σε πάρα πολλούς από τους τομείς της σύγχρονης ζωής του ανθρώπου, οι κυριότεροι από τους οποίους είναι (Κωστίδη & Νικητάκος, 2016; Μασούρα, 2016; Νικητάκος & Κωστίδη, 2017):

1. στο βιομηχανικό σχεδιασμό,
2. στην Ιατρική,
3. στην Αεροδιαστημική,
4. στον ποιοτικό έλεγχο/επιθεώρηση
5. στην τεκμηρίωση των πολιτιστικών αντικειμένων
6. στην άμυνα και την ασφάλεια

Ας δούμε ένα παράδειγμα βιομηχανικού σχεδιασμού, (Κωστίδη & Νικητάκος, 2016; Μασούρα, 2016): *«Σχεδιάζονται ψηφιακά στον υπολογιστή ακουστικά. Όταν το σχέδιο τελειοποιηθεί, δίδεται εντολή για εκτύπωση και ο τρισδιάστατος εκτυπωτής κτίζει από το ψηφιακό σχέδιο το φυσικό αντικείμενο (στην περίπτωσή μας τα ακουστικά). Αυτά μπορούν να εκτυπωθούν οπουδήποτε στον κόσμο υπάρχει ο ανάλογος εκτυπωτής. Μάλιστα το μέγεθος μπορεί εύκολα να υποστεί τέτοιες τροποποιήσεις, ώστε να εφαρμόζει ακριβώς στο αυτί του πελάτη. Αυτό το απλό παράδειγμα μας δείχνει ότι αλλάζει ο τρόπος παραγωγής και διακίνησης αγαθών. Έχουμε την πώληση να προηγείται της κατασκευής και ο πωλητής να γίνεται ο κατασκευαστής. Η κατασκευή γίνεται στον τόπο της ζήτησης και όχι στον τόπο με τα φθηνά εργατικά. Αντί για διακίνηση έτοιμων προϊόντων, έχουμε διακίνηση πρώτης ύλης και ψηφιακών αρχείων.»*

6.3.1 Ιατρικό τομέας

Μεταξύ των εφαρμογών που επικεντρώνεται η προσοχή είναι η δυνατότητα εκτύπωσης οργάνων και ειδικών ιατρικών συσκευών. Όσον αφορά την εκτύπωση οργάνων, οι επιστήμονες χρησιμοποιούν ήδη τρισδιάστατους εκτυπωτές για να παράγουν λωρίδες οργανικού ιστού (Griggs, 2014). Σε μερικές δεκαετίες, οι τρισδιάστατοι εκτυπωτές μπορεί να είναι σε θέση να παράγουν όργανα όπως τα νεφρά

ή τα συκώτια. Σε περίπτωση που αυτό γίνει πραγματικότητα, θα έχει αντίκτυπο σε άλλους τομείς της ιατρικής, όπως οι υπηρεσίες μεταμόσχευσης.



Εικόνα 1: Παράδειγμα τρισδιάστατα εκτυπωμένης καρδιάς από σιλικόνη, Πηγή: (Lewis, 2017)

Όσον αφορά τις ειδικές ιατρικές συσκευές, η τρισδιάστατη εκτύπωση χρησιμοποιείται όλο και περισσότερο για την παραγωγή εξωσκελετών, (Russon, 2014). Για παράδειγμα, ο πρώτος τρισδιάστατος εκτυπωμένος εξωσκελετός στον κόσμο προσαρμόστηκε σε έναν ασθενή τον Φεβρουάριο του 2014, (Russon, 2014). Τα πλεονεκτήματα που συνδέονται με την τρισδιάστατη εκτύπωση εξωσκελετών περιλαμβάνουν τον ταχύτερο χρόνο παραγωγής τους σε σύγκριση με τις παραδοσιακές μεθόδους συναρμολόγησης καθώς και τη δυνατότητα προσαρμογής εξατομικευμένων εξαρτημάτων και τμημάτων, (Russon, 2014).



Εικόνα 2: Παράδειγμα «τρειςδιάστατου εκτυπωμένου» εξωσκελετού για ιατρικούς σκοπούς, (Πηγή: Russon, 2014)

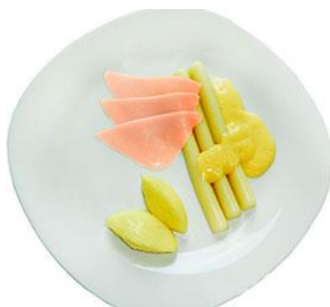
6.3.2 Τομέας τροφίμων

Ενώ η παραγωγή ενός τεχνητού χάμπουργκερ με τη χρήση μυϊκών ινών που έχουν αναπτυχθεί από βλαστοκύτταρα, έκανε τα πρωτοσέλιδα το 2013 (Jha, 2013), πολύ λιγότερο είναι γνωστή η δυναμική των «τρειςδιάστατα εκτυπωμένων» τροφίμων. Για παράδειγμα, μια αγορά αναπτύσσεται αργά για να εξυπηρετήσει τις ανάγκες των ατόμων που πάσχουν από δυσφαγία (dysphagia). Σύμφωνα με μια έρευνα, ένα στα πέντε άτομα άνω των 50 ετών πάσχουν από δυσφαγία που χαρακτηρίζεται από την αδυναμία του «λάρυγγα να κλείσει σωστά κατά την κατάποση», (Νικητάκος & Κωστίδη, 2017; Yang, Zhang, & Bhandari, 2017).

Σε τέτοιες περιπτώσεις, τα τρόφιμα μπορούν να ανακατευθυνθούν στους πνεύμονες, με αποτέλεσμα πιθανά προβλήματα υγείας όπως η νεφρική ανεπάρκεια. Μέχρι σήμερα, τα υγροποιημένα τρόφιμα χρησιμοποιούνται για την αντιμετώπιση

αυτής της πρόκλησης. Ενώ αυτή η λύση είναι ικανοποιητική, αφαιρεί την απόλαυση της κατανάλωσης φαγητού για πολλούς ανθρώπους, (Molitch-Hou, 2014).

Οι τρισδιάστατοι εκτυπωτές τροφίμων είναι σε θέση να εκτυπώσουν τρόφιμα σε μορφή ζελατίνης με τη μορφή παραδοσιακών φαγητών (Yang et al., 2017). Καθώς ο τομέας αυτός εξελίσσεται, είναι πιθανό να διευρυνθούν οι χρήσεις και οι εφαρμογές, για παράδειγμα για την αντιμετώπιση των ελλείψεων τροφίμων σε περιοχές μετά από μία φυσική ή τεχνητή καταστροφή ή σε περιοχές όπου πλήττεται από ένοπλες συγκρούσεις (Νικητάκος & Κωστίδη, 2017; Llenza, 2013).



Εικόνα 3: Παράδειγμα «τρειςδιάστατου εκτυπωμένου» φαγητού σε μορφή ζελατίνης (Πηγή: Molitch-Hou, 2014)

6.3.3 Οικιακός τρισδιάστατος εκτυπωτής (3D printer)

Με την ανάπτυξη της τεχνολογίας στο τομέα αυτό, οι πρώτοι τρισδιάστατοι εκτυπωτές (3D printers) για οικιακή χρήση είναι σήμερα ευρέως διαδεδομένοι και προσφέρονται από πληθώρα ηλεκτρονικών καταστημάτων είτε είναι διαθέσιμοι για αγορά μέσα από το διαδίκτυο (Τράντζας, 2016).

Με αυτή τη δυνατότητα ο κάθε ένας μπορεί με την αγορά ενός τέτοιου τρισδιάστατου εκτυπωτή, να εκτυπώσει τρισδιάστατα και να κατασκευάσει τα δικά του αντικείμενα. Τα νέα μοντέλα εκτυπωτών δεν εξυπηρετούν μόνο την βιομηχανία για τις χρήσεις και εφαρμογές που αναφέρθηκαν και παραπάνω άλλα είναι σε θέση να καλύπτουν και τις ανάγκες των οικιακών χρηστών.

Η τεχνολογία αυτή δίνει σε κάποιον που επιθυμεί και κατέχει κάποιες βασικές γνώσεις ηλεκτρονικών υπολογιστών και ένα τρισδιάστατο εκτυπωτή τη δύναμη να κατασκευάσει αντικείμενα μόνο όταν προκύπτει πραγματικά κάποια ανάγκη ή επιθυμία να το κάνει. Με αυτόν τον τρόπο ο ίδιος ο κατασκευαστής του αντικειμένου, παράγει το ίδιο το αντικείμενο που θέλει να καταναλώσει ή να χρησιμοποιήσει ή ακόμα και να το πουλήσει (Biron, 2016).

Έτσι με αυτό τον τρόπο αλλάζει ο παραδοσιακός τρόπος κατανάλωσης, αγοράς και των ήδη υπάρχοντων δικτύων διανομής. Οι τρισδιάστατοι εκτυπωτές μετατρέπουν τώρα πια τους παλαιότερους καταναλωτές, σε δημιουργούς ή κατασκευαστές αντικειμένων (Biron, 2016).

Η φιλοσοφία αυτή έχει μετατραπεί σε κίνημα, που συχνά αποκαλείται «Το Κίνημα των Δημιουργών» (The Maker Movement). Οι οπαδοί του υποστηρίζουν ότι συμβάλλει στην ώθηση της καινοτομίας και στη δημιουργία ενός εντελώς νέου τρόπου της επιχειρηματικής δραστηριότητας (Hatch, 2013).

7 Ποιες είναι οι πιθανές συνέπειες για την ασφάλεια που μπορούν να προέλθουν από την τρισδιάστατη εκτύπωση;

Πέρα από τις όποιες εφαρμογές που παρουσιάστηκαν σε άλλους τομείς, μελλοντικά, η τρισδιάστατη εκτύπωση είναι πιθανό να έχει σημαντικές εφαρμογές στον τομέα της ασφάλειας και της άμυνας, (Νικητάκος & Κωστίδη, 2017; Lindstrom, 2014). Στα πλαίσια του στρατιωτικού τομέα ή της αμυντικής βιομηχανίας, οι ένοπλες δυνάμεις σε ολόκληρο τον κόσμο θα είναι σε κάποιο βαθμό πρόθυμες να ενσωματώσουν τις νέες ευκαιρίες που είναι διατεθειμένη να προσφέρει η τρισδιάστατη εκτύπωση, (Νικητάκος & Κωστίδη, 2017; Balistreri, 2015; Lindstrom, 2014).

Αυτές μπορεί να περιλαμβάνουν βελτιωμένες δυνατότητες για πρωτότυπα μοντέλα μελλοντικών όπλων ή αεροσκαφών, όπου να θα είναι σε θέση να κατασκευαστούν σε μικρότερο χρονικό διάστημα όπως για παράδειγμα η παραγωγή εξωσκελετών υπό τη μορφή πανοπλίας, για την ενίσχυση της δύναμης και αντοχής του στρατιωτικού προσωπικού την ώρα μίας ένοπλης μάχης (Evans, 2014). Επίσης, δίνει ευκαιρίες για την θεραπεία τραυμάτων μάχης (Boren, 2014; Griffin, 2017).

Ο αμερικανικός στρατός ανακοίνωσε ότι βρίσκεται σε συζητήσεις με επιστήμονες από το Πανεπιστήμιο της Νεβάδα, προκειμένου να δημιουργήσουν πλήρη εικονικά αντίγραφα των στρατιωτών τους, σχεδόν σε επίπεδο κυττάρων χρησιμοποιώντας X-ακτίνες, MRI και υπερήχους. Με αυτό το τρόπο θα δημιουργηθεί ένα πλήρες τρισδιάστατο ψηφιακό αντίγραφο ολόκληρου του σώματος των στρατιωτών (Griffin, 2017).

Ο σκοπός που κρύβεται πίσω από όλο αυτό το σκεπτικό είναι να υπάρχει προκαταβολικά ένας ηλεκτρονικός φάκελος, για παράδειγμα κάποιου σημαντικού οστού ή οργανικού ιστού, που όταν χρειαστεί θα μπορεί να αποσταλεί ψηφιακά και να κατασκευαστεί με τη χρήση ενός τρισδιάστατου εκτυπωτή στον τόπο της ζήτησης, είτε αυτός είναι η Κορέα ή το Κόσσοβο είτε το Ιράκ ή το Αφγανιστάν, ώστε να είναι σε θέση οι κατάλληλοι ιατροί να αντικαταστήσουν το κατεστραμμένο οστό ή όργανο σε περίπτωση τραυματισμού του στρατιώτη κατά την μάχη (Νικητάκος & Κωστίδη, 2017; Griffin, 2017).

Μέσα από την τρισδιάστατη εκτύπωση η αμυντική βιομηχανία είναι προφανές ότι θα αναζητήσει τρόπους να την εκμεταλλευτεί για την κατασκευή όπλων και οπλικών συστημάτων, όπως για παράδειγμα ορισμένοι βαλλιστικοί πύραυλοι με τρισδιάστατα εκτυπωμένα εξαρτήματα, (Νικητάκος & Κωστίδη, 2017; Hipolite, 2015; Lindstrom, 2014).

«Η Raytheon χρησιμοποιεί και πειραματίζεται με την τεχνολογία εδώ και χρόνια, ειδικά στη διαδικασία της προτυποποίησης. Τώρα, όμως, η εταιρεία λέει ότι έχουν εκτυπώσει τρισδιάστατα σχεδόν όλα τα στοιχεία που απαιτούνται για ένα καθοδηγούμενο όπλο (Hipolite, 2015). Αυτό περιλαμβάνει την τρισδιάστατη εκτύπωση των πυραυλοκινητήρων, τα μέρη για τα συστήματα καθοδήγησης και ελέγχου, τα πτερύγια στους ίδιους τους πυραύλους και πολλά άλλα.», (Νικητάκος & Κωστίδη, 2017; Hipolite, 2015).

Επιπλέον ενδέχεται να υπάρξει μία αποτελεσματικότερη ανάπτυξη της στρατιωτικής εφοδιαστικής αλυσίδας όσον αφορά το τομέα των ανταλλακτικών (Νικητάκος & Κωστίδη, 2017; Balistreri, 2015). Για παράδειγμα μία σύγχρονη στρατιωτική υπερδύναμη χρησιμοποιώντας ένα αεροσκάφος ως κινητή βάση παραγωγής θα μπορούσε να ταξιδεύει και να δρομολογεί την κίνηση αυτού του

αεροσκάφους σε κάποια στρατιωτική βάση. Εκεί αυτή η «κινητή αερομεταφερόμενη» μονάδα «τρισδιάστατης» παραγωγής, να παραμένει και να σταθμεύει για κάποιο χρονικό διάστημα. Στο χρόνο αυτό θα είναι σε θέση να παράγει και να εκτυπώνει τρισδιάστατα, τα απαιτούμενα ανταλλακτικά και στη συνέχεια να αποχωρεί για την επόμενη στρατιωτική βάση ανάλογα με τις ανάγκες που υπάρχουν.

Κάτι αντίστοιχο πράττει το πολεμικό Ναυτικό των ΗΠΑ, όπου εγκατέστησαν σε αεροπλανοφόρο τρισδιάστατο εκτυπωτή, δίνοντας τη δυνατότητα στα μέλη του πληρώματος επί του πλοίου να κατασκευάσουν οτιδήποτε από πλαστικές σύριγγες, καλύμματα δεξαμενών πετρελαίου ή ακόμα και μοντέλα αεροπλάνων (Νικητάκος & Κωστίδη, 2017; Scheck et al., 2016).

Ακόμα το ίδιο αεροσκάφος ή το αεροπλανοφόρο που είναι εξοπλισμένο με τρισδιάστατους εκτυπωτές θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για την εκτύπωση τροφίμων με τη χρήση των κατάλληλων τρισδιάστατων εκτυπωτών και υλικών, σε εμπόλεμες ή αποκλεισμένες περιοχές του κόσμου (Lenza, 2013).

Η βασική ιδέα είναι, ότι οι στρατιωτικές μονάδες, και ειδικότερα αυτές που βρίσκονται μακριά από την βάση τους, θα μπορούν να είναι σε θέση να παράγουν μόνες τους τα όπλα τους ή τα όποια εξαρτήματα ή ανταλλακτικά χρειάζονται με την χρήση τρισδιάστατων εκτυπωτών (Νικητάκος & Κωστίδη, 2017; Τράντζας, 2016).

Ο αμερικανικός στρατός αξιοποιεί ένα τέτοιο εργαστήριο κάτω από πραγματικές συνθήκες στο Αφγανιστάν. Εκμεταλλευόμενοι τη δυνατότητα της τρισδιάστατης εκτύπωσης, το Εργαστήριο Εκστρατείας του REF (Ex Lab), έχει την δυνατότητα να κατασκευάζει, αντικείμενα που να ανταποκρίνονται στις επείγουσες ανάγκες στρατιωτών εξαλείφοντας με αυτό τον τρόπο κόστος σε κεφάλαιο και χρόνο παράδοσης και παραλαβής υλικών (Νικητάκος & Κωστίδη, 2017; Thong & Wen, 2016).

Η έλλειψη ενός και μόνο ανταλλακτικού σε ορισμένα συστήματα ή μηχανήματα μπορεί να θέσει εκτός επιχειρησιακής λειτουργίας ολόκληρη την στρατιωτική μονάδα, ειδικά όταν αυτή επιχειρεί σε απομακρυσμένα περιβάλλοντα όπως για παράδειγμα σε κάποια περιοχή της Ασίας (Νικητάκος & Κωστίδη, 2017). Για το λόγο αυτό είναι απαραίτητη η διατήρηση αποθεμάτων σε κάποια στρατιωτική βάση, με όποιο κόστος συνεπάγεται η διατήρηση και η φύλαξη μίας αποθήκης με τέτοια υλικά και εξαρτήματα, τα οποία τις περισσότερες φορές μπορεί να κινούνται και σπάνια έως και καθόλου και ως εκ τούτου να συντελούν στην αύξηση του κόστους (Νικητάκος & Κωστίδη, 2017). Με αυτόν τον τρόπο θα μηδενιστούν τα έξοδα μεταφοράς των οπλικών συστημάτων και θα είναι εύκολη η αντικατάσταση των ήδη υπάρχοντων όπλων ή των εξαρτημάτων αυτών, μέσα από τη χρήση της τρισδιάστατης εκτύπωσης (Balistreri, 2015).

Καθώς οι τρισδιάστατοι εκτυπωτές γίνονται ολοένα και πιο εξελιγμένοι και η τεχνολογία προχωράει, μπορεί να υπάρξουν ευκαιρίες για την ενσωμάτωση ισχυρών αλλά ελαφρών υλικών όπως το τιτάνιο στην παραγωγή συγκεκριμένων στρατιωτικών εξαρτημάτων (Evans, 2014).

7.1 Επιπτώσεις στην Ασφάλεια από την τρισδιάστατη εκτύπωση

Ωστόσο, η εφαρμογή τρισδιάστατης εκτύπωσης στον τομέα της ασφάλειας και της άμυνας θα προκαλέσει τουλάχιστον τις εξής επιπτώσεις:

7.1.1 Τρισδιάστατη εκτύπωση πυροβόλων όπλων

Πρώτον, και όπως έχει ήδη αποδειχθεί, οι τρισδιάστατοι εκτυπωτές μπορούν να εκτυπώσουν όπλα και εξαρτήματα όπλων - συμπεριλαμβανομένου ακόμα και ενός πλήρους λειτουργικού πυροβόλου όπλου (Lindstrom, 2014; Walther, 2015). Ενώ η διαδικασία τρισδιάστατης εκτύπωσης όπλων ή τμημάτων όπλων για ημιαυτόματα τυφέκια ή όπλα χειρός (όπως για παράδειγμα πιστόλια ή περίστροφα) απαιτεί σημαντικό χρόνο και προσπάθεια, οι οικιακοί τρισδιάστατοι εκτυπωτές που προσφέρονται στο ελεύθερο εμπόριο επιτρέπουν σε οποιονδήποτε να έχει πρόσβαση σε τέτοια εξαρτήματα. Αυτή η διάσταση της ανοικτής προσβασιμότητας συχνά αναφέρεται στη βιβλιογραφία ως εκδημοκρατισμός της κατασκευής (democratised manufacturing), (Lindstrom, 2014). Σχετικό με αυτή την πτυχή είναι και το κίνημα των δημιουργών για το οποίο γίνεται αναφορά παρακάτω (Hatch, 2013).

Σύμφωνα με την Defense Distributed, τα σχέδια για το πλαστικό πιστόλι με την ονομασία «Liberator» (εκτενής αναφορά γίνεται στη συνέχεια) διανεμήθηκαν (download) πάνω από 100.000 φορές εντός δύο ημερών από τη μεταφόρτωσή τους στο διαδίκτυο (Holpuch, MacAskill, & Arthur, 2013). Ακόμη και μετά την παρεμπόδιση (κατέβασμα) της ιστοσελίδας που φιλοξενούσε τις πληροφορίες αυτές, αρκετά άτομα είχαν αποκτήσει τα σχεδιαγράμματα προκειμένου να μπορούν στη συνέχεια να διευκολύνουν την κοινή χρήση τους και τον διαμοιρασμό τους σε άλλους ιστότοπους (όπως για παράδειγμα στο PirateBay ή στο Darknet κλπ), (Holpuch et al., 2013; Walther, 2015). Σε επόμενο τμήμα της εργασίας θα παρουσιαστεί πιο αναλυτικά, η περίπτωση του τρισδιάστατα εκτυπωμένου όπλου με την ονομασία «Liberator», προκειμένου ο αναγνώστης να κατανοήσει καλύτερα τις διαστάσεις του προβλήματος από την εκτύπωση ενός τρισδιάστατα εκτυπωμένου όπλου.

Ενώ μπορεί να υποστηριχθεί ότι σε πολλές γωνιές του κόσμου είναι σήμερα ευκολότερο κάποιος να αγοράσει ένα όπλο από την μαύρη αγορά (Small Arms Survey, 2001) αντί να εισέλθει στη διαδικασία να εκτυπώσει τρισδιάστατα ένα τέτοιο, η διαθεσιμότητα ολοένα και πιο εξελιγμένων σχεδίων, πολλαπλών συσκευών τρισδιάστατης εκτύπωσης που μπορεί να είναι διαθέσιμες ακόμα και για οικιακή χρήση, είναι πιθανό να αυξήσουν την ελκυστικότητα της τρισδιάστατης εκτύπωσης προκειμένου να χρησιμοποιηθεί για τέτοιους κακόβουλους σκοπούς (Lindstrom, 2014). Γιατί μπορεί να συμβεί αυτό;

Πέρα από τις ταχύτερες διαδικασίες που προσφέρει η τρισδιάστατη εκτύπωση στο μέλλον, υπάρχει η δυνατότητα αποφυγής ελέγχων ή κανονιστικών συμμορφώσεων με το ήδη υπάρχον νομοθετικό πλαίσιο - κάτι που μπορεί να είναι ιδιαίτερα ελκυστικό για τις διάφορες εγκληματικές ή τρομοκρατικές οργανώσεις (Thierer, Marcus, & Thierer, 2016).

7.1.2 Δυνατότητα μη ανίχνευσης

Ένα άλλο πλεονέκτημα μπορεί να είναι η δυνατότητα χρήσης διαφορετικών υλικών εκτύπωσης, όπως το πλαστικό (Jones, 2015). Σε μια εποχή αυξημένης ασφάλειας όπου παντού υπάρχουν μεταλλικοί ανιχνευτές, άτομα ή ομάδες με κακόβουλες προθέσεις μπορεί να ελκύονται ιδιαίτερα από το γεγονός ότι με τη χρήση

αυτής της τεχνολογίας θα έχουν τη δυνατότητα να εκτυπώσουν «μη μεταλλικά όπλα» τα οποία είναι πιο δύσκολο να ανιχνευθούν με την σημερινή συμβατική τεχνολογία σαρώσεων και ανιχνευτών (Jones, 2015; Lindstrom, 2014; Walther, 2015).

Η Hull, ο εφευρέτης αυτής της τεχνολογίας δεν ανησυχεί υπερβολικά για τη χρήση τρισδιάστατης εκτύπωσης για την παραγωγή όπλων καθώς όπως αναφέρει «υπάρχουν πολύ καλύτεροι τρόποι για να κάνεις όπλα απ' ό,τι με έναν οικιακό τρισδιάστατο εκτυπωτή (3D printer) χαμηλής ποιότητας», (Nathan, 2014).

Ο Hod Lipson, καθηγητής στο πεδίο της μηχανικής στο Πανεπιστήμιο Columbia της Νέας Υόρκης των ΗΠΑ, υποστηρίζει ότι η εν λόγω τεχνολογία δεν έρχεται χωρίς κινδύνους (Lipson & Kurman, 2013). Σημειώνει, για παράδειγμα, τη δυνατότητα εκτύπωσης πυροβόλων όπλων και αναφέρει ότι «Δεν πρόκειται να είναι ένα όπλο στρατιωτικής ποιότητας, αλλά μπορεί να είναι ένα είδος πλαστικού πυροβόλου όπλου μιας χρήσης που μπορεί να πυροβολήσει μόνο μερικές φορές. Αλλά ακόμα και αυτό μπορεί να κάνει ζημιά, ακόμα και στο ίδιο το πρόσωπο που πυροβολεί και χειρίζεται το όπλο», (Lipson & Kurman, 2013).

7.1.3 Τρισδιάστατη εκτύπωση μη επανδρωμένων αεροσκαφών

Τρίτον, και σχετικά με το παραπάνω σημείο, η τρισδιάστατη εκτύπωση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εκτύπωση πιο προηγμένων κατασκευών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για πολεμικούς σκοπούς, σκοπούς παρακολούθησης, αναγνώρισης ή αναζήτησης ή ακόμα και για κατασκοπεία. Ένα πεδίο με μεγάλες δυνατότητες είναι η δημιουργία μικρής κλίμακας μη επανδρωμένων αεροσκαφών (UAV ή drones), συμπεριλαμβανομένων και των μικρών αεροσκαφών³ (micro air vehicles-MAVs) (Lindstrom, 2014).

Ορισμένοι χρήστες αυτής της τεχνολογίας έχουν ήδη παρουσιάσει ότι είναι εφικτή η τρισδιάστατη εκτύπωση μη επανδρωμένων αεροσκαφών (UAV). Τον Απρίλιο του 2014, οι μηχανικοί του Προχωρημένου Κέντρου Ερευνών του Πανεπιστημίου του Σέφιλντ⁴ καταφέρνουν και εκτυπώνουν τρισδιάστατα και πραγματοποιούν μία πτήση ενός μη επανδρωμένου αεροσκάφους (UAV) μέσα σε χρονικό διάστημα είκοσι τεσσάρων ωρών (Coxworth, 2014).

Καθώς οι τρισδιάστατοι εκτυπωτές γίνονται πιο προηγμένοι και εξελιγμένοι, μπορούν να διευκολύνουν μία μετάβαση σε πιο ειδικές μορφές μη επανδρωμένων μικρών αεροσκαφών (Golson, 2014), λόγω της μεταβλητότητας του σχεδιασμού τους μπορεί να διαμορφώνονται σε διάφορα σχήματα (όπως για παράδειγμα πουλιά) προσφέροντας κάλυψη στο υπάρχον περιβάλλον που θα χρησιμοποιηθούν (Lindstrom, 2014).

Επιπλέον με τη δυνατότητα ενσωμάτωσης καμερών μπορεί να διευκολύνουν την αθέατη παρακολούθηση πολιτικών ή στρατιωτικών στόχων (Constantinides & Parkinson, 2008) ή τη μεταφορά εκρηκτικών υλών με αποτέλεσμα να μετατραπούν σε κινητές βόμβες (Wheeler, 2013) ή ακόμα και ναρκωτικών ουσιών ή απαγορευμένων συσκευών (κινητά) σε σωφρονιστικά καταστήματα, δημιουργώντας έτσι πολλαπλές επιπτώσεις σε θέματα ασφάλειας (Humphries, 2013).

³ Στην ελληνική νομοθεσία η ρύθμιση των θεμάτων των Συστημάτων μη Επανδρωμένων Αεροσκαφών (ΣμηΕΑ, γνωστά ως drones) ρυθμίζεται από την υπ' αριθμ. Δ/ΥΠΑ/21860/1422 από 30/09/2016 Απόφαση της Πολιτικής Υπηρεσίας Αεροπορία (ΦΕΚ 3152/Β/30-9-2016).

⁴ University of Sheffield's Advanced Manufacturing Research Center-AMRC

7.1.4 Εκμετάλλευση από κρατικούς ή μη κρατικούς δρώντες

Καθώς η τεχνολογία αυτή ωριμάζει, είναι πιθανό να προσελκύσει το ενδιαφέρον τόσο εγκληματικών όσο και τρομοκρατικών ομάδων που ενδιαφέρονται να εμπλουτίσουν το οπλοστάσιό τους με νέα μέσα δράσης για να μεγιστοποιήσουν τον αντίκτυπό της παράνομης δράσης τους (Lindstrom, 2014). Είναι επίσης πιθανό χώρες που «*ανησυχούν και αναστατώνουν*» συχνά τη διεθνή κοινότητα με τις ενέργειές τους, για θέματα ασφάλειας της περιοχής τους, να επωφεληθούν από τις ευκαιρίες που τους δίνονται από την τρισδιάστατη εκτύπωση προκειμένου να αυξήσουν τις επιχειρησιακές τους δυνατότητες σε θέματα στρατιωτικού εξοπλισμού (Lindstrom, 2014).

Μια τέταρτη συνέπεια σε θέματα ασφάλειας είναι ότι ορισμένες χώρες, οργανισμοί ή ομάδες ανθρώπων με κακόβουλες προθέσεις, μπορεί να χρησιμοποιήσουν την τεχνολογία αυτή για να παρακάμψουν τους διεθνείς περιορισμούς ή τις διεθνείς κυρώσεις που έχουν επιβληθεί σε βάρους τους από τη διεθνή κοινότητα και τον Οργανισμό Ηνωμένων Εθνών-ΟΗΕ (Lindstrom, 2014).

Για παράδειγμα, μια χώρα που αντιμετωπίζει μακρές οικονομικές ή άλλες κυρώσεις μπορεί να οδηγείται με αυτό τον τρόπο σε έλλειψη ανταλλακτικών για ορισμένο στρατιωτικό εξοπλισμό, όπως τα αεροσκάφη της ή κάποια εξαρτήματα πυραύλων (Bagot, 2016) ή για άλλα συστήματα που χρησιμοποιεί και τις είναι αναγκαία. Η έλλειψη αυτών μπορεί να αντιμετωπιστεί βασιζόμενη σε έναν τρισδιάστατο εκτυπωτή προκειμένου να κατασκευάσει η ίδια η χώρα τα όποια ανταλλακτικά ή εξαρτήματα χρειάζεται (Lindstrom, 2014).

7.1.5 Πρόσβαση σε οικιακούς τρισδιάστατους εκτυπωτές και σε αντίστοιχες υπηρεσίες

Ωστόσο η πρόσβαση σε ένα βιομηχανικό τρισδιάστατο εκτυπωτή τεχνολογίας τελευταίας αιχμής και τα ψηφιακά σχεδιαγράμματα που απαιτούνται για την εκτύπωση τέτοιων εξαρτημάτων δεν είναι απλή, μία λύση που μπορεί να δοθεί είναι από μικρότερους οικιακούς τρισδιάστατους εκτυπωτές (Thierer et al., 2016). Επιπλέον μέσα από αυτήν την τεχνολογία παρέχονται και άλλες επιλογές όπως αυτή της παραγγελίας για την τρισδιάστατη εκτύπωση κάποιου αντικειμένου από μία αντίστοιχη εταιρεία που έχει ιδρυθεί ακριβώς γι' αυτό το σκοπό (Lindstrom, 2014).

Εάν οι εμπορικές υπηρεσίες τρισδιάστατης εκτύπωσης γίνουν πιο διαδεδομένες (Cubify, iMaterialise, Shapeways κλπ) κάποιος θα είναι σε θέση να παραγγείλει ένα αντικείμενο ή εξάρτημα, αυτό στη συνέχεια θα μπορεί να εκτυπωθεί τρισδιάστατα και να του αποσταλεί ταχυδρομικά (Grieser, 2015). Για να ελαχιστοποιηθεί ο κίνδυνος ανίχνευσης και αποκάλυψης της ταυτότητάς τους, οι ενδιαφερόμενοι «*φορείς*» θα μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν μια όχι μόνο μία, αλλά μία σειρά διαφορετικών εταιρειών τρισδιάστατης εκτύπωσης διαμοιράζοντας το έργο σε διάφορες από αυτές για την παραγωγή διαφορετικών εξαρτημάτων προκειμένου να είναι δύσκολος ο εντοπισμός τους και η συσχέτιση τους από κάποιον τρίτο (Lindstrom, 2014).

Περαιτέρω κοιτώντας ακόμη πιο μπροστά στο μέλλον, ορισμένοι μπορεί να εξετάσουν τις δυνατότητες της τετραδιάστατης εκτύπωσης (4d printing) που στοχεύει να ασχοληθεί με υλικά που μπορούν να αλλάξουν από μόνα τους τις ιδιότητες και χαρακτηριστικά τους με την πάροδο του χρόνου, κατευθείαν μετά την εκτύπωση τους (Khoo et al., 2015). Τέτοια υλικά είναι γνωστά ως «*έξυπνα υλικά*». Σε αυτά τα υλικά μπορεί να περιλαμβάνουν υλικά που «*αυτο-θεραπεύονται*» σε περίπτωση που καταστραφούν ή φθαρούν (Khoo et al., 2015).

Καταλήγοντας και αφού παρουσιάστηκαν οι κύριες ανησυχίες που εμφανίζονται σε θέματα ασφάλειας, στη συνέχεια θα αναλυθεί η περίπτωση της τρισδιάστατης εκτύπωσης ενός όπλου (πιστόλι ή περίστροφο).

7.2 Περιπτώσεις τρισδιάστατα εκτυπωμένου όπλου

Ο «Απελευθερωτής» (Liberator) είναι ένα παράδειγμα τρισδιάστατα εκτυπωμένου όπλου. Είναι ένα όπλο, το οποίο δέχεται μόνο μία σφαίρα. Με την πρώτη ματιά, δεν υπάρχει τίποτα αξιοσημείωτο για το όπλο αυτό. Φαίνεται ελαφρώς παράξενο σε σύγκριση με ένα κανονικό όπλο αφού διαθέτει μια αδύναμη και μικρή κάννη μονής χωρητικότητας. Δημιουργός του όπλου αυτού είναι ένα φοιτητής Νομικής, ο Cody Wilson, ιδρυτής της «Defense Distributed» (Greenberg, 2013b).



Εικόνα 4: Ο Cody Wilson, δημιουργός του πρώτου τρισδιάστατα εκτυπωμένου όπλου με την ονομασία “Liberator” το παρουσιάζει στο κοινό στις 3 Μαΐου 2013, Πηγή: (Greenberg, 2013a).

Όταν αποσυναρμολογείται, αποτελείται από δεκαέξι (16) μέρη, εκ των οποίων τα δεκαπέντε (15) μπορούν να εκτυπωθούν από έναν τρισδιάστατο εκτυπωτή. Το μόνο μη πλαστικό μέρος αυτού του όπλου είναι μέχρι σήμερα, ένα κοινό καρφί που μπορεί να αγοραστεί από ένα μαγαζί με εργαλεία. Το καρφί αυτό χρησιμοποιείται στο όπλο ως επικρουστήρας⁵ (Greenberg, 2013b). Τα σχεδιαγράμματα που ήταν απαραίτητα για την τρισδιάστατη εκτύπωση του πυροβόλου όπλου είχαν διατεθεί δωρεάν μέσα από το διαδίκτυο (online) από την εταιρεία «Defense Distributed» στις 3 Μαΐου 2013.

⁵ Ο επικρουστήρας αποτελεί μέρος κάθε όπλου. Είναι η γνωστή «βελόνα» η οποία μεταδίδει το χτύπημα της σφύρας στο καψύλλιο του φυσιγγίου με αποτέλεσμα αυτό να αναφλέγεται, να προκαλεί την καύση της πυρίτιδας που υπάρχει μέσα στον κάλυκα και από την διοχέτευση των αερίων της καύσης να εκτοξεύεται το βλήμα (η σφαίρα) μέσα από την κάννη του όπλου.



Εικόνα 5: Το πρώτο τρισδιάστατα εκτυπωμένο όπλο με την ονομασία «Απελευθερωτής» (The Liberator) αποσυναρμολογημένο στα δεκαέξι μέρη του, Πηγή: (Greenberg, 2013b).

Στις 8 Μαΐου 2013, οι αρχές των ΗΠΑ, απέστειλαν επιστολή στον Cody Wilson ζητώντας του να κατεβάσει από το διαδίκτυο και να μην είναι διαθέσιμα πια για διαμοιρασμό μια ποικιλία αρχείων δεδομένων και πληροφοριών επειδή έπρεπε να διερευνηθεί αν παραβίαζαν νομοθεσία σχετική με τον έλεγχο των εξαγωγών αμυντικού υλικού (Greenberg 2013a). Τα αρχεία του "Liberator" ήταν μεταξύ αυτών των αρχείων δεδομένων. Μέχρι την απομάκρυνση των αρχείων, είχαν ληφθεί από χρήστες του διαδικτύου περίπου 100.000 φορές στις πρώτες δύο ημέρες (Greenberg 2013b).

Τα αρχεία αυτά αποθηκεύτηκαν επίσης στο Mega.com, ένα δίκτυο ανταλλαγής αρχείων (peer to peer) με έδρα την Νέα Ζηλανδία. Τα αρχεία αυτά αφαιρέθηκαν επίσης γιατί θεωρήθηκαν ως «απειλή για την ασφάλεια της κοινότητας» (Greenberg, 2013a). Ωστόσο, ακόμα και τώρα είναι ακόμα δυνατό να βρεθούν τα σχέδια αυτά σε διάφορες άλλες ιστοσελίδες κοινής χρήσης αρχείων όπως το PirateBay ή στο darkweb, οπότε είναι πρακτικά αδύνατο να αφαιρεθούν από την κυκλοφορία στο διαδίκτυο (Walther, 2015).

Σύμφωνα με τον Haroon Khalid, έναν προγραμματιστή που εργαζόταν για την "Defense Distributed", έγινε λήψη (download) του «liberator» από χρήστες κυρίως στις ΗΠΑ, την Ισπανία, τη Βραζιλία, τη Γερμανία και το Ηνωμένο Βασίλειο (Greenberg, 2013a).

7.2.1 Αλλά λειτουργεί πραγματικά ο «απελευθερωτής» (Liberator);

Η δημοσίευση των ψηφιακών σχεδίων στο διαδίκτυο συνοδεύτηκε από ένα βίντεο στο κανάλι του κοινωνικού δικτύου του YouTube, του δημιουργού του Cody Wilson, στο οποίο απεικονίζεται να πυροβόλησε με το όπλο αυτό για πρώτη φορά (Walther, 2015). Το όπλο αυτό έχει επίσης δοκιμαστεί από διάφορες αρχές ασφαλείας σε όλο τον κόσμο (Kantchev, 2013). Εμπειρογνώμονες του Αυστριακού Υπουργείου Εσωτερικών κατέληξαν, μετά από τις δοκιμές τους ότι το όπλο είναι πράγματι ένα θανατηφόρο όπλο και μπορεί να προκαλέσει την ίδια ζημία με ένα συμβατικό όπλο

(Kantchev, 2013). Ωστόσο, σημείωσαν ότι προκειμένου να είναι ικανό το όπλο να πυροβολήσει εκ νέου έπρεπε να αλλάξουν την κάννη μετά από κάθε πυροβολισμό (Kantchev, 2013).

Οι αξιωματούχοι των αυστριακών αρχών είχαν κατεβάσει τα ψηφιακά σχέδια του πυροβόλου όπλου από το διαδίκτυο και «εκτύπωσαν» τρισδιάστατα το όπλο σε ένα μοντέλο τρισδιάστατου εκτυπωτή (3d printer) που κάθε άτομο θα μπορούσε να έχει αγοράσει από το διαδίκτυο έναντι του ποσού των 1.360\$. Οι αυστριακές αρχές χρειάστηκαν περίπου τριάντα (30) ώρες, και εξήντα οκτώ (68\$) δολαρίων αξίας, πλαστικό πολυμερές, προκειμένου να «χτιστεί» με τον τρισδιάστατο εκτυπωτή στρώμα-στρώμα σύμφωνα με τις οδηγίες του λογισμικού, για να κατασκευαστεί τελικά, το συγκεκριμένο όπλο (Kantchev, 2013).

Στις ΗΠΑ, το Γραφείο Αλκοόλ, Καπνού, Πυροβόλων όπλων και Εκρηκτικών (ATF) «εκτύπωσε» αρκετές εκδόσεις του όπλου αυτού (Reilly, 2013). Η απόδοση του όπλου εξαρτιόταν σε μεγάλο βαθμό από την ποιότητα του πλαστικού που είχε χρησιμοποιηθεί για την κατασκευή του. Η χρήση πλαστικού από την εταιρεία «Visijet» οδήγησε στην έκρηξη του πυροβόλου όπλου κατά τη διάρκεια της πυροδότησης του, ενώ με τη χρήση πλαστικού καλύτερης ποιότητας (acrylonitrile butadiene styrene), το όπλο εκτελούσε τις όποιες βολές σαν κανονικό πιστόλι, αν και ήταν λιγότερο ισχυρό, αλλά αρκετά δυνατό προκειμένου τα βλήματα που εκτοξευόταν να διεισδύσουν και να φτάσουν ζωτικά όργανα ή το κρανίο ενός ανθρώπου (Reilly, 2013).

Έτσι, η αστυνομία υποστήριξε ότι το πυροβόλο όπλο θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί από δολοφόνους που χρειάζονται μόνο έναν πυροβολισμό προκειμένου να επιτύχουν το αποτέλεσμα τους (Reilly, 2013). Ο λόγος πίσω από αυτή τη λογική, είναι ότι το όπλο είναι πολύ δύσκολο να ανιχνευθεί, καθώς απαιτεί μόνο ένα μικρό μεταλλικό καρφί για να λειτουργήσει ως μηχανισμό πυροδότησης (επικρουστήρας) και συνεπώς υπάρχει το ενδεχόμενο να μην εντοπίζεται εύκολα από τους ήδη υπάρχοντες ανιχνευτές μετάλλων (Walther, 2015).

Δύο δημοσιογράφοι της UK Daily Mail έκαναν ένα ασυνήθιστο πείραμα των μέτρων ασφαλείας. Μια Κυριακή πήραν το τρισδιάστατο εκτυπωμένο πυροβόλο όπλο μαζί τους στο τρένο που συνδέει το Λονδίνο με το Παρίσι (Eurostar) και το συναρμολόγησαν στην τουαλέτα (Murphy & Myers, 2013). Ωστόσο, ο δημοσιογράφος δεν έφερε μαζί του πάνω στην αμαξοστοιχία ούτε το μεταλλικό καρφί που θα λειτουργούσε ως επικρουστήρας, ούτε τις σφαίρες για λόγους ασφαλείας και εξαιτίας αποφυγής πιθανών νομικών επιπτώσεων που θα είχαν αν καταλαμβάνόταν από τις αρχές ασφαλείας (Murphy & Myers, 2013).

5 THE STROLL THROUGH THE SCANNERS

RUSSELL Myers, far left, and Simon Murphy walked unchallenged through security at St Pancras, taking the components through a Rapiscan metal detector, which is also widely used in airports.



6 THE CHILLING CONCLUSION

OUR reporter then freely walked through the carriages, past families and children, carrying the gun in his pocket, before posing for this picture. Once on to the streets of Paris, the firearm was disassembled and disposed of safely.



7 THE INTERNET PROOF THE GUN WORKS

FOOTAGE posted online shows Cody Wilson firing a live round from The Liberator on a shooting range in Texas last weekend, witnessed by observers.

Εικόνα 6: Ο δημοσιογράφος της UK Daily Mail ποζάρει μέσα στο Eurostar με τον «απελευθερωτή» ανά χείρας, Πηγή: (Murphy & Myers, 2013).

Ωστόσο, ο εντυπωσιασμός πίσω από όλη αυτήν την ιστορία είναι πολύ πιο έντονος αν αναλογιστεί κάποιος ότι ο κάθε επίδοξος αληθινός δολοφόνος ή τρομοκράτης θα έπρεπε να περάσει παράνομα και αυτά τα δύο πρόσθετα αντικείμενα επάνω στο τρένο προκειμένου να το καταστήσει λειτουργικό (Walther, 2015). Ενώ το μικρό μεταλλικό καρφί μπορεί να αποκρύπτεται εύκολα ή ίσως στο μέλλον να μπορεί

να μπορεί να κατασκευαστεί από πλαστικό, από την άλλη πλευρά η μεταφορά των πυρομαχικών (σφαίρες) διαμέσου των μεταλλικών ανιχνευτών είναι μια πιο δύσκολη πρόκληση (Walther, 2015).



4 **THE FINAL LETHAL WEAPON**

ONCE assembled, the plastic gun known as The Liberator, can fire a single 0.38 calibre round. After each shot, the barrel must be replaced. Our reporters hid the gun in three parts in their clothing (but without the easily concealed firing pin and bullet, for safety reasons) and headed to St Pancras.

© daily mail

Εικόνα 7: Οι δημοσιογράφοι της UK Daily Mail Simon Murphy και Russell Myers ποζάρουν έξω στο Eurostar κατά το ασυνήθιστο πείραμα ασφαλείας που πραγματοποίησαν, Πηγή: (Murphy & Myers, 2013).

Έχουν γίνει προσπάθειες προκειμένου να κατασκευαστεί μία τρισδιάστατα εκτυπωμένη σφαίρα από πλαστικό, αλλά αυτές έχουν πολύ κακή απόδοση και δουλεύουν μόνο ως μονόβολα κυνηγητικών όπλων (Kleinman, 2013). Επιπλέον, ακόμη και αυτά τα πλαστικά μονόβολα χρειάζονταν επιπλέον βάρος με τη μορφή κεφαλής μόλυβδου προκειμένου να είναι ικανά να αναπτύξουν ταχύτητα μετά την πυροδότηση τους (Kleinman, 2013).

7.2.2 Η περίπτωση του «Songbird .22 LR»

Από την πρώτη παρουσίαση του Liberator, η κοινότητα των χρηστών που δραστηριοποιείται στην εκτύπωση πυροβόλων όπλων με τη χρήση τρισδιάστατου εκτυπωτή έχει καταφέρει να παράγει και άλλα όπλα. Τον Σεπτέμβριο του 2013, ένας χρήστης δημοσίευσε τα αρχεία για την εκτύπωση ενός αυτόματου πιστολιού με την ονομασία «Songbird .22 LR» στο FOSSCAD, έναν ιστότοπο ανταλλαγής δεδομένων για σχέδια τρισδιάστατης εκτύπωσης (Tuccille, 2013), (το πρωτότυπο αρχείο στο FOSSCAD έχει αφαιρεθεί στη συνέχεια).



Εικόνα 8: Το τρισδιάστατα εκτυπωμένο πιστόλι «Songbird» με ενσωματωμένη δίοπτρα σκόπευσης, Πηγή: (PrintedFirearm, 2015)

Ωστόσο, το πιστόλι αυτό απαιτεί τη χρήση ορισμένων μεταλλικών μερών για να λειτουργήσει (επικρουστήρας κλπ), όλα τα άλλα μέρη είναι κατασκευασμένα από πλαστικό, (Walther, 2015). Ο χρήστης, Proteus, ισχυρίστηκε επίσης ότι η κάννη του όπλου μπορεί επίσης να κατασκευαστεί από πλαστικό, αν το πιστόλι κατασκευαστεί ως πλήρως αυτόματο (Tuccille, 2013).



Εικόνα 9: Τα τμήματα του τρισδιάστατα εκτυπωμένου όπλου «Songbird», Πηγή: (PrintedFirearm, 2015)

7.2.3 Η περίπτωση του «M1911»

Λίγους μήνες αργότερα τον Νοέμβριο του 2013, η εταιρεία “*US Solid Concepts*” κυκλοφόρησε ένα βίντεο που έδειξε το πρώτο τρισδιάστατο εκτυπωμένο μεταλλικό όπλο με την ονομασία “*M1911*” (Welch, 2013). Η εταιρεία ισχυρίζεται ότι το πυροβόλο όπλο πυροβόλησε με επιτυχία περισσότερους από 600 γύρους χωρίς δυσλειτουργίες. Κατά την παρουσίαση του τρισδιάστατου εκτυπωμένου όπλου δεν υπήρχε σχεδόν καμία ανησυχία, καθώς οι μεταλλικοί τρισδιάστατοι εκτυπωτές είναι εξαιρετικά ακριβοί και ποιοτικοί (Welch, 2013). Οι περισσότεροι από τους εκτυπωτές αυτούς που χρησιμοποιούν ως πρώτη ύλη το μέταλλο, ήταν και εξακολουθούν να χρησιμοποιούνται για βιομηχανικούς και όχι για οικιακούς σκοπούς με αποτέλεσμα να κοστίζουν εκατοντάδες χιλιάδες δολάρια για την αγορά τους (Walther, 2015).



Εικόνα 10: Το πρώτο μεταλλικό τρισδιάστατα εκτυπωμένο όπλο της *Solid Concepts*, (Πηγή: Welch, 2013).

Ωστόσο το Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο του Μίσιγκαν (MIT) το 2013, δημοσίευσε μια ιστορία που περιγράφει πώς μια πανεπιστημιακή ομάδα δημιούργησε έναν τρισδιάστατο μεταλλικό εκτυπωτή χρησιμοποιώντας εξαρτήματα και υλικά που κοστίζουν λιγότερο από 1.500 δολάρια (Goodrich, 2013). Το συνοδευτικό άρθρο που δημοσιεύεται στο IEEE Access περιγράφει τον τρόπο συναρμολόγησης του εκτυπωτή (Anzalone, Chenlong Zhang, Wijnen, Sanders, & Pearce, 2013).

Ενώ ο τρισδιάστατος εκτυπωτής μπορεί να μην παράγει απαραίτητα τα ίδια αποτελέσματα από την άποψη της ποιότητας με τους βιομηχανικούς μεταλλικούς εκτυπωτές (από την άποψη ότι χρησιμοποιεί πλαστικό), μπορεί ωστόσο να υποστηριχθεί ότι μέσα από την ταχύτητα αναπτυσσόμενη τεχνολογία μπορεί να βελτιωθεί η ποιότητα τους στο εγγύς μέλλον (Walther, 2015).

7.2.4 Η περίπτωση του ημιαυτόματου όπλου «Shuty»

Τον Αύγουστο του 2015 κυκλοφόρησε στο κοινωνικό δίκτυο του “Youtube” ένα βίντεο σχετικά με την επιτυχημένη δοκιμή πυροδότησης του πρώτου τρισδιάστατα εκτυπωμένου ημιαυτόματου όπλου, (Grunewald, 2015). Το πυροβόλο όπλο ονομάζεται «*Shuty*» και, ενώ δεν ήταν όλα τα μέρη του εντελώς εκτυπωμένα με τη χρήση τρισδιάστατου εκτυπωτή, ήταν το πιο κοντινό σε ένα τρισδιάστατο εκτυπωμένο ημιαυτόματο όπλο από ό,τι έχει παρουσιαστεί προηγουμένως (Grunewald, 2015).

Η εξέλιξη του το «*Shuty v2*» ήταν στην πραγματικότητα ένα υβριδικό όπλο που κατασκευάστηκε κυρίως από τρισδιάστατα εκτυπωμένα εξαρτήματα και μερικά εξαρτήματα από ένα πρότυπο ημιαυτόματο όπλο AR-15 (Grunewald, 2016). Η τελευταία έκδοση του «*Shuty*» βελτιώθηκε σε σχέση με τον προηγούμενο σχεδιασμό σχεδόν σε κάθε τρόπο που μπορεί να φανταστεί κανείς: είναι μικρότερο, έχει λιγότερα μεταλλικά μέρη και το όπλο έχει λιγότερα εξαρτήματα, ώστε να είναι ευκολότερο να συναρμολογηθεί (Grunewald, 2016).



Εικόνα 11: Το μη συναρμολογημένο *Shuty V2 MP-1*, (Πηγή: Grunewald, 2016).

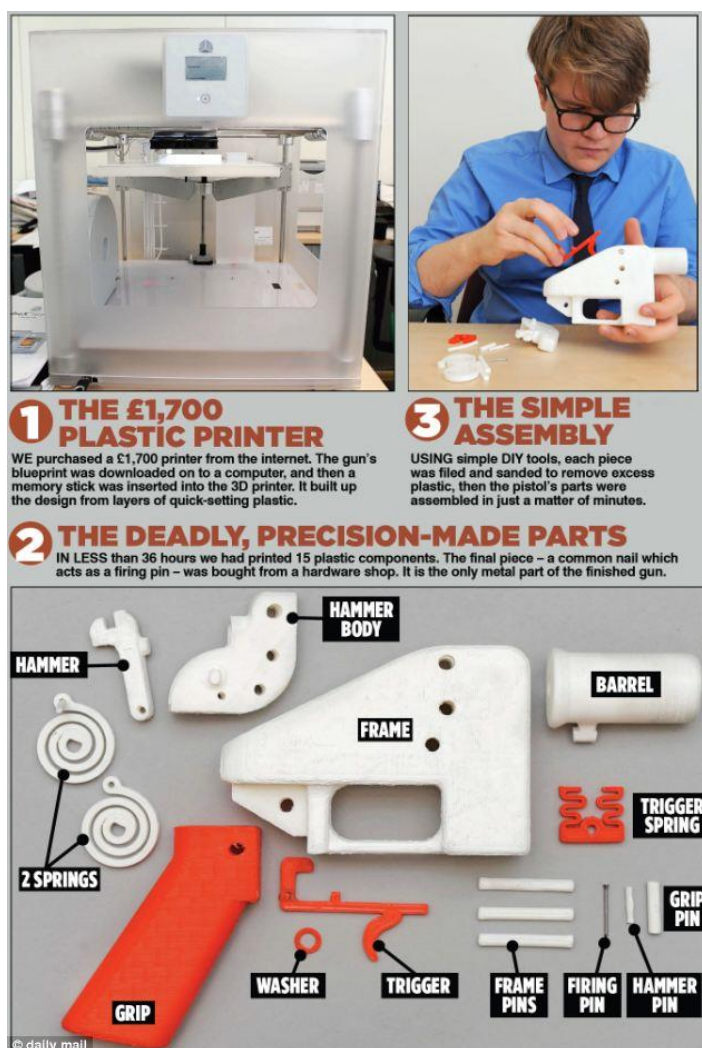
Συμπερασματικά θα μπορούσε να αναφερθεί ότι τα προηγούμενα παραδείγματα που αναφέρθηκαν υπογραμμίζουν ότι η δυνατότητα κατασκευής ενός τρισδιάστατα εκτυπωμένου όπλου υποβοηθείται από τρεις εξελίξεις:

- Πρώτον, τα άτομα που ενδιαφέρονται να δημιουργήσουν όπλα αναπτύσσουν καλύτερα μοντέλα όπλων ακόμα και ημιαυτόματα. Επιπλέον, μπορούν να αναπτύξουν καινοτόμα και μοναδικά είδη όπλων που φαίνονται ότι λειτουργούν πολύ διαφορετικά από τα σημερινά παραδοσιακά όπλα όπως τα γνωρίζουμε.
- Δεύτερον, η όποια πρόοδος στην επιστήμη της χημείας, ενδέχεται να οδηγήσει στη παραγωγή ισχυρότερων και πιο ανθεκτικών πλαστικών. Για παράδειγμα ο τύπος του πλαστικού (ATF) που χρησιμοποιήθηκε για την εκτύπωση του *Liberator* ήταν πολύ σημαντικός για να καταστεί το όπλο λειτουργικό και εν τέλει να πυροδοτήσει. Επιπλέον μπορεί να είναι δυνατό, στο μέλλον να εκτυπωθεί τόσο ο επικρουστήρας όσο και οι σφαίρες από πλαστικό, αν και το τελευταίο μπορεί να είναι πολύ πιο δύσκολο.
- Τρίτον, η πρόοδος και η εξέλιξη των οικιακών τρισδιάστατων εκτυπωτών θα μπορούσαν να έχουν σημαντικές επιπτώσεις στον προσδιορισμό των τύπων των όπλων και της ποιότητάς τους, που μπορούν να κατασκευαστούν από μεμονωμένους χρήστες ακόμα και στην ιδιωτικότητα του σπιτιού τους.

7.3 Πως θα μπορούσε να «εκτυπωθεί» ένα όπλο;

Στη συνέχεια θα αναλυθεί πως λειτουργεί ένας τρισδιάστατος εκτυπωτής με ένα υποθετικό παράδειγμα «εκτύπωσης» ενός όπλου. Η τεχνολογία της προσθετικής κατασκευής έχει τη δυνατότητα να εφαρμόζεται σε εκτυπωτές με διάφορα μεγέθη και σχήματα και είναι ανεξάρτητη από το είδος του τρισδιάστατου εκτυπωτή ή από το υλικό που χρησιμοποιείται για την «εκτύπωση» (Τράντζας, 2016).

Το αντικείμενο που μας ενδιαφέρει δεν είναι απαραίτητα να εκτυπωθεί ως ένα ενιαίο σύνολο αλλά και σε επιμέρους κομμάτια ή τμήματα τα οποία στη συνέχεια μπορούν αν συνδεθούν ή να συναρμολογηθούν μεταξύ τους προκειμένου να συνθέσουν το τελικό αντικείμενο. Όπως είδαμε και παραπάνω ο «απελευθερωτής» (liberator) αποτελείται από δεκαέξι τμήματα εκ των οποίων τα δεκαπέντε είναι κατασκευασμένα με τη χρήση τρισδιάστατου εκτυπωτή (Greenberg, 2013b).



Εικόνα 12: Τα μέρη του πρώτου τρισδιάστατου εκτυπωμένου όπλου με την ονομασία «απελευθερωτής» (liberator), Πηγή: (Murphy & Myers, 2013).

Έτσι για παράδειγμα ένας επίδοξος κακόβουλος γνώστης αυτής της τεχνολογίας θα μπορούσε να εκτυπώσει τα διάφορα τμήματα ενός όπλου τα οποία θα μπορούσε να συνθέσει στη συνέχεια για να φτιάξει ένα λειτουργικό όπλο, πιστόλι ή περίστροφο όπως είδαμε στην περίπτωση του «απελευθερωτή» (liberator).

Η διαδικασία της τρισδιάστατης εκτύπωσης ακολουθεί τα ίδια βασικά βήματα:

Ξεκινά με τη δημιουργία ενός τρισδιάστατου σχεδίου από το αντικείμενο που θέλει κανείς να «εκτυπώσει», χρησιμοποιώντας ειδικό σχεδιαστικό ψηφιακό λογισμικό CAD (Computer Aided Design). Το αρχικό ψηφιακό μοντέλο μπορεί επίσης να προκύψει μέσω της χρήσης κάποιου τρισδιάστατου σαρωτή όπου το πρωτότυπο μοντέλο σαρώνεται και αποθηκεύεται ψηφιακά. Διαφορετικά μπορεί να προκύψει κατεβάζοντας απλώς κάποιο ψηφιακό αρχείο το οποίο περιέχει το τρισδιάστατο σχέδιο από τη διαδικτυακή αγορά.

Στη περίπτωση μας αυτό μπορεί να γίνει μέσα από το διαδίκτυο. Μέσα από μία σχετική αναζήτηση στο δημοφιλή παράνομο ιστότοπο του Piratebay ο χρήστης μπορεί να βρει τέτοια σχέδια ωστόσο η ταυτότητα του (IP) μπορεί να αποκαλυφθεί. Πιο δύσκολο να συμβεί αυτό μέσα από το σκοτεινό διαδίκτυο (DarkWeb) και τη χρήση του Tor⁶. Ο επίδοξος κατασκευαστής όπλου μπορεί να κατεβάσει το σχετικό αρχείο από τις διάφορες διαδικτυακές αγορές (Dream Market, Wall Street Market κλπ) είτε δωρεάν είτε με τη χρήση κρυπτονομισμάτων (λ.χ. Bitcoin, Monero, Ethereum κλπ).

Η προετοιμασία του εκτυπωτή περιλαμβάνει καταρχάς το γέμισμα του με τις πρώτες ύλες (όπως πλαστικά, σκόνες μετάλλων κλπ). Πρέπει μάλιστα να διαλέξει κανείς το υλικό με το οποίο θα επιτύχει καλύτερα τις συγκεκριμένες ιδιότητες που απαιτούνται για το αντικείμενο που θέλει να παραγάγει. Η ποικιλία των υλικών που χρησιμοποιούνται στους τρισδιάστατους εκτυπωτές είναι πολύ μεγάλη. Περικλείει πλαστικά, κεραμικά, ρητίνη, μέταλλα, άμμο, υφάσματα, βιοϋλικά, ακόμη και βιοϋλικά ή βρώσιμα υλικά όπως παρουσιάστηκε και σε προηγούμενη ενότητα σχετικά με τις εφαρμογές της τρισδιάστατης εκτύπωσης.

Ο επίδοξος κατασκευαστής όπλου μπορεί να χρησιμοποιήσει ως υλικό το μέταλλο ωστόσο το όπλο θα μπορεί να εντοπιστεί εύκολα από ανιχνευτές μετάλλου και επιπλέον απαιτείται ειδικός εξοπλισμός και κοστίζει πιο ακριβά. Η επιλογή της χρήσης πλαστικού θα κάνει το όπλο πιο δύσκολα ανιχνεύσιμο από ανιχνευτές μετάλλου και θα απαιτείται πλέον τυχόν αναγνώριση των μερών του από ανιχνευτές ακτίνων X (X-Ray), (Reilly, 2013).

Επιπλέον, απαιτείται προετοιμασία της πλατφόρμας κατασκευής (σε ορισμένες περιπτώσεις, ίσως χρειαστεί να καθαριστεί ή να εφαρμόσει μια κόλλα για να αποτραπεί η μετακίνηση και στρέβλωση του αντικειμένου από τη θερμότητα κατά τη διάρκεια της διαδικασίας εκτύπωσης). Η πλατφόρμα κατασκευής είναι η βάση πάνω στην οποία θα «εκτυπωθούν» τα διάφορα τμήματα ή μέρη που μπορούν να συνθέσουν ένα όπλο, πιστόλι ή περίστροφο.

Μόλις φορτωθεί το ψηφιακό μοντέλο στον εκτυπωτή, το μηχάνημα αναλαμβάνει αυτόματα τη δημιουργία του επιθυμητού αντικειμένου. Ενώ οι διεργασίες εκτύπωσης ποικίλλουν ανάλογα με τον τύπο της τεχνολογίας του τρισδιάστατου εκτυπωτή, η εξώθηση υλικού (η οποία περιλαμβάνει έναν αριθμό διαφορετικών τύπων διεργασιών) είναι η πιο κοινή μέθοδος που χρησιμοποιείται στους επιτραπέζιους τρισδιάστατους εκτυπωτές.

Η εξώθηση υλικού λειτουργεί σαν ένα πυροβόλο όπλο κόλλας. Το υλικό εκτύπωσης, κατά κανόνα ένα πλαστικό νήμα, θερμαίνεται μέχρις ότου υγροποιείται και

⁶ Το Tor, είναι το αρκτικόλεξο για το “The Onion Router” και είναι ένα δωρεάν δίκτυο που έχει σχεδιαστεί για να αποκρύπτει την πραγματική διεύθυνση του Internet Protocol (IP) δρομολογώντας την περιήγηση μέσα στο διαδίκτυο μέσω πολλών εξυπηρετητών του δικτύου Tor. Το Tor χρησιμοποιείται από διάφορους ανθρώπους τόσο για παράνομους όσο και για νόμους σκοπούς, πράγμα που αναγνωρίστηκε επίσης στην καταγγελία κατά του Ross William Ulbricht, κατηγορούμενου ότι ήταν ο κύριος διαχειριστής της γνωστής σκοτεινής διαδικτυακής αγοράς «Ο Δρόμος του μεταξιού-Silk Road», (Europol, 2014).

εξωθείται μέσω του ακροφυσίου εκτύπωσης (η άκρη από την οποία εκτινάσσεται το νήμα). Αντλώντας τα δεδομένα του σχεδίου από το ψηφιακό αρχείο, το μοντέλο χωρίζεται σε λεπτές δισδιάστατες διατομές, ώστε ο εκτυπωτής να ξέρει ακριβώς πού να τοποθετήσει το πλαστικό υλικό (πολυμερές) μέσω του ακροφυσίου σε λεπτές στρώσεις.

Στη συνέχεια υλικό εκτύπωσης στερεοποιείται γρήγορα, και δένεται με το κάτω στρώμα του υλικού, πριν η πλατφόρμα χαμηλώσει πάλι και η κεφαλή εκτύπωσης προσθέσει ένα νέο στρώμα. Ανάλογα με το σχέδιο, το μέγεθος και την πολυπλοκότητα του αντικειμένου, η όλη διαδικασία της εκτύπωσης μπορεί να διαρκέσει από λίγα λεπτά της ώρας έως κάποιες ημέρες.

Αφού ολοκληρωθεί η τρισδιάστατη εκτύπωση, κάθε αντικείμενο απαιτεί μία ελάχιστη μεταποίηση η οποία περιλαμβάνει ποικιλία πρακτικών (απλών ή περισσότερο σύνθετων), από την απλή αποκόλληση του αντικειμένου από την πλατφόρμα εκτύπωσης ή το βούρτσισμα/φινίρισμα, έως την αφαίρεση των «δομών στήριξης» από το αντικείμενο (προσωρινό υλικό που τυπώνεται για τη στήριξη προεξοχών επί του αντικειμένου επάνω στη βάση εκτύπωσης).

Αυτό το βήμα απαιτεί συχνά εξειδικευμένες δεξιότητες και υλικά. Έτσι τα μέρη ή τα τμήματα ενός όπλου όταν «εκτυπωθούν», συχνά δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν άμεσα μέχρις ότου λειανθούν ή βαφτούν ώστε να ολοκληρωθεί ο αρχικός σχεδιασμός του και τέλος να συναρμολογηθούν. Όλα αυτά τα παραδείγματα που αναφέρθηκαν προηγουμένως μπορεί να εντείνουν την ανησυχία ότι τα τρισδιάστατα εκτυπωμένα όπλα είναι ανεξέλεγκτα και δεν μπορούν να ρυθμιστούν. Στη συνέχεια θα αναλυθεί το νομικό πλαίσιο στο οποίο υπάγονται οι περιπτώσεις τέτοιων όπλων.

8 Νομοθεσία και Τρισδιάστατη Εκτύπωση Όπλων

Οι περισσότερες κυβερνήσεις ρυθμίζουν την παραγωγή πυροβόλων όπλων σε κάποιο βαθμό, μολονότι ο βαθμός ρύθμισης μπορεί να ποικίλλει από χώρα σε χώρα.

8.1 Εθνικές Νομοθεσίες

Στις Ηνωμένες Πολιτείες (ΗΠΑ), για παράδειγμα, δίνεται η δυνατότητα σε άτομα, χωρίς άδεια να μπορούν να παράγουν πυροβόλα όπλα για προσωπική χρήση, εφόσον δεν πωλούν ή μεταφέρουν το τελικό προϊόν (USDOJ, 2005). Αυτοί οι νόμοι ισχύουν ανεξάρτητα από τις τεχνικές κατασκευής που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή του πυροβόλου όπλου, πράγμα που σημαίνει ότι σε πολλές περιπτώσεις τα άτομα μπορούν νομίμως να παράγουν τρισδιάστατα πυροβόλα όπλα.

Ωστόσο, τα άτομα που παράγουν τα δικά τους πυροβόλα όπλα πρέπει να συμμορφώνονται με τους σχετικούς νόμους των ΗΠΑ, οι οποίοι ενδέχεται να περιορίζουν τον τύπο πυροβόλων όπλων που μπορούν να παράγουν και όπου μπορούν να μεταφέρουν ή να το χρησιμοποιήσουν (Jones, 2015).

Φυσικά, αυτό το δικαίωμα να παράγει πυροβόλο όπλο για προσωπική χρήση μπορεί να είναι μοναδικό στις ΗΠΑ (Walther, 2015). Άλλες χώρες δεν επιτρέπουν την ανεξέλεγκτη κατασκευή πυροβόλων όπλων. Στην Ιαπωνία, για παράδειγμα, η κατασκευή πυροβόλων όπλων ρυθμίζεται από αντίστοιχη νομοθεσία. Κάθε πρόσωπο που σκοπεύει να κατασκευάσει πυροβόλα όπλα πρέπει να λάβει άδεια από το αντίστοιχο Υπουργείο (Jones, 2015).

Παρόμοιοι περιορισμοί στην κατασκευή πυροβόλων όπλων υπάρχουν και σε πολλές άλλες χώρες, και αυτές εφαρμόζονται κανονικά και στη περίπτωση τρισδιάστατα εκτυπωμένων όπλων και των εξαρτημάτων τους, ανάλογα με την περίπτωση όπως και για τα πυροβόλα όπλα που παράγονται με παραδοσιακές μεθόδους κατασκευής (Jones, 2015).

Ποια είναι όμως η κατάσταση στις άλλες πέντε πρώτες χώρες, δηλαδή στην Ισπανία, τη Βραζιλία, τη Γερμανία και το Ηνωμένο Βασίλειο, στις οποίες το αρχείο για την εκτύπωση του Liberator «είχε κατέβει» από το διαδίκτυο;

Στην Ισπανία, *«το Σύνταγμα έχει επιφυλάξει στο κράτος την αποκλειστική αρμοδιότητα σε θέματα που σχετίζονται με την παραγωγή, το εμπόριο, την κατοχή και τη χρήση πυροβόλων όπλων και εκρηκτικών»* (Library of Congress, 2018b). Στη Βραζιλία, η παραγωγή οπλισμού και το εμπόριο όπλων ρυθμίζονται από την ομοσπονδιακή κυβέρνηση. Ο ποινικός κώδικας ποινικοποιεί τη συμπεριφορά που συνεπάγεται, μεταξύ άλλων, τη διαχείριση υλικών για την παραγωγή όπλων (Library of Congress, 2018a).

Στη Γερμανία, η παραγωγή όπλων ρυθμίζεται από το νόμο και οποιοσδήποτε θέλει να παράγει όπλα θα πρέπει να προμηθευτεί με μία *«Waffenherstellungserlaubnis»* («άδεια για την παραγωγή όπλων») προκειμένου να είναι νόμιμος να το πράξει (Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz, 2018).

Στο Ηνωμένο Βασίλειο, η παραγωγή πυροβόλων όπλων χωρίς άδεια απαγορεύεται από σχετική νομοθεσία (1968 Firearms Act). Ωστόσο, παρόλο που τα τρισδιάστατα εκτυπωμένα πυροβόλα όπλα καλύπτονται ήδη από τη σχετική νομοθεσία, η βρετανική κυβέρνηση *«ενημέρωσε τις ρυθμίσεις της νομοθεσίας της για να απαγορεύσει την κατασκευή, την πώληση, την αγορά και την κατοχή τους»* (Berry, 2013).

Στην Αυστραλία ενώ έχουν ήδη τεθεί ορισμένοι περιορισμοί στην κατοχή τρισδιάστατων εκτυπωμένων όπλων, τώρα είναι ποινικό αδίκημα και η κατοχή ψηφιακού αρχείου που προορίζεται για την κατασκευή όπλων επισύροντας ποινή φυλάκισης μέχρι 14 έτη (Millsaps, 2015; NSW, 2015). Αυτός ο νόμος θα εμπόδιζε την τρισδιάστατη εκτύπωση όπλων και θεωρητικά είναι σε θέση να περιορίσει και να ποινικοποιήσει το πρόβλημα της κατοχής τρισδιάστατα εκτυπωμένων όπλων από την κατοχή ήδη του ψηφιακού αρχείου, πριν ακόμη αυτό φτάσει και σε φυσική μορφή, μέσω της τρισδιάστατης εκτύπωσης (NSW, 2015).

Στην Ελλάδα η νομοθεσία περί όπλων ρυθμίζεται από το Ν. 2168/1993 (ΦΕΚ 147/Α93) όπου αναφέρει ότι *«Όπλο είναι κάθε μηχανήμα, το οποίο, με ωστική δύναμη που παράγεται με οποιονδήποτε τρόπο, εκτοξεύει βλήμα ή χημικές ουσίες ή ακτίνες ή φλόγες ή αέρια και μπορεί να επιφέρει κάκωση ή βλάβη της υγείας σε πρόσωπα ή βλάβη σε πράγματα ή να προκαλέσει πυρκαγιά και ιδίως κάθε πυροβόλο όπλο, χειροβομβίδα και νάρκη κάθε τύπου, όπως και κάθε συσκευή που μπορεί να προκαλέσει με οποιονδήποτε τρόπο τα ανωτέρω αποτελέσματα.»*

Από τον παραπάνω εννοιολογικό ορισμό αυτόν καταλαβαίνουμε ότι είναι ανεξαρτήτως ο τρόπος κατασκευής του όπλου και το πώς έχει κατασκευαστεί. Συνεπώς στην κατηγορία των όπλων και στην ελληνική έννομη τάξη εντάσσονται και τα τρισδιάστατα εκτυπωμένα όπλα που έχουν τα παραπάνω χαρακτηριστικά. Επιπλέον για την κατασκευή, εμπορία και διάθεση όπλων απαιτείται ειδική άδεια.

8.2 Ευρωπαϊκή Νομοθεσία

Όσον αφορά τη διάδοση των σχεδίων που επιτρέπουν την εκτύπωση ενός τρισδιάστατα εκτυπωμένου όπλου όπως το Liberator, οι χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ) συμμορφώνονται επιπλέον και με την κοινή θέση της Ευρωπαϊκής Ένωσης υπ' αριθμ. 2008/944/CFSP (Council of the European Union, 2008a) άλλα και σύμφωνα με την Οδηγία (Directive) υπ' αριθμ. 2008/51/EC για τις εξαγωγές όπλων.

Σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης, η απόκτηση και η κατοχή όπλων και συναφών θεμάτων ρυθμίζονται από δύο οδηγίες: (1) Οδηγία 91/477/EC και (2) Οδηγία 2008/51/EC. Οι οδηγίες αυτές έχουν ως στόχο να εξασφαλίσουν τον έλεγχο της απόκτησης και κατοχής όπλων, να διευκολύνουν τη ροή πυροβόλων όπλων σε μια ενιαία αγορά και να μεταφέρουν στο δίκαιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης το Πρωτόκολλο των Ηνωμένων Εθνών κατά της παράνομης κατασκευής και εμπορίας πυροβόλων όπλων (United Nations, 2001). Και οι δύο Οδηγίες περιέχουν ελάχιστες απαιτήσεις με τις οποίες καλούνται τα κράτη μέλη να συμμορφωθούν. Τα μέλη της ΕΕ είναι ελεύθερα να επιβάλλουν αυστηρότερους κανόνες σχετικά με τα πυροβόλα όπλα αν το κρίνουν απαραίτητο.

Σύμφωνα με την Οδηγία 91/477/EC, τα πυροβόλα όπλα ταξινομούνται σε τέσσερις κατηγορίες με βάση το επίπεδο επικινδυνότητας τους: 1) απαγορευμένα, 2) υποκείμενα σε άδεια, 3) υποκείμενα σε δήλωση και 4) σε αυτά τα οποία δεν είναι υποκείμενα των διατάξεων αυτών (Council of the European Union, 1991).

Σε γενικές γραμμές, η απόκτηση και η κατοχή πυροβόλων όπλων υπόκειται σε άδεια και άλλα προσόντα που πρέπει να πληρούνται από άτομα, όπως τα άτομα που έχουν «καλό σκοπό», τουλάχιστον δεκαοκτώ ετών και δεν αποτελούν κίνδυνο για τον εαυτό τους ή την κοινωνία (Council of the European Union, 1991).

Η Οδηγία 2008/51/EC απαιτεί από τα μέλη της ΕΕ να διασφαλίζουν ότι κάθε πυροβόλο όπλο ή μέρος αυτού επισημαίνεται και καταχωρείται πριν από την είσοδο του στην αγορά. Επιπλέον, απαιτεί από τα κράτη μέλη της ΕΕ να δημιουργήσουν μητρώο πυροβόλων όπλων, στο οποίο θα έχουν πρόσβαση μόνο οι ορισθείσες αρχές των χωρών (Council of the European Union, 2008b).

Το πρωτόκολλο των Ηνωμένων Εθνών (United Nations, 2001) υποχρέωσε την ΕΕ να επισημαίνει⁷ (να «μαρκάρει») τα όπλα κατά τη στιγμή της κατασκευής τους και κατά τη στιγμή της μεταφοράς τους από κρατικά αποθέματα σε μη στρατιωτική χρήση (Council of the European Union, 2008b), ενώ η Οδηγία 91/477/EC δεν παρείχε σαφή υποχρέωση. Επιπλέον, η Οδηγία 2008/51/EC αύξησε την ελάχιστη χρονική περίοδο του πρωτοκόλλου των Ηνωμένων Εθνών για τη διατήρηση πληροφοριών πυροβόλων όπλων σε μητρώα από δέκα σε είκοσι χρόνια (Council of the European Union, 2008b).

Η κοινή θέση της ΕΕ (2008/944/CFSP) ισχύει για όλα τα είδη του κοινού στρατιωτικού καταλόγου της ΕΕ. Όσον αφορά τη δημοσίευση σχεδίων για το Liberator ή παρόμοια όπλα, ο Κοινός Στρατιωτικός Κατάλογος της ΕΕ περιλαμβάνει τους όρους «Τεχνολογία» «που απαιτείται» για την «ανάπτυξη» και την «παραγωγή» μικρών

⁷ «απαιτείται μια μοναδική σήμανση, η οποία περιλαμβάνει το όνομα του κατασκευαστή, τη χώρα ή τον τόπο παρασκευής, τον αύξοντα αριθμό και το έτος κατασκευής (αν δεν περιλαμβάνεται στον αύξοντα αριθμό)» ή «να διατηρεί οποιοδήποτε άλλο μοναδικό και φιλικό προς το χρήστη σήμα με έναν αριθμό ή αλφαριθμητικό κωδικό» που επιτρέπει την εύκολη αναγνώριση της χώρας κατασκευής από όλα τα κράτη μέλη της ΕΕ.

όπλων, ακόμη και αν χρησιμοποιείται για την παραγωγή «αντιγράφων μικρών όπλων αντίκας» (Council of the European Union, 2008a).

Βάσει της κοινής θέσης της ΕΕ (2008/944/CFSP), οποιοσδήποτε διαδίδει σχεδιαγράμματα για την εκτύπωση πυροβόλου όπλου με τη χρήση τρισδιάστατης εκτύπωσης (3D) θα πρέπει να υποβάλει αίτηση για άδεια αδειας εξαγωγής. Δεδομένου ότι δεν υπάρχει συγκεκριμένος τελικός χρήστης, όπως απαιτείται κατά τη διάδοση σχεδίων μέσω του διαδικτύου, είναι πολύ απίθανο να χορηγηθεί μία τέτοια άδεια (Council of the European Union, 2008a).

8.3 Διεθνής Νομοθεσία

8.3.1 Συνθήκη Εμπορίας Όπλων του Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών

Εκτός από το εθνικό και το ευρωπαϊκό δίκαιο, υπάρχουν επίσης διεθνείς συμφωνίες όπως η Συνθήκη Εμπορίας Όπλων (Arms Trade Treaty-ATT) του Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών (ΟΗΕ) που έχουν αντίκτυπο στη διανομή τυπωμένων όπλων και των σχεδία των τρισδιάστατα εκτυπωμένων όπλων (UNODA, 2013). Η Συνθήκη Εμπορίας Όπλων του ΟΗΕ εγκρίθηκε στις 2 Απριλίου 2013 και άρχισε να ισχύει από τις 24 Δεκεμβρίου 2014. Μέχρι στιγμής έχει υπογραφεί από 130 κράτη μέλη και έχει κυρωθεί από 89 (UNODA, 2013).

Όσον αφορά το πεδίο εφαρμογής της, η Συνθήκη Εμπορίας Όπλων (ATT) του ΟΗΕ καλύπτει τα φορητά όπλα και τα ελαφρά όπλα καθώς και τα εξαρτήματα των όπλων και, ως εκ τούτου, ισχύει και για κάθε τρισδιάστατα εκτυπωμένο όπλο όπως η περίπτωση του “Liberator” (Νόμος 4365/2016). Ωστόσο, δεν καλύπτει οποιαδήποτε μεταφορά τεχνολογίας και επομένως δεν ισχύει για τη μεταφορά και τη διάδοση των σχεδίων για τρισδιάστατα όπλα μέσω του διαδικτύου.

Όπως συμβαίνει με άλλες συμβάσεις του ΟΗΕ για τον έλεγχο των εξοπλισμών, η Συνθήκη Εμπορίας Όπλων (ATT) του ΟΗΕ δεν αποτελεί δεσμευτικό νομικό κείμενο, και η επικύρωση της σύμβασης απαιτεί τη θέσπιση σχετικής εθνικής νομοθεσίας από τα κράτη μέλη του ΟΗΕ. Στην Ελλάδα με το Νόμο 4365/2016 (ΦΕΚ 16/Α/12-2-2016) κυρώθηκε η Συνθήκης Εμπορίας Όπλων του ΟΗΕ.

8.3.2 Η Συμφωνία του Wassenaar

Εκτός από την Συνθήκη Εμπορίας Όπλων (ATT) του ΟΗΕ, η «Συμφωνία του Wassenaar» για τους ελέγχους εξαγωγών συμβατικών όπλων και προϊόντων και τεχνολογιών διπλής χρήσης καλύπτει επίσης την προβληματική των τρισδιάστατα εκτυπωμένων όπλων (Walther, 2015). Η Συμφωνία του Wassenaar (πόλη της Ολλανδίας) αναπτύχθηκε για να αυξήσει την περιφερειακή και διεθνή σταθερότητα και ασφάλεια, αποτρέποντας έτσι αποσταθεροποιητικές συσσωρεύσεις μεταξύ των κρατών (Wassenaar Arrangement, 2017).

Τα συμμετέχοντα κράτη επιδιώκουν, μέσω των εθνικών τους πολιτικών, να διασφαλίσουν ότι οι μεταφορές αυτών των «διπλής χρήσης» στοιχείων και υλικών δεν συμβάλλουν στην ανάπτυξη ή την ενίσχυση των στρατιωτικών δυνατοτήτων που υπονομεύουν αυτούς τους στόχους και δεν διοχετεύονται προς υποστήριξη τέτοιων δυνατοτήτων (Wassenaar Arrangement, 2017). Αποτελείται από 41, κυρίως βιομηχανικές, χώρες μεταξύ των οποίων και η Ελλάδα.

Λειτουργεί παρόμοια με την Συνθήκη Εμπορίας Όπλων (ATT) του ΟΗΕ, δεδομένου ότι απαιτεί από τις συμμετέχουσες χώρες να υιοθετήσουν την εθνική

νομοθεσία και να αναπτύξουν αποτελεσματικούς ελέγχους των εξαγωγών. Εκτός από την κάλυψη της εξαγωγής φυσικών εξαρτημάτων, περιλαμβάνει επίσης και τη μεταφορά τεχνολογίας και επομένως καταλαμβάνει και τα σχέδια των τρισδιάστατα εκτυπωμένων όπλων (Walther, 2015).

Συμπερασματικά, οι εθνικοί νόμοι που αφορούν την παραγωγή όπλων ισχύουν άμεσα και για την παραγωγή τρισδιάστατα τυπωμένων όπλων. Φυσικά, μπορεί να είναι πιο περίπλοκο από πρακτική άποψη να ελέγχεται η τρισδιάστατη εκτύπωση ενός όπλου σε σύγκριση με την κατασκευή ενός μεταλλικού πυροβόλου όπλου από την παραδοσιακή βιομηχανία.

Ομοίως, όσον αφορά τη μεταφορά όπλων, τόσο οι εθνικές όσο και οι διεθνείς συμφωνίες που ρυθμίζουν τη μεταφορά όπλων ισχύουν και για τα τρισδιάστατα εκτυπωμένα όπλα καθώς και τα σχέδιά τους. Ενώ ο πραγματικός ή αλλιώς φυσικός έλεγχος της μεταφοράς τρισδιάστατων όπλων και εξαρτημάτων δεν δημιουργεί κανένα νέο πρόβλημα, ο έλεγχος των ηλεκτρονικών σχεδίων και της διακίνησης τους μέσω του διαδικτύου φαίνεται σχεδόν αδύνατος για τους λόγους που είδαμε και παραπάνω.

Το ερώτημα λοιπόν είναι αν και σε ποιο βαθμό η διαθεσιμότητα των σχεδίων εκτύπωσης τρισδιάστατα εκτυπωμένων όπλων και η συναφής δυνατότητα αύξησης της ιδιοκτησίας όπλων θα αποτελέσουν μία νέα σημαντική και σοβαρή πρόκληση για την ασφάλεια.

9 Εγκληματικότητα και Ιδιοκτησία όπλων

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, οι αρχές ασφαλείας κάθε χώρας ενδιαφέρονται ιδιαίτερα για τα τρισδιάστατα όπλα, καθώς μπορεί να θεωρηθεί ότι αποτελούν μία απειλή για την εσωτερική ασφάλεια της κάθε χώρας (Jones, 2015; Walther, 2015). Η ανησυχία αυτή περιστρέφεται γύρω από δύο επιχειρήματα (Walther, 2015):

1. Πρώτον, η τεχνολογία της τρισδιάστατης εκτύπωσης διευκολύνει τον οποιοδήποτε να αποκτήσει ένα όπλο με πολύ εύκολο τρόπο και έτσι να αυξήσει τον κίνδυνο για τους αστυνομικούς καθώς και για τους πολίτες να γίνουν θύματα βίαιης εγκληματικότητας με τη χρήση όπλων.
2. Δεύτερον, τα τρισδιάστατα εκτυπωμένα όπλα είναι δύσκολο να εντοπιστούν με τα παραδοσιακά μέσα. Με αυτό τον τρόπο καθίστανται τα ιδανικά εργαλεία για να χρησιμοποιηθούν σε κάποια δολοφονία ή σε κάποια τρομοκρατική επίθεση.

Όσον αφορά την πρώτη υπόθεση, το σκεπτικό είναι ότι ένας μεγαλύτερος αριθμός όπλων θα οδηγήσει σε αύξηση εγκλημάτων και θανάτων που σχετίζονται με τη χρήση κάποιου όπλου (Walther, 2015). Έρευνα έχει διαπιστώσει ότι σε χώρες με υψηλή επικράτηση όπλων σε νοικοκυριά αυξάνεται ο κίνδυνος δολοφονίας ή αυτοκτονίας με τη χρήση πυροβόλου όπλου (Small Arms Survey, 2013). Η ίδια έρευνα καταλήγει στο συμπέρασμα ότι ο κίνδυνος ύπαρξης ή διακράτησης ενός όπλου σε μία οικία, υπερβαίνει τα όποια οφέλη προστασίας που μπορεί να νιώθει ο ιδιοκτήτης του από την κατοχή του (Small Arms Survey, 2013).

Από την άλλη πλευρά, η απόκτηση τρισδιάστατων εκτυπωμένων όπλων δεν σημαίνει απαραίτητα ότι θα αυξηθεί και η διαθεσιμότητα των όπλων που θα κυκλοφορούν. Έρευνα έχει διαπιστώσει (Small Arms Survey, 2007), ότι υπάρχει μια θετική σχέση μεταξύ πλούτου και κατοχής όπλων. Οι χώρες με υψηλότερο Ακαθάριστο

Εγχώριο Προϊόν (ΑΕΠ) τείνουν να έχουν περισσότερα όπλα (Small Arms Survey, 2007). Κάνοντας την υπόθεση, ότι είναι «σχετικά» ακριβό να αποκτηθεί ένας τρισδιάστατος εκτυπωτής, το ενδεχόμενο να εκτυπωθούν τρισδιάστατα όπλα είναι να γίνει σε πλούσιες χώρες του κόσμου, οι οποίες διαθέτουν ήδη περισσότερα όπλα από τις φτωχότερες χώρες του κόσμου (Walther, 2015).

Μια ακόμη υπόθεση που θα μπορούσε να γίνει είναι ότι τα τρισδιάστατα όπλα θα μπορούσαν να εκμεταλλευτούν από όσους έχουν ήδη πρόσβαση σε «κανονικά» όπλα και θέλουν απλώς να αποκτήσουν ένα τρισδιάστατο εκτυπωμένο όπλο για την καινοτομία που εκφράζουν παρά για τη πρακτική τους χρήση (Walther, 2015).

Αυτή η πτυχή της «καινοτομίας» που παρουσιάζουν τα τρισδιάστατα εκτυπωμένα όπλα μπορεί να έχει μια ανησυχητική παρενέργεια στην προσέλκυση της προσοχής των εφήβων που ακολουθούν τις εξελίξεις της τεχνολογίας και πιθανώς κατέχουν έναν τρισδιάστατο εκτυπωτή από χόμπι ή μόδα. Η υπόθεση γίνεται στην βάση ότι ορισμένοι νέοι, ωθούμενοι από την νεανική περιέργεια και την καλώς εννοούμενη «αγαθή νιότη» μπορεί να θελήσουν να εκτυπώσουν ένα τέτοιο όπλο για να συμβαδίζουν με τις απαιτήσεις της «νέας μόδας». Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε αύξηση των ατυχημάτων με τα όπλα εάν είναι απρόσεκτοι, δεδομένου ότι τα πλαστικά όπλα είναι λιγότερο αξιόπιστα και επομένως πιο επικίνδυνα από τα αντίστοιχα μεταλλικά καθώς μπορούν να εκραγούν ευκολότερα (Walther, 2015).

Πρόσφατο παράδειγμα καταδίκης αποτελεί η περίπτωση του Kyle Wirth, ο οποίος καταδικάστηκε από δικαστήριο της Αυστραλίας (Gold Coast) τον Ιανουάριο του 2017 σε ποινή φυλάκισης έξι μηνών με αναστολή, για την παραγωγή όπλου χωρίς άδεια το Φεβρουάριο του 2015, (Koslow, 2017; Millsaps, 2015; Utting, 2017).

Όταν η αρμόδια αστυνομία της Αυστραλίας (Queensland Police) έκανε έρευνα για ναρκωτικά στο ράντσο του Wirth, μεταξύ των λοιπών ναρκωτικών ουσιών και του παράνομου εργαστήριου μενθαφεταμίνης ανακάλυψαν και τσάντες με εξαρτήματα πυροβόλου όπλου που είχαν κατασκευαστεί με τη χρήση τρισδιάστατου εκτυπωτή (Koslow, 2017; Millsaps, 2015; Utting, 2017).

Ο κατηγορούμενος δήλωσε ένοχος για το αδίκημα και είπε επίσης στην αστυνομία ότι τα τρισδιάστατα τυπωμένα όπλα δεν είναι πλήρως λειτουργικά χωρίς πρόσθετα εξαρτήματα. Σύμφωνα με τον δικηγόρο υπεράσπισης του, ο κατηγορούμενος ήταν «περίεργος» να διαπιστώσει, αν θα μπορούσε να παράγει ένα τέτοιο όπλο με τη χρήση τρισδιάστατου εκτυπωτή (Koslow, 2017; Utting, 2017).

Όσον αφορά τη δεύτερη υπόθεση, οι εγκληματίες και οι μη-κρατικές ένοπλες ομάδες μπορούν να βρουν ελκυστικά τα τρισδιάστατα εκτυπωμένα όπλα δεδομένου ότι είναι μη ανιχνεύσιμα, επειδή είναι κατασκευασμένα κυρίως από πλαστικό. Αυτό συμβαίνει γιατί πολλές συσκευές ελέγχου ασφαλείας, δυσκολεύονται να ανιχνεύσουν τέτοια πυροβόλα όπλα λόγω του υλικού κατασκευή τους (αν και αυτό δεν ισχύει για τα πυρομαχικά που χρησιμοποιούν ακόμα και που είναι κατασκευασμένα από μέταλλο), (Jones, 2015; Walther, 2015).

Μια από τις ανησυχίες που έχουν οι περισσότεροι άνθρωποι, είναι ότι επειδή τα περισσότερα τρισδιάστατα τυπωμένα όπλα είναι κατασκευασμένα από πλαστικό, μπορούν να γλιστρήσουν πιο εύκολα μέσα από τους ελέγχους ασφαλείας στα αεροδρόμια. Ωστόσο, σε αεροδρόμιο των ΗΠΑ (Reno) κατελήφθη ένα άτομο να φέρει στη κατοχή του ένα τρισδιάστατο εκτυπωμένο όπλο (Scott, 2016b).

Σύμφωνα με μια αναφορά της Αμερικανικής Υπηρεσίας Ασφάλειας Μεταφορών (TSA), κατά το διάστημα από τις 29 Ιουλίου έως τις 4 Αυγούστου 2016,

ανακαλύφθηκαν 68 πυροβόλα όπλα σε τσάντες μεταφοράς σε όλη την Αμερική. Ένα από αυτά τα πυροβόλα όπλα, ήταν ένα τρισδιάστατα εκτυπωμένο περίστροφο (TSA, 2016). Το όπλο αυτό αποτελούταν από εξαρτήματα εκτυπωμένα σε τρισδιάστατο εκτυπωτή και ήταν γεμάτο με αληθινά πυρομαχικά (Scott, 2016b).



Εικόνα 13: Το τρισδιάστατο εκτυπωμένο περίστροφο που κατασχέθηκε από τις αρχές ασφαλείας στο αεροδρόμιο του Reno στις ΗΠΑ, (Πηγή: (TSA, 2016).

10 Ανησυχίες για τις Αρχές Επιβολής του Νόμου

Ενώ τα τρισδιάστατα όπλα μπορεί να θεωρηθούν ως ένα καινοτομικό απόκτημα για έναν συλλέκτη πυροβόλων όπλων, υπάρχουν ορισμένα χαρακτηριστικά για τα όπλα αυτά που δημιουργούν προβλήματα στις αρχές ασφαλείας και επιβολής του νόμου της κάθε χώρας, που ενδέχεται να βρεθεί αντιμέτωπη με τέτοια θέματα.

Για τη προμήθεια ενός συμβατικού όπλου με παράνομο τρόπο (όπλα που δεν έχουν άδεια κυκλοφορίας και δεν ανήκουν σε κανέναν ή έχουν κλαπεί), πρέπει να υπάρξει ένα είδος παράνομης συναλλαγής. Ο επίδοξος αγοραστής θα πρέπει να έρθει σε φυσική επαφή με ένα τρίτο άτομο που κατέχει ένα τέτοιο όπλο και το διαθέτει για πώληση, προκειμένου να αποκτήσει ένα (Walther, 2015).

Ωστόσο αυτό δεν είναι πάντα αναγκαίο να γίνει δια ζώσης με την φυσική παρουσία πωλητή και αγοραστή στον ίδιο τόπο, τη σήμερον με την ανάπτυξη του DarkNet και των λεγόμενων « » όπου μπορεί κάποιος να προμηθευτεί ένα από αυτήν την αγορά (Dark Markets), (Europol SOCTA, 2017).

Τα τρισδιάστατα εκτυπωμένα πυροβόλα όπλα μπορεί επίσης να αποτελέσουν πρόκληση για τις παραδοσιακές μεθόδους έρευνας της αστυνομίας στην εξιχνίαση εγκλημάτων που πιθανόν να σχετίζονται με αυτά (Walther, 2015). Λαμβάνοντας υπόψη το χαμηλό κόστος και την προσβασιμότητα στα υλικά που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή τους, θα μπορούσαν να θεωρηθούν ως « » ακριβώς ακόμα και για το λόγο ότι κατασκευάζονται συνήθως από πλαστικό και πολυμερές (Jones, 2015).

Αυτό τα καθιστά ιδανικά για κάποιον που θέλει να ξεφορτωθεί ένα τέτοιο όπλο, αφού θα μπορούσε να το κάνει πολύ απλά. Μπορεί είτε να το κάψει ή να το

καταστρέψει με άλλο τρόπο αφού πλέον έχει χρησιμοποιηθεί σε εγκληματικές δραστηριότητες ή εάν υπάρχουν υποψίες εναντίον ενός δράστη που κατέχει ένα τρισδιάστατα εκτυπωμένο όπλο μπορεί να το εξαφανίσει με σχετική ευκολία (Jones, 2015).

Επανερχόμενοι στο προηγούμενο παράδειγμα της απόκτησης ενός όπλου, ένας επίδοξος αγοραστής μπορεί πλέον να μην διακινδυνέψει (είτε να πιαστεί από την αστυνομία είτε να αποκαλυφθεί άμεσα η ταυτότητα του από τον αγοραστή ή έμμεσα από το αποτύπωμα του όπλου που μπορεί να έχει χρησιμοποιηθεί στο παρελθόν σε άλλη εγκληματική ενέργεια) με την αγορά ενός παράνομου όπλου αφού πλέον η τρισδιάστατη εκτύπωση ενός τέτοιου, μπορεί να γίνει κάτω από συνθήκες απόλυτης μυστικότητας από τον ίδιο (Jones, 2015, Walther, 2015).

Το τρισδιάστατα εκτυπωμένο όπλο μπορεί επίσης να καταστραφεί εύκολα, με το να καεί και να λιώσει πάλι το πλαστικό (ή ακόμα και να επαναχρησιμοποιηθεί για να κατασκευαστεί ένα νέο!), πράγμα που δεν θα άφηνε κανένα ίχνος της ύπαρξής του. Αποτέλεσμα αυτού, είναι να μειώνονται οι πιθανότητες ανεύρεσης πιεστηρίων που να συνδέουν τον δράστη με το όπλο, σε μία ενδεχόμενη έρευνα της αστυνομίας (Walther, 2015).

Δεδομένης της μάλλον μοναδικής και χαρακτηριστικής μορφής που έχει το τρισδιάστατα εκτυπωμένο όπλο με την ονομασία «Liberator» καθώς και των άλλων συστατικών μερών του (βλέπε σχετικές εικόνες παραπάνω), μπορεί να είναι αδύνατο για την αστυνομία, να συμπεράνει ότι το όπλο που χρησιμοποιήθηκε ήταν πράγματι πλαστικό (Jones, 2015, Walther, 2015). Ωστόσο, με την ευκολία καταστροφής ενός πλαστικού όπλου όπως περιγράφηκε παραπάνω, η αστυνομία εν τέλει μπορεί είναι σε θέση να αναζητήσει μόνο για τους τρισδιάστατους εκτυπωτές που χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή του όπλου και όχι για το ίδιο το ίδιο το αντικείμενο του εγκλήματος (Walther, 2015).

Εν τούτοις, εάν ο δράστης διαγράψει τα αρχεία προσωρινής μνήμης και τα σχεδιαστικά αρχεία του εκτυπωτή και του υπολογιστή του, καθώς και τις δραστηριότητές του στο διαδίκτυο κατά τη λήψη των αρχείων αυτών (ή μπόρεσε και έκρυψε αποτελεσματικά τα ψηφιακά ίχνη του χρησιμοποιώντας εργαλεία όπως το Tor⁸), θα ήταν αδύνατο να συνδεθεί ένας ύποπτος με ένα έγκλημα με τη χρήση τέτοιων τρισδιάστατα εκτυπωμένων όπλων.

Η τεχνολογία της τρισδιάστατης εκτύπωσης σε συνδυασμό με την κατασκευή ενός όπλου φέρνει την αστυνομία αντιμέτωπη με ακόμα ένα ζήτημα που μπορεί να δυσχεραίνει τις τυχόν έρευνες στο τομέα της εγκληματολογικής και βαλλιστικής αξιοποίησης των ευρημάτων που αφήνει πίσω του μετά την πυροδότηση του ένα όπλο.

Έτσι, ενώ υπάρχει η δυνατότητα για την αστυνομία να ανιχνεύσει ένα όπλο με βάση την αναγνώριση του βλήματος και των χαρακτηριστικών που εντυπώνονται σε αυτό έτσι ώστε να μπορεί να συνδεθεί ένα όπλο με ένα συγκεκριμένο βλήμα και ως εκ τούτου μια σκηνή εγκλήματος μέσα στην οποία βρέθηκε το υπό εξέταση βλήμα, αυτή η επιλογή φαίνεται να μην είναι διαθέσιμη για εγκλήματα που τελούνται με τη χρήση τρισδιάστατα εκτυπωμένων όπλων (Jones, 2015, Walther, 2015).

Η έλλειψη κάρνης σε ορισμένα τρισδιάστατα εκτυπωμένα όπλα μπορεί επίσης να περιορίσει την εφαρμογή εγκληματολογικών βαλλιστικών τεχνικών που ταυτίζουν

⁸ Το Tor, είναι το αρκτικόλεξο για το "The Onion Router" και είναι ένα δωρεάν δίκτυο που έχει σχεδιαστεί για να αποκρύπτει την πραγματική διεύθυνση του Internet Protocol (IP) δρομολογώντας την περιήγηση μέσα στο διαδίκτυο μέσω πολλών εξυπηρετητών του δικτύου Tor, (Europol, 2014).

τις βολίδες των βλημάτων σε ένα συγκεκριμένο πυροβόλο όπλο, βασισμένο στο μοναδικό μοτίβο της κάννης του όπλου. Ωστόσο, τα βλήματα που είχαν πυροδοτηθεί από ένα όπλο χωρίς κάννη, θα προκαλούσαν άμεση καχυποψία εάν ανακτηθούν από μια σκηνή του εγκλήματος (Jones, 2015).

Σε ορισμένα τρισδιάστατα πυροβόλα όπλα, όπως το «*Liberator*», η χρήση ενός αυτοσχέδιου πείρου πυροδότησης ως επικρουστήρα πιθανόν να έχει ως αποτέλεσμα διακριτικές εντυπώσεις στη βάση πυροδότησης του κάλυκα, οι οποίες θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για την ταύτιση του ίδιου εντυπώματος σε μια συγκεκριμένη καρφίτσα πυροδότησης στη περίπτωση που το όπλο χρησιμοποιηθεί ξανά και ανευρεθεί ο κάλυκας στη σκηνή του εγκλήματος (Jones, 2015).

Μολαταύτα, επειδή το αυτοσχέδιο «*καρφί*» που χρησιμοποιείται ως επικρουστήρας στα τρισδιάστατα εκτυπωμένα όπλα θα μπορούσε εύκολα να αλλάζεται κάθε φορά με άλλο ή πολύ απλά να απορρίπτεται, αυτό δημιουργεί δυσχέρειες καθώς οι ερευνητές των εγκληματολογικών εργαστηρίων θα βρίσκονται κάθε φορά αντιμέτωποι με νέα εντυπώματα σε κάλυκες, που θα είναι αδύνατο να ταυτιστούν και να προσδιορίσουν την ταυτότητα ενός όπλου (Jones, 2015, Walther, 2015).

Όπως και με κάθε αναδυόμενη τεχνολογία, θα είναι σημαντικό να προβλεφθεί η εκπαίδευση του προσωπικού της αστυνομίας με αντικείμενο τέτοια ζητήματα. Διαφορετικά, οι όποιες προσπάθειες κινδυνεύουν να είναι αναποτελεσματικές και επιρρεπείς σε σφάλματα και παραλείψεις (Hornick, 2017a; Jones, 2015; Walther, 2015).

Τον Οκτώβριο του 2013, αξιωματικοί από την αστυνομία του Μάντσεστερ στο Ηνωμένο Βασίλειο εισέβαλαν σε σπίτι και κατάσχισαν αντικείμενα που ισχυρίζονταν ότι αποτελούσαν μέρη και συστατικά στοιχεία τρισδιάστατης εκτύπωσης πυροβόλων όπλων. Στην πραγματικότητα αποδείχθηκε ότι ήταν μέρη και εξαρτήματα ενός τρισδιάστατου εκτυπωτή (BBC, 2013, Estes, 2013).

11 Εθνική ασφάλεια και άλλες επιπτώσεις

Πέραν του ατομικού ενδιαφέροντος που μπορεί να υπάρχει για την κατασκευή ή για την αγορά τρισδιάστατα εκτυπωμένων όπλων, είτε αυτά είναι πλαστικά, είτε είναι μεταλλικά υπάρχει ακόμη ένας λόγος ανησυχίας για την υπό μελέτη τεχνολογία.

Με την ταχεία ανάπτυξη της συγκεκριμένη τεχνολογίας υπάρχει το ενδεχόμενο και τη δυνατότητα που δίνεται σε όποιον το επιθυμεί να εκτυπώσει το «δικό» του όπλο, ενδέχεται η τρισδιάστατη εκτύπωση να υπονομεύσει τυχόν προσπάθειες ρύθμισης και ελέγχου του παράνομου εμπορίου όπλων, ειδικά όσον αφορά τα μικρά και φορητά όπλα (όπως πιστόλια ή περίστροφα) (Small Arms Survey, 2013).

Ήδη και ενώ η συνθήκη για το εμπόριο όπλων του ΟΗΕ, όπως παρουσιάστηκε παραπάνω, καλύπτει ποικίλα όπλα, δεν αναμένεται να μειώσει το παράνομο εμπόριο φορητών και μικρών όπλων καθώς και ελαφρύ οπλισμού, διότι αυτά είναι τα «*πραγματικά καθημερινά όπλα μαζικής καταστροφής*» καθώς προκαλούν παγκοσμίως καθημερινά περίπου 1.300 θανάτους ανθρώπων (Small Arms Survey, 2001).

Ο αντίκτυπος της βίας που παράγεται από τον ελαφρύ οπλισμό όπως για παράδειγμα τα πιστόλια ή τα περίστροφα, δεν περιλαμβάνει μόνο τους ίδιους τους θανάτους των ανθρώπων, αλλά επηρεάζει δυσμενώς την οικονομική κατάσταση των ατόμων που πλήττονται από τη βία αυτών των όπλων και πιθανώς γίνονται θύματα τραυματισμού (Gelgon, 2001; Small Arms Survey, 2013, 2015; Walther, 2015).

Οι μη θανατηφόροι τραυματισμοί με όπλα τείνουν να επιβαρύνουν σημαντικά τα άτομα και την οικογένειά τους, εξαιτίας ίσως της κακής ποιότητας υγειονομικής περίθαλψης που μπορεί να λαμβάνουν από το κρατικό σύστημα υγείας που παρέχεται από κάθε κράτος. Ωστόσο πέρα από αυτό το άμεσο κόστος υπάρχουν και άλλες έμμεσες επιπτώσεις. Ένας μη θανατηφόρος τραυματισμός με πυροβόλο όπλο μπορεί να επιφέρει στο άτομο μία ενδεχόμενη σωματική ή πνευματική αναπηρία. Με αυτό τον τρόπο το άτομο καθίσταται μη ικανό προς εργασία και συνεπώς υπάρχει απώλεια της παραγωγικότητας του ατόμου αυτού (Jones, 2015; Small Arms Survey, 2001, 2007, 2013; Walther, 2015).

Επιπλέον, η διαρκής απειλή που υφίσταται από το ενδεχόμενο, ο κάθε ένας να μπορεί να κατασκευάσει με αυτή τη τεχνολογία ένα όπλο επιδρά στην ψυχική υγεία του ατόμου, μειώνοντας το αίσθημα ασφάλειας που μπορεί να νιώθει μέσα στην κοινωνία, με αντίκτυπο τη μείωση του συνολικού βιοτικού επιπέδου του πληθυσμού. Ακόμα, σε κρατικό επίπεδο, τα υψηλά επίπεδα βίας απαιτούν υψηλότερες δαπάνες για τον εξοπλισμό τόσο της αστυνομίας όσο και του στρατού, ανάλογα αν οι απειλές προέρχονται από το εσωτερικό ή το εξωτερικό μίας χώρας. Με αυτό τον τρόπο τα περισσότερα κονδύλια του κρατικού προϋπολογισμού τείνουν να κατευθύνονται από το κράτος σε αυτό το τομέα, της άμυνας και της ασφάλειας. Απόρροια αυτού είναι το κράτος, να μειώνει την ικανότητά του, να επενδύσει σε άλλους τομείς όπως η παιδεία ή ο πολιτισμός ή η υγειονομική περίθαλψη ή τη δημιουργία κίνητρων για την αύξηση των επενδύσεων (Jones, 2015; Small Arms Survey, 2007, 2013; Walther, 2015).

Αλλά ακόμη και αν η τρισδιάστατη εκτύπωση θα μπορούσε θεωρητικά να υπονομεύσει συνθήκες όπως η ΑΤΤ, αυτό θα έχει πράγματι αντίκτυπο στην ασφάλεια; Όπως έχει επισημανθεί σε έρευνα, υπάρχουν σήμερα περίπου 380 εκατομμύρια μικρά όπλα σε κυκλοφορία παγκοσμίως (εξαιρουμένων των ΗΠΑ), (Small Arms Survey, 2001). Ακόμη και με την εισαγωγή κανονισμών για το εμπόριο όπλων, αυτά τα όπλα παραμένουν εκεί έξω και είναι απίθανο ότι οποιαδήποτε νομική ρύθμιση θα εμποδίσει την κυκλοφορία τους (UNODA, 2013; Walther, 2015).

Σε διάφορες περιοχές του κόσμου μπορεί να επικρατούν ευαίσθητες καταστάσεις όπως για παράδειγμα κράτη που έχουν βγει πρόσφατα από κάποιο εμφύλιο πόλεμο ή κράτη όπου η κυβέρνηση δεν έχει τον πλήρη έλεγχο ολόκληρης της επικράτειάς της ή κράτη που δεν έχουν την ικανότητα να αποπλίσουν ή να ελέγξουν τη μεταφορά όπλων από ομάδες ανταρτών ή από εγκληματικές οργανώσεις με ανεπτυγμένο δίκτυο (Small Arms Survey, 2015).

Επομένως με βάση αυτά, η τρισδιάστατη εκτύπωση δεν μπορεί να αλλάξει την ήδη υπάρχουσα δυναμική και την ικανότητα απόκτησης όπλων όπως στις παραπάνω περιπτώσεις (Jones, 2015). Αν και μπορεί να υποστηριχθεί ότι με την τρισδιάστατη εκτύπωση μπορεί να γίνει ευκολότερο για τους ενδιαφερόμενους να αποκτήσουν τμήματα ή μέρη όπλων που μπορούν να εκτυπωθούν εύκολα με τη χρήση τρισδιάστατων εκτυπωτών (Walther, 2015).

Ωστόσο, ενώ η τρισδιάστατη εκτύπωση όπλων μπορεί να μην αυξάνει σημαντικά την πρόκληση για τη αύξηση του αριθμού της κυκλοφορίας των παράνομων όπλων που ήδη βρίσκονται σε κυκλοφορία. Υποστηρίζεται ότι υπάρχουν περίπου 100

εκατομμύρια AK-47 (Καλάσνικωφ) σε κυκλοφορία παγκοσμίως, εντούτοις θα μπορούσε να οδηγήσει στην ανάπτυξη όπλων νέας μορφής⁹ (Walther, 2015).

Οι τρισδιάστατοι εκτυπωτές που χρησιμοποιούν ως υλικό εκτύπωσης είτε το πλαστικό είτε το μέταλλο θα μπορούσαν επίσης να βοηθήσουν ένοπλες ομάδες να αποκτήσουν καλύτερα όπλα και εξοπλισμό καθώς επίσης και τη δυνατότητα να επιδιορθώσουν τα ήδη υπάρχοντα που μπορεί να κατέχουν (Jones, 2015; Walther, 2015). Ωστόσο κάτι τέτοιο μπορεί να είναι ακόμη δαπανηρό και μη πρακτικό από ορισμένες απόψεις λόγω έλλειψης εξειδίκευσης και άρνησης τέτοιων ομάδων να επενδύσουν στην «κακώς» λεγόμενη «καινοτομία» υπό αυτήν την έννοια του όρου.

12 Άλλα Ζητήματα

Μέσα από την εξέλιξη αυτής της τεχνολογίας, υπάρχουν πολλές άλλες απρόβλεπτες συνέπειες σε θέματα ασφαλείας που μπορεί να προκύψουν με την πάροδο του χρόνου. Αυτές μπορεί να περιλαμβάνουν μεταξύ άλλων:

12.1 Πρόσβαση στο ευαίσθητο λογισμικό σχεδίασης

Το ευαίσθητο λογισμικό τρισδιάστατης εκτύπωσης, που μπορεί να χρησιμοποιείται για προϊόντα ή κατασκευές που σχετίζονται με την ασφάλεια και την άμυνα, μπορεί κάποια στιγμή να πέσει στα λάθος χέρια (Walther, 2015). Αυτό θα μπορούσε να συμβεί με ποικίλα μέσα, που μπορεί να κυμαίνονται από την κατασκοπεία στον κυβερνοχώρο (cyber espionage) έως την εκμετάλλευση του ανοικτού κώδικα (open source) για τεχνολογίες πολλαπλών χρήσεων (Lindstrom, 2014).

Μέσα από αυτά τα ενδεχόμενα θα μπορούσαν να προκύψουν αρνητικές και ανεπιθύμητες συνέπειες, σε περίπτωση που οι πληροφορίες αυτές φτάσουν σε κακόβουλες ομάδες ανθρώπων που επιθυμούν να ενισχύσουν το «οπλοστάσιο» τους με νέα όπλα και νέες δυνατότητες εκμεταλλευόμενοι τα οφέλη από αυτήν τη τεχνολογία.

12.2 Απώλεια ευαίσθητων δικαιωμάτων πνευματικής ιδιοκτησίας

Η εξέλιξη της τεχνολογίας αυτής και του σχετικού λογισμικού που την συνοδεύει μπορεί να επηρεάσει τα υφιστάμενα καθεστάτα ελέγχου των εξαγωγών και τους εθνικούς κανονισμούς χωρών σχετικά με την κατασκευή όπλων ή εξαρτημάτων αυτών (Lindstrom, 2014). Οι τεχνολογικές εξελίξεις στην τρισδιάστατη εκτύπωση μπορεί να επηρεάσουν τα εμπορικά σήματα, τα πνευματικά δικαιώματα και τα διπλώματα ευρεσιτεχνίας για ευαίσθητες τεχνολογίες, συμπεριλαμβανομένων και εκείνων που βρίσκουν εφαρμογή σε τομείς όπως η ασφάλεια και η άμυνα (Manyika et al., 2013).

Αν αυτή η τεχνολογία διαρρεύσει στα λάθος χέρια, τότε μπορεί να γίνει δυνατή η παραγωγή παράνομων όπλων από οποιονδήποτε χρήστη με οποιοδήποτε συμβατό τρισδιάστατο εκτυπωτή, τα οποία θα είναι αδύνατον να αποκαλυφθεί η πηγή προέλευσης τους (Τράντζας, 2016).

⁹ Για παράδειγμα, τρισδιάστατοι εκτυπωτές θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για την εκτύπωση αυτοσχέδιων εκρηκτικών μηχανισμών, και εξαιτίας του υλικού κατασκευής που θα είναι το πλαστικό θα μπορούσαν να είναι πιο δύσκολο να ανιχνευθούν χρησιμοποιώντας ανιχνευτές μετάλλων.

12.3 Εξαπάτηση συσκευών αναγνώρισης δακτυλικών αποτυπωμάτων

Η τρισδιάστατη εκτύπωση μπορεί να χρησιμεύσει ως όπλο στα χέρια των κακόβουλων εγκληματιών προκειμένου να μπορέσουν να αποκτήσουν πρόσβαση σε συστήματα ασφαλείας που προστατεύονται από ανιχνευτές αναγνώρισης δακτυλικών αποτυπωμάτων. Με τη χρήση αυτών των συστημάτων διασφαλίζεται η ταυτότητα του χρήστη που έχει πρόσβαση σε αυτά μέσω της μοναδικότητας τους (Maltoni, Maio, Jain, & Prabhakar, 2009).

Οι συσκευές αυτές χρησιμοποιούνται για την πρόσβαση σε περιορισμένους χώρους ασφαλείας ή ακόμα για το ξεκλείδωμα του κινητού μας τηλεφώνου σε ορισμένα μοντέλα γνωστών εταιριών (Samsung κλπ.). Ωστόσο το χαρακτηριστικό αυτό ασφαλείας θα μπορούσε να παρακαμφθεί μέσα από τη χρήση τρισδιάστατα εκτυπωμένων δακτυλικών αποτυπωμάτων (Sunpreet, Anil, & Nicholas, 2016).

Η αστυνομία σε μία υπόθεση διερεύνησης φόνου, οπού απαιτήθηκε πρόσβαση στο κινητό¹⁰ του θύματος, απευθύνθηκε σε ειδική ομάδα ερευνητών του διακεκριμένου καθηγητή από το Πανεπιστήμιου του Michigan¹¹ κ. Anil Jain προκειμένου να μπορέσουν αναδημιουργήσουν το αποτύπωμα του¹² (Brandom, 2016). Εντυπωσιακά, ο κ. Jain και η ομάδα του ήταν σε θέση να δημιουργήσουν μέσα από την χρήση τρισδιάστατης εκτύπωσης αντίγραφο του ζητούμενου δακτυλικού αποτυπώματος και να καταφέρουν να ανοίξουν το τηλέφωνο μέσα σε μόλις δύο μόνο προσπάθειες (Engelsma, Arora, Jain, & Paulter, 2017).



Εικόνα 14: Οι εικόνες d και e αναπαριστούν το δακτυλικό αποτύπωμα που εκτυπώθηκε τρισδιάστατα, Πηγή: (Engelsma et al., 2017).

Ορισμένοι ειδικοί ασφαλείας ανησυχούν ότι τα «κλεμμένα» τρισδιάστατα εκτυπωμένα δακτυλικά αποτυπώματα θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν προκειμένου οι κακόβουλοι χρήστες αυτών να περάσουν εύκολα χωρίς εμπόδια από αναγνώστες δακτυλικών αποτυπωμάτων και συστήματα ασφαλείας εισόδου σε μέρη που χρησιμοποιούνται όπως οι τράπεζες, αστυνομικά τμήματα ή αεροδρόμια, πυρηνικά εργοστάσια κλπ. (Scott, 2016a).

¹⁰ Στο κινητό τηλέφωνο είχε ενεργοποιηθεί η δυνατότητα κλειδώματος με το δακτυλικό αποτύπωμα.

¹¹ Michigan State University.

¹² Το θύμα βρισκόταν σε προχωρημένη σήψη και δεν ήταν δυνατό η χρησιμοποίηση του ίδιου του δακτύλου από το πτώμα του, Πηγή: (Brandom, 2016).

12.4 Τριασδιάστατη εκτύπωση παράνομων ναρκωτικών ουσιών

Ενώ η τεχνολογία προχωράει και εξελίσσεται αυτό συμπαρασύρει και τα υλικά με τα οποία γίνεται δυνατή η τρισδιάστατη εκτύπωση. Όπως φάνηκε και παραπάνω πέρα από τα συνήθη πλέον υλικά, όπως το πλαστικό ή το μέταλλο, ένας τρισδιάστατος εκτυπωτής θα μπορούσε να χρησιμοποιεί και βιοϋλικά (όπως για παράδειγμα στη φαρμακοβιομηχανία), (Dent, 2018; Robinson, 2015). Έτσι με αυτό τον τρόπο θα δίνεται η δυνατότητα να κατασκευάζονται τρισδιάστατα εκτυπωμένα φάρμακα για τις ανάγκες του ασθενούς ή σε απομακρυσμένα μέρη παρακάμπτοντας την ήδη υπάρχουσα εφοδιαστική αλυσίδα (Dent, 2018; Robinson, 2015).

Την ίδια στιγμή, που η χρήση των βιοϋλικών ακούγεται εντυπωσιακή στα αυτιά των περισσότερων, θα μπορούσε να εξελιχθεί ιδιαίτερα άσχημα. Ναρκωτικά θα μπορούσαν να κατασκευαστούν με τον ίδιο ακριβώς τρόπο που αναμένεται να δημιουργηθούν και τα τρισδιάστατα εκτυπωμένα φάρμακα (Dent, 2018; Hornick, 2017a; Robinson, 2015).

Το μόνο που αρκεί για τον μελλοντικό επίδοξο κατασκευαστή παράνομων ναρκωτικών ουσιών είναι η «σωστή συνταγή» για τη σύνθεση των σωστών βιοϋλικών από τον τρισδιάστατο εκτυπωτή, όπως για παράδειγμα τα σχέδια για την εκτύπωση ενός όπλου όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως. Έτσι με αυτό τον τρόπο κάποιος επίδοξος αγοραστής ναρκωτικών δεν θα χρειάζεται να εξαρτάται από άλλα άτομα προκειμένου να είναι σε θέση να αγοράζει τις ναρκωτικές ουσίες που χρειάζεται, αλλά να είναι σε θέση να τις εκτυπώνει με τρισδιάστατο τρόπο, ο ίδιος (Dent, 2018; Robinson, 2015).

Από το γεγονός αυτό προκύπτει ένα όφελος για το οργανωμένο έγκλημα, το οποίο ενδεχόμενα θα είναι σε θέση να εκτυπώνει παράνομα ναρκωτικά στο σημείο ανάγκης όπως για παράδειγμα σε κάποιο κρυφό εργαστήριο, εξαλείφοντας έτσι τις όποιες «επενδύσεις» κεφαλαίου και πληρωμών που είναι ανάγκη να πραγματοποιούνται για την πώληση των ναρκωτικών. Επίσης, εξαλείφονται οι όποιοι κίνδυνοι μπορεί όλη αυτή δραστηριότητα να εγκυμονεί, προκειμένου να πραγματοποιείται η μεταφορά από το τόπο παραγωγής στο τόπο κατανάλωσης όπως επίσης και την «μυστική» αποθήκευση μεγάλων ποσοτήτων παράνομων ναρκωτικών ουσιών, που μπορεί να περιλαμβάνει διάφορες χώρες (Hornick, 2017b).

Με αυτόν τον τρόπο όταν οι προσωπικοί τρισδιάστατοι εκτυπωτές θα είναι σε θέση να εκτυπώσουν την προσαρμοσμένη συνταγή φαρμάκων στο σπίτι του καθενός, οι ίδιοι τύποι εκτυπωτών θα χρησιμοποιηθούν επίσης για να εκτυπώσουν και παράνομα ναρκωτικά (Dent, 2018; Robinson, 2015). Στην πραγματικότητα με την εξέλιξη αυτή, δεν θα υπάρχει κανένας λόγος για τον οποίο οι «έμποροι» ναρκωτικών να συνεχίσουν να πωλούν ναρκωτικά όταν μπορούν να πουλήσουν τα ψηφιακά σχέδια που μπορούν να χρησιμοποιήσουν για να τυπώσουν τις παράνομες ουσίες τους αντί να χρησιμοποιούν βαποράκια ή τα συνήθη παράνομα δίκτυα διανομής για να τα πωλούν (Hornick, 2017b). Έτσι με την εξέλιξη αυτή «η κατασκευή γίνεται στον τόπο της ζήτησης (...). Αντί για διακίνηση έτοιμων προϊόντων, έχουμε διακίνηση πρώτης ύλης και ψηφιακών αρχείων.», (Μασούρα, 2016).

Ωστόσο η πρόοδος της τεχνολογίας σε αυτό το τομέα μπορεί να έχει και επιπτώσεις για το παράνομο «εμπόριο» ναρκωτικών καθώς οι έμποροι ναρκωτικών και το δίκτυο παραγωγής, διανομής και διάθεσης που ήδη υπάρχει στη διάθεσή τους μπορεί να καταστεί παρωχημένο «κειμήλιο» του παρελθόντος, όταν τα ελεύθερα σχέδια για την κατασκευή παράνομων ναρκωτικών ουσιών αρχίσουν να καθίστανται ευρέως

διαθέσιμα στο διαδίκτυο για τρισδιάστατη εκτύπωση από οποιονδήποτε έχει το σωστό εξοπλισμό για να το πράξει (Hornick, 2017a).

13 Επίλογος

Όλα τα παραπάνω παραδείγματα, συγκλίνουν στην εδραίωση της συγκεκριμένης τεχνολογίας στην καθημερινότητα του ανθρώπου, αλλά και στη δυνατότητα κατασκευής απλών κατασκευών από τον κάθε άτομο ξεχωριστά. Η τεχνολογία βέβαια εξελίσσεται, αλλάζει και προσαρμόζεται στην εποχή, στις συνθήκες και στις ανάγκες του ανθρώπου, (Μασούρα, 2016).

Αν και δεν είναι ακόμη μια ευρέως γνωστή ή επικρατούσα τεχνολογία, η τρισδιάστατη εκτύπωση είναι πιθανόν ότι θα έχει σημαντικό αντίκτυπο γενικά, στις διαδικασίες παραγωγής και στην κοινωνία, τις επόμενες δεκαετίες. Η εφαρμογή της σε όλους τους πολιτικούς και στρατιωτικούς τομείς, παρότι βρίσκεται στα πρώτα της βήματα, αποδεικνύει ότι έχει τεράστιες δυνατότητες προκειμένου να εξελιχτεί. Σύμφωνα με μια μελέτη της McKinsey του 2013, η τρισδιάστατη εκτύπωση θα μπορούσε να έχει οικονομικό αντίκτυπο από 230 έως 550 δισεκατομμύρια δολάρια ετησίως έως το έτος 2025 (Manyika et al., 2013).

Η χρήση αυτής της τεχνολογίας για επωφελείς σκοπούς θα επιφέρει άλματα προόδου σε διάφορους τομείς όπως παρουσιάστηκε και παραπάνω, ωστόσο δε θα πρέπει να παραλείπονται και οι όποιες επιπτώσεις μπορεί να προκαλούνται από κακόβουλη χρήση αυτής.

Σημαντικό μέρος της παρούσας εργασίας καλύφθηκε για τη δυνατότητα τρισδιάστατης εκτύπωσης πυροβόλων όπλων. Σε αυτό το στάδιο, τα μόνα οφέλη που μπορούν να έχουν τα «οικονομικά βιώσιμα» τρισδιάστατα όπλα που φτιάχνονται από πλαστικό και προορίζονται για άτομα ή μη-κρατικές ομάδες ατόμων που αναζητούν παράνομα όπλα, είναι η μη ανιχνεύσιμη φύση τους εξαιτίας της πολυμερής κατασκευής από πλαστικό. Το γεγονός αυτό εμποδίζει ή τουλάχιστον δυσκολεύει σημαντικά την ανίχνευσή τους από πολλές κοινές συσκευές ελέγχου με ακτίνες.

Η σχετικά μη-ανιχνεύσιμη «φύση» κάποιων πυροβόλων όπλων που έχουν εκτυπωθεί τρισδιάστατα, σε μεγάλο βαθμό από πολυμερή πλαστικά, μπορεί να προσελκύσει εκείνους που επιδιώκουν να αποκτήσουν παράνομα πυροβόλα όπλα με αυτό το χαρακτηριστικό, προκειμένου να είναι σε θέση να παραδώσουν ή να καταφέρουν να περάσουν ένα τέτοιο όπλο σε μια ασφαλή και ελεγχόμενη περιοχή (όπως για παράδειγμα μία πτήση κλπ).

Το όπλο, τύπου «*Liberator*» πωλείται ήδη μέσω διαδικτύου μέσω παράνομων αγορών του διαδικτύου (Europol, 2014; Europol SOCTA, 2017; Hornick, 2017a; Park, 2013). Επιπλέον, όταν εξετάζεται το κόστος αγοράς ή παραγωγής τρισδιάστατων πυροβόλων όπλων μαζί με τους επιχειρησιακούς τους περιορισμούς, τα παραδοσιακά πυροβόλα όπλα που αγοράζονται στη μαύρη αγορά είναι πιθανό να παραμείνουν πολύ πιο ελκυστικά για άτομα ή μη κρατικές ένοπλες ομάδες για το άμεσο μέλλον παρά η προτίμηση ενός τρισδιάστατα εκτυπωμένου.

Τα δεδομένα τιμολόγησης των παράνομων όπλων σύμφωνα με ερεύνα της Παγκόσμιας Τράπεζας (World Bank) αναφέρουν ότι τα πυροβόλα όπλα με σημαντικά μεγαλύτερες επιχειρησιακές δυνατότητες (όπως για παράδειγμα τα πλήρως αυτοματοποιημένα τυφέκια τύπου Kalashnikov) μπορούν συχνά να αγοραστούν για μερικές εκατοντάδες δολάρια (Killicoat, 2007). Σε ορισμένες περιπτώσεις, τα

πυροβόλα όπλα μπορούν να αγοραστούν από κάποιον ενδιαφερόμενο και για λιγότερο από εκατό δολάρια (Killicoat, 2007).

Ενώ τα πλαστικά τρισδιάστατα εκτυπωμένα πυροβόλα όπλα, όπως το «*Liberator*», μπορούν θεωρητικά να ανταγωνιστούν στην τιμή τέτοιες παραδοσιακές αγορές όπως στο παράδειγμα της προηγούμενης παραγράφου, εντούτοις οι σημαντικοί περιορισμοί τους (όπως για παράδειγμα αλλαγή κάννης μετά από κάθε βολή) σημαίνει ότι ακόμη και παλιά ή κακώς συντηρημένα παραδοσιακά πυροβόλα όπλα να είναι πιο πρακτικής αξίας από ένα τρισδιάστατα εκτυπωμένο (Hornick, 2017a; Jones, 2015; Killicoat, 2007; Walther, 2015).

Τα τρισδιάστατα μεταλλικά πυροβόλα όπλα είναι πολύ υψηλότερης ποιότητας αλλά, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, ωστόσο την σήμερα αποτελούν μία πολύ ακριβή επιλογή από τα αντίστοιχα που κατασκευάζονται από πλαστικό εξαιτίας των κατασκευαστικών περιορισμών που παρουσιάζουν σε εξοπλισμό και σε υλικό (Jones, 2015; Walther, 2015).

Γενικά αυτή τη στιγμή, η τρισδιάστατη εκτύπωση δεν δημιουργεί σοβαρές και σε μεγάλη κλίμακα νέες ανησυχίες για την ασφάλεια. Τα όπλα, συμπεριλαμβανομένου ενός τεράστιου αριθμού από μη ελεγχόμενα όπλα σε αρκετές περιοχές του κόσμου τα οποία είναι άφθονα σε κυκλοφορία παγκοσμίως, αποτελούν μια πιο προβληματική πρόκληση ασφαλείας για τις κυβερνήσεις των κρατών, από το οποιοδήποτε τρισδιάστατο εκτυπωμένο όπλο που είναι φτιαγμένο από πλαστικό.

Η τρέχουσα εθνική και διεθνής νομοθεσία των χωρών, όπως αποτυπώθηκε προηγουμένως, δεν παρακάμπτεται από την τρισδιάστατη εκτύπωση και δεν χρειάζεται να αναπτυχθούν από την αρχή νέοι ειδικότεροι κανονισμοί που να καλύπτουν αυτό το νέο φαινόμενο παρά μόνο σωστή ερμηνεία των ήδη υπάρχοντων και ελάχιστη βελτίωση αυτών.

Ενώ τα πυροβόλα όπλα που παράγονται με παραδοσιακές μεθόδους και τεχνικές κατασκευής εξακολουθούν να υπερσκελίζουν εύκολα σε επιχειρησιακές δυνατότητες και αντοχή τα αντίστοιχα τρισδιάστατα εκτυπωμένα όπλα, οι κυβερνήσεις των κρατών άλλα και οι διεθνείς και οι περιφερειακοί οργανισμοί έχουν σαφές ενδιαφέρον να προετοιμαστούν για την ημέρα που τα πλήρως τρισδιάστατα εκτυπωμένα πυροβόλα θα μπορούν να παραχθούν ακόμη πιο εύκολα και πιο οικονομικά (Jones, 2015; Small Arms Survey, 2015).

Δεδομένου του ευρέος φάσματος δυνατοτήτων της τρισδιάστατης εκτύπωσης όπως αποτυπώθηκε και παραπάνω, οι υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής με θέματα ασφαλείας και άμυνας θα πρέπει να αρχίσουν υπολογίζουν τις πιθανές συνέπειες της τρισδιάστατης εκτύπωσης στην ασφάλεια (Hornick, 2017a; Jones, 2015; Lindstrom, 2014; Walther, 2015). Ο στόχος ενός τέτοιου συλλογισμού δεν θα πρέπει να επικεντρώνεται σε τρόπους για την εξάλειψη ή την κατεύθυνση της εξέλιξης της τεχνολογίας αυτής (για παράδειγμα μέσω ρυθμιστικών μέσων), (Lindstrom, 2014).

Αντίθετα, ο στόχος θα πρέπει να είναι η ευαισθητοποίηση σχετικά με την τεχνολογία και η αντικειμενική ανάλυση των πιθανών ωφελειών άλλα και των κινδύνων για την ασφάλεια που μπορεί να ανακύπτουν από τις εφαρμογές της. Αυτό με συστηματικό τρόπο θα διευκολύνει τον προσδιορισμό των κατάλληλων λύσεων, μόλις αρχίσουν να δημιουργούνται στον ορίζοντα οι πρώτες προκλήσεις για την ασφάλεια όπως αυτές που ενδεικτικά αναφέρθηκαν σε προηγούμενα τμήματα της εργασίας, (Lindstrom, 2014).

*Ο Νικόλαος Φ. Γεωργιτσόπουλος είναι Δόκιμος Υπαστυνόμος, σπουδαστής στη Σχολή Αξιωματικών Ελληνικής Αστυνομίας και μεταπτυχιακός φοιτητής στο Εθνικό Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών στη Δημόσια Ελεγκτική.

E-mail: nf.georgitsopoulos@gmail.gr, LinkedIn: [Nikolaos Georgitsopoulos](#)

14 Βιβλιογραφία¹³

- Κωστίδη, Ε., & Νικητάκος, Ν. (2016). Η τρισδιάστατη εκτύπωση στην εφοδιαστική αλυσίδα των ανταλλακτικών των πλοίων. *Βίβλος Ναυτικής Τεχνολογίας*.
- Μασούρα, Ρ. (2016). Συνέντευξη με την υποψήφια διδάκτορα Ευανθία Κωστίδη για το 3d printing και τα ελληνικά πανεπιστήμια. Retrieved December 28, 2017, from <http://www.globalview.gr/2016/06/30/62949/>
- Νικητάκος, Ν., & Κωστίδη, Ε. (2017). Τρισδιάστατη εκτύπωση: Μια επαναστατική τεχνολογία για τις Ένοπλες Δυνάμεις. *Εθνικές Επάλξεις, Ιούλιος-Σε(121)*, 71–76.
- Νόμος 4365. (2016). Νόμος 4365/2016 - Κύρωση της Συνθήκης Εμπορίας Όπλων. Retrieved February 16, 2018, from <https://www.e-nomothesia.gr/kat-opla-ekrektika-puromakhika/nomos-4365-2016.html>
- Τράντζας, Γ. (2016). Τι είναι Τρισδιάστατη Εκτύπωση και Ποιες οι Εφαρμογές της. Retrieved December 29, 2017, from <https://www.pcsteps.gr/100046-τρειςδιαστατη-εκτυπωση-3d-printing/>
- Anzalone, G. C., Chenlong Zhang, Wijnen, B., Sanders, P. G., & Pearce, J. M. (2013). A Low-Cost Open-Source Metal 3-D Printer. *IEEE Access*, 1, 803–810. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2013.2293018>
- Bagot, M. (2016). “Terrorists and rogue states could use 3D printers to build nuclear warheads” claims weapons expert. Retrieved December 29, 2017, from <http://www.mirror.co.uk/news/uk-news/terrorists-rogue-states-could-use-7245059>
- Balistreri, G. (2015). Potential of Additive Manufacturing in the after-sales service supply chains of ground based military systems. Retrieved from <http://essay.utwente.nl/67745/>
- BBC. (2013). 3D printer “gun parts” found in Manchester raid. Retrieved February 3, 2018, from <http://www.bbc.com/news/uk-england-manchester-24666591>
- Berry, F. (2013). Britain updates rules banning 3D-printer guns. Retrieved February 15, 2018, from <https://uk.reuters.com/article/us-britain-guns/britain-updates-rules-banning-3d-printer-guns-idUKBRE9B40OV20131205>
- Biron, A. (2016). Learning by Doing: The Impact of Maker Movement on Education. Retrieved December 31, 2017, from <https://3dprintingindustry.com/news/learning-impact-maker-movement-education-79054/>
- Boren, Z. (2014). US Army to use 3D printing for food, bombs, everything. Retrieved

¹³ Η βιβλιογραφία έχει συνταχθεί με τη χρήση του ηλεκτρονικού εργαλείου “Mendeley” (www.mendeley.com) και ακολουθεί το πρότυπο “Harvard”.

- December 29, 2017, from <http://www.independent.co.uk/life-style/gadgets-and-tech/us-army-to-use-3d-printing-for-food-bombs-everything-9643721.html>
- Brandom, R. (2016). Police 3D-printed a murder victim's finger to unlock his phone. Retrieved January 1, 2018, from <https://www.theverge.com/2016/7/21/12247370/police-fingerprint-3D-printing-unlock-phone-murder>
- Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz. (2018). Waffengesetz. Retrieved from http://www.gesetze-im-internet.de/waffg_2002/index.html.
- Constantinides, C., & Parkinson, P. (2008). Security challenges in UAV development. In *2008 IEEE/AIAA 27th Digital Avionics Systems Conference* (p. 1.C.1-1-1.C.1-8). St. Paul, MN, USA: IEEE. <https://doi.org/10.1109/DASC.2008.4702757>
- Council of the European Union. (1991). Controls on firearms purchases and possession. Retrieved February 15, 2018, from <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=LEGISSUM:l14011>
- Council of the European Union. (2008a). Council Common Position 2008/944/CFSP of 8 December 2008 defining common rules governing control of exports of military technology and equipment. Retrieved February 15, 2018, from <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX%3A32008E0944>
- Council of the European Union. (2008b). Directive 2008/51/EC of the European Parliament and of the Council of 21 May 2008 amending Council Directive 91/477/EEC on control of the acquisition and possession of weapons. Retrieved February 15, 2018, from <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/ALL/?uri=CELEX:32008L0051>
- Coxworth, B. (2014). 3D-printed UAV can go from not existing to flying within 24 hours. Retrieved January 1, 2018, from <https://newatlas.com/3d-printed-uav-airframe/31473/>
- Dent, S. (2018). 3D printers could let you produce your own drugs. Retrieved February 22, 2018, from <https://www.engadget.com/2018/01/22/3d-printers-reactionware-roll-your-own-drugs/>
- Engelsma, J. J., Arora, S. S., Jain, A. K., & Paulter, N. G. (2017). Universal 3D Wearable Fingerprint Targets: Advancing Fingerprint Reader Evaluations. *IEEE Transactions on Information Forensics and Security*. Retrieved from <http://arxiv.org/abs/1705.07972>
- Estes, A. (2013). UK Police Seize 3D-Printed Gun Parts That Are Actually 3D Printer Parts. Retrieved February 3, 2018, from <https://gizmodo.com/uk-police-seize-3d-printed-gun-parts-that-are-actually-1452087573>
- Europol. (2014). Global action against dark markets on Tor network. Retrieved December 28, 2017, from <https://www.europol.europa.eu/newsroom/news/global-action-against-dark-markets-tor-network>
- Europol SOCTA. (2017). European Union Serious and Organised Crime Threat Assessment 2017. Retrieved July 21, 2017, from <https://www.europol.europa.eu/activities-services/main-reports/european-union->

serious-and-organised-crime-threat-assessment-2017

- Evans, S. (2014). US army to use 3D print technology to make meals for battle-weary soldiers. Retrieved December 29, 2017, from <http://www.dailymail.co.uk/news/article-2716368/US-army-use-3D-print-technology-make-meals-battle-weary-soldiers.html>
- Gelgon, M. (2001). Using face detection for browsing personal slow video in a small terminal and worn camera context. In *Image Processing, 2001. Proceedings. 2001 International Conference on*. <https://doi.org/10.1109/ICIP.2001.959232>
- Golson, J. (2014). A Military-Grade Drone That Can Be Printed Anywhere | WIRED. Retrieved January 1, 2018, from <https://www.wired.com/2014/09/military-grade-drone-can-printed-anywhere/>
- Goodrich, M. (2013). Scientists Build a Low-Cost, Open-Source 3D Metal Printer. Retrieved January 23, 2018, from <http://pubs.acs.org/doi/10.1021/sc400093k>
- Greenberg, A. (2013a). 3D-Printed Gun's Blueprints Downloaded 100,000 Times In Two Days (With Some Help From Kim Dotcom). Retrieved January 2, 2018, from <https://www.forbes.com/sites/andygreenberg/2013/05/08/3d-printed-guns-blueprints-downloaded-100000-times-in-two-days-with-some-help-from-kim-dotcom/#36f0630310b8>
- Greenberg, A. (2013b). State Department Demands Takedown Of 3D-Printable Gun Files For Possible Export Control Violations. Retrieved January 2, 2018, from <https://www.forbes.com/sites/andygreenberg/2013/05/09/state-department-demands-takedown-of-3d-printable-gun-for-possible-export-control-violation/#2b9ffe5d375f>
- Grieser, F. (2015). Shapeways & Alternative 3D Printing Services Compared. Retrieved January 1, 2018, from <https://all3dp.com/shapeways-other-3d-printing-services-compared/>
- Griffin, M. (2017). Soldiers digital twins let US Army 3D print replacement body parts in battle. Retrieved February 28, 2018, from <https://www.fanaticalfuturist.com/2017/01/digital-clones-will-let-us-army-3d-print-new-body-parts-in-battle-to-treat-injured-soldiers/>
- Griggs, B. (2014). The next frontier in 3-D printing: Human organs. Retrieved December 29, 2017, from <http://www.cnn.com/2014/04/03/tech/innovation/3-d-printing-human-organs/index.html>
- Grunewald, S. (2015). The Shutty Hybrid 3D Printed 9mm Pistol Raises Questions About 3D Printed Gun Control. Retrieved January 23, 2018, from <https://3dprint.com/89919/shuty-hybrid-3d-printed-pistol/>
- Grunewald, S. (2016). The Shutty MP-1 is the Latest 3D Printed Working Semi-Automatic Handgun. Retrieved January 23, 2018, from <https://3dprint.com/118279/shuty-mp-1-semi-automatic/>
- Hatch, M. (2013). *The Maker Movement Manifesto: Rules for Innovation in the New World of Crafters, Hackers, and Tinkerers*. McGraw-Hill Education - Europe. Retrieved from http://techshop.ws/images/0071821139_Maker_Movement_Manifesto_Sample_Chapter.pdf

- Hipolite, W. (2015). 3D Printed Guided Missiles are Now a Reality Thanks to Raytheon. Retrieved February 28, 2018, from <https://3dprint.com/81850/3d-printed-guided-missiles/>
- Holpuch, A., MacAskill, E., & Arthur, C. (2013). State Department orders firm to remove 3D-printed guns web blueprints. Retrieved December 29, 2017, from <https://www.theguardian.com/technology/2013/may/09/3d-printed-guns-plans-state-department>
- Hornick, J. (2017a). How criminals are using 3D printing. Retrieved February 17, 2018, from <https://www.policeone.com/police-products/3D-Laser-Scanners/articles/418682006-How-criminals-are-using-3D-printing/>
- Hornick, J. (2017b). How criminals are using 3D printing. Retrieved December 26, 2017, from <https://www.policeone.com/police-products/3D-Laser-Scanners/articles/418682006-How-criminals-are-using-3D-printing/>
- Humphries, M. (2013). Silent running UAV looks like a bird, capable of invisible surveillance. Retrieved January 1, 2018, from <https://www.geek.com/news/silent-running-uav-looks-like-a-bird-capable-of-invisible-surveillance-1552049/>
- Jensen-Haxel, P. (2012). 3D Printers, Obsolete Firearm Supply Controls, and the Right To Build Self-Defense Weapons Under Heller. *Golden Gate University Law Review*, 42(3), 447–495. Retrieved from <http://digitalcommons.law.ggu.edu/ggulrev>
- Jewell, C. (2013). 3-D Printing and the Future of Stuff. Retrieved December 29, 2017, from http://www.wipo.int/wipo_magazine/en/2013/02/article_0004.html
- Jha, A. (2013). World’s first synthetic hamburger gets full marks for “mouth feel.” Retrieved December 29, 2017, from <https://www.theguardian.com/science/2013/aug/05/world-first-synthetic-hamburger-mouth-feel>
- Jones, J. (2015). Behind the Curve. New Technologies, New Control Challenges: 3D-printed Firearms, Components and Accessories. *Small Arms Survey (SAS), Occasional Paper: Behind the Curve – New Technologies, New Control Challenges*, (32), 43–74. Retrieved from <http://www.smallarmssurvey.org/fileadmin/docs/B-Occasional-papers/SAS-OP32-Behind-the-Curve.pdf>
- Just Make It. (2015). Τι είναι και ποιον αφορά τελικά η 3d εκτύπωση; Retrieved December 28, 2017, from <https://www.justmakeit.gr/2015/ti-einai-kai-poion-afora-telika-i-trisd/>
- Kantchev, G. (2013). Authorities Worry 3-D Printers May Undermine Europe’s Gun Laws. Retrieved January 2, 2018, from http://www.nytimes.com/2013/10/18/business/international/european-authorities-wary-of-3-d-guns-made-on-printers.html?_r=1
- Khoo, Z. X., Teoh, J. E. M., Liu, Y., Chua, C. K., Yang, S., An, J., ... Yeong, W. Y. (2015). 3D printing of smart materials: A review on recent progresses in 4D printing. *Virtual and Physical Prototyping*, 10(3), 103–122. <https://doi.org/10.1080/17452759.2015.1097054>

- Killicoat, P. (2007). *Weaponomics : The Global Market For Assault Rifles*. The World Bank. <https://doi.org/10.1596/1813-9450-4202>
- Kleinman, A. (2013). 3D-Printed Bullets Exist, And They're Terrifyingly Easy To Make. Retrieved January 2, 2018, from https://www.huffingtonpost.com/2013/05/23/3d-printed-bullets_n_3322370.html
- Koslow, T. (2017). 3D Printing: The Stories We Missed This Week — January 21, 2017. Retrieved February 28, 2018, from <https://3dprint.com/162364/swm-january-21-2017/>
- Lewis, T. (2017). Could 3D printing solve the organ transplant shortage? Retrieved December 29, 2017, from <https://www.theguardian.com/technology/2017/jul/30/will-3d-printing-solve-the-organ-transplant-shortage>
- Library of Congress. (2018a). Firearms-Control Legislation and Policy: Brazil. Retrieved February 15, 2018, from <http://www.loc.gov/law/help/firearms-control/brazil.php>
- Library of Congress. (2018b). Firearms-Control Legislation and Policy: Spain. Retrieved February 15, 2018, from <http://www.loc.gov/law/help/firearms-control/spain.php>
- Lindstrom, G. (2014). *Why should we care about 3D-printing and what are potential security implications?* (Centre for Security Policy (GCSP) Policy Paper No. 2014/6). Geneva. Retrieved from <http://www.gcsp.ch/download/2762/72119>
- Lipson, H., & Kurman, M. (2013). *Fabricated: The New World of 3D Printing* (1st ed.). John Wiley&Sons ,Inc. <https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>
- Llenza, M. (2013). Print when ready, Gridley. Retrieved December 29, 2017, from <http://armedforcesjournal.com/print-when-ready-gridley/>
- Maltoni, D., Maio, D., Jain, A. K., & Prabhakar, S. (2009). *Handbook of Fingerprint Recognition*. London: Springer London. <https://doi.org/10.1007/978-1-84882-254-2>
- Manyika, J., Chui, M., Bughin, J., Dobbs, R., Bisson, P., & Marrs, A. (2013). *Disruptive technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy*. Retrieved from <https://www.mckinsey.com/business-functions/digital-mckinsey/our-insights/disruptive-technologies>
- Meselson, M. (2000). Averting the hostile exploitation of biotechnology. *CWC Conventions Bulletin*, 48, 16–19.
- Millsaps, B. (2015). Australia's Gold Coast: Loaded 3D Printed Gun Found in Raid of Sophisticated Meth Lab. Retrieved February 28, 2018, from <https://3dprint.com/110370/gold-coast-3d-printed-gun-raid/>
- Molitch-Hou, M. (2014). The Elderly Get First Taste of 3D Printed Food. Retrieved December 29, 2017, from <https://3dprintingindustry.com/news/3d-printed-future-food-25958/>
- Murphy, S., & Myers, R. (2013). How Mail On Sunday “printed” first plastic gun in UK - and then took it on board Eurostar without being stopped in security

- scandal. Retrieved January 2, 2018, from <http://www.dailymail.co.uk/news/article-2323158/How-Mail-On-Sunday-printed-plastic-gun-UK--took-board-Eurostar-stopped-security-scandal.html>
- Nathan, S. (2014). Ten minutes with the inventor of 3D printing. Retrieved December 28, 2017, from <https://www.theengineer.co.uk/issues/july-2014-online/ten-minutes-with-the-inventor-of-3d-printing/>
- NSW. (2015). Firearms and Weapons Prohibition Legislation Amendment Bill 2015. *Firearms and Weapons Prohibition Legislation Amendment Bill 2015*. Retrieved from <https://www.legislation.nsw.gov.au/bills/5bb4f02b-1f1e-48b2-aa93-955574e699f6>
- OSCE. (2014). Small Arms and Additive Manufacturing: Current and Emerging Trends. Retrieved February 3, 2018, from <http://www.osce.org/fsc/125398>
- Park, R. (2013). Cody Wilson Unveils The “Fully” 3D Printed Gun to Andy Greenberg at Forbes. Retrieved December 26, 2017, from <https://3dprintingindustry.com/news/cody-wilson-unveils-the-fully-3d-printed-gun-to-andy-greenberg-at-forbes-10724/>
- PrintedFirearm. (2015). Songbird - 22lr Single shot. Retrieved February 26, 2018, from <http://www.printedfirearm.com/songbird-22lr-single-shot/>
- Reilly, R. (2013). Feds Printed Their Own 3D Gun And It Literally Blew Up In Their Faces. Retrieved January 2, 2018, from https://www.huffingtonpost.com/2013/11/13/3d-guns-atf_n_4269303.html
- Robinson, A. (2015). Welcome to the complex world of 3D-printed drugs. Retrieved February 22, 2018, from <https://www.theguardian.com/sustainable-business/2015/aug/21/welcome-to-complex-world-of-3d-printed-drugs-spritam-fda>
- Russon, M. A. (2014). Paralyzed Woman Walks with 3D Printed Exoskeleton. Retrieved December 29, 2017, from http://www.robotictrends.com/article/paralyzed_woman_walks_with_3d_printed_exoskeleton/Exoskeleton
- Scheck, C. E., Wolk, J. N., Frazier, W. E., Mahoney, B. T., Morris, K., Kestler, R., & Bagchi, A. (2016). Naval Additive Manufacturing: Improving Rapid Response to the Warfighter. *Naval Engineers Journal*, 128(1), 71–75. Retrieved from <http://www.ingentaconnect.com/content/asne/nej/2016/00000128/00000001/art00015>
- Scott, C. (2016a). Could 3D Printed Fingerprints Help Criminals Break Through Security? MSU Researchers Demonstrate It’s Possible. Retrieved January 1, 2018, from <https://3dprint.com/153234/3d-printed-fingerprints-security/>
- Scott, C. (2016b). TSA Discovers 3D Printed Gun in Carry-On Luggage at Reno Airport. Retrieved February 28, 2018, from <https://3dprint.com/145323/3d-printed-gun-reno-airport/>
- Small Arms Survey. (2001). Small Arms Survey 2001: Profiling the Problem. Retrieved February 22, 2018, from <http://www.smallarmssurvey.org/publications/by-type/yearbook/small-arms->

survey-2001.html

- Small Arms Survey. (2007). *Small Arms Survey 2007: Guns and the City. Small Arms Survey*. Geneva. Retrieved from <http://www.smallarmssurvey.org/publications/by-type/yearbook/small-arms-survey-2007.html>
- Small Arms Survey. (2013). *The Small Arms Survey 2013: Everyday Dangers*. Geneva, Switzerland. Retrieved from <http://www.smallarmssurvey.org/publications/by-type/yearbook/small-arms-survey-2013.html>
- Small Arms Survey. (2015). *Small Arms Survey 2015: Weapons and the world. Small Arms Survey*. Geneva. Retrieved from <http://www.smallarmssurvey.org/fileadmin/docs/A-Yearbook/2015/eng/Small-Arms-Survey-2015-Highlights-EN.pdf>
- Sunpreet, A., Anil, J., & Nicholas, P. (2016). 3D Whole Hand Targets: Evaluating Slap and Contactless Fingerprint Readers. In *International Conference of the Biometrics Special Interest Group (BIOSIG)* (pp. 22–23). Bonn, Germany: BIOSIG 2016. Retrieved from http://biometrics.cse.msu.edu/Publications/Fingerprint/Aroraetal_3DWholeHandTargets_BIOSIG2016_camready.pdf
- Thierer, A. D., Marcus, A., & Thierer, A. (2016). Guns, Limbs, and Toys: What Future for 3D Printing? *Minnesota Journal of Law Science & Technology J.L. Sci. & Tech*, 17(2), 805–854. Retrieved from <http://scholarship.law.umn.edu/mjlst>
- Thong, C. S. S., & Wen, C. W. (2016). 3D Printing Revolutionising Military Operations. *Pointer, Journal of the Singapore Armed Forces*, 42(2), 35–45. Retrieved from <http://docplayer.net/28685215-3d-printing-revolutionising-military-operations.html>
- TSA. (2016). TSA Week in Review July 29th - August 4th: 3D Printed Firearm Discovered at Reno (RNO).
- Tuccille, J. D. (2013). 3D Printing Now Brings You Semiautomatic Pistols (The Better To Scare Control Freaks). Retrieved January 23, 2018, from <http://reason.com/blog/2013/09/26/3d-printing-now-brings-you-semiautomatic>
- United Nations. (2001). 12. c Protocol against the Illicit Manufacturing of and Trafficking in Firearms, Their Parts and Components and Ammunition, supplementing the United Nations Convention against Transnational Organized Crime. Retrieved February 15, 2018, from https://treaties.un.org/pages/viewdetails.aspx?src=ind&mtdsg_no=xviii-12-c&chapter=18&lang=en
- UNODA. (2013). The Arms Trade Treaty. Retrieved February 16, 2018, from <https://www.un.org/disarmament/att/>
- USDOJ. (2005). *The Gun Control Act of 1968*. (4 No. 5300). ATF Publication.
- Utting, A. (2017). Gold Coast man made handgun on 3D printer, court told. Retrieved February 28, 2018, from <http://www.adelaidenow.com.au/news/national/gold->

coast-man-made-handgun-on-3d-printer-court-told/news-story/d21c3389b929a9e28a3ce50bd3a94d5c

- Walther, G. (2015). Printing Insecurity? The Security Implications of 3D-Printing of Weapons. *Science and Engineering Ethics*, 21(6), 1435–1445. <https://doi.org/10.1007/s11948-014-9617-x>
- Wassenaar Arrangement. (2017). Wassenaar Arrangement on Export Controls for Conventional Arms and Dual-Use Goods and Technologies Founding Documents. *Wassenaar Arrangement Secretariat*. Retrieved from <http://www.wassenaar.org/wp-content/uploads/2015/06/WA-DOC-17-PUB-001-Public-Docs-Vol-I-Founding-Documents.pdf>
- Welch, C. (2013). World's first 3D-printed metal gun successfully fires over 50 rounds. Retrieved January 23, 2018, from <https://www.theverge.com/2013/11/7/5077718/worlds-first-3d-printed-metal-gun-fires-over-50-rounds>
- Wheeler, N. (2013). The security impact of drones: challenges and opportunities for the UK. Retrieved January 1, 2018, from <https://www.birmingham.ac.uk/news/thebirminghambrief/items/2013/09/The-security-impact-of-drones-challenges-and-opportunities-for-the-UK.aspx>
- Willcocks, L., Venters, W., & Whitley, E. A. (2014). *Moving to the Cloud Corporation*. London: Palgrave Macmillan UK. <https://doi.org/10.1057/9781137347473>
- Yang, F., Zhang, M., & Bhandari, B. (2017). Recent development in 3D food printing. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57(14), 3145–3153. <https://doi.org/10.1080/10408398.2015.1094732>