Γνωμοδότηση της Ευρωπαϊκής Οικονομικής και Κοινωνικής Επιτροπής με θέμα «Βιώνοντας το αύριο — Η τρισδιάστατη εκτύπωση ως εργαλείο για την ενίσχυση της ευρωπαϊκής οικονομίας»

(γνωμοδότηση πρωτοβουλίας)

(2015/C 332/05)

Εισηγητής: ο κ. Dumitru FORNEA

Συνεισηγήτρια: η κ. Hilde VAN LAERE

Στις 10 Ιουλίου 2014, και σύμφωνα με το άρθρο 29 παράγραφος 2 του εσωτερικού της κανονισμού, η Ευρωπαϊκή Οικονομική και Κοινωνική Επιτροπή αποφάσισε να καταρτίσει γνωμοδότηση πρωτοβουλίας με θέμα

«Βιώνοντας το αύριο — Η τρισδιάστατη εκτύπωση σαν εργαλείο για την ενίσχυση της ευρωπαϊκής οικονομίας».

Η Συμβουλευτική Επιτροπή Βιομηχανικών Μεταλλαγών (CCMI), στην οποία ανατέθηκε η προετοιμασία των σχετικών εργασιών, υιοθέτησε τη γνωμοδότησή της στις 4 Μαΐου 2015.

Κατά την 508η σύνοδο ολομέλειας, της 27ης και 28ης Μαΐου 2015 (συνεδρίαση της 28ης Μαΐου 2015), η Ευρωπαϊκή Οικονομική και Κοινωνική Επιτροπή υιοθέτησε ομόφωνα την ακόλουθη γνωμοδότηση.

1. **Συμπεράσματα και συστάσεις**

1.1. Η προσθετική κατασκευή (ΠΚ) αποτελεί μία από τις βασικές τεχνολογίες γενικής εφαρμογής που θα διαμορφώσουν μια νέα προσέγγιση στην κατασκευή καθώς και στα προϊόντα και τα εργοστάσια του μέλλοντος. Η ψηφιακή επανάσταση, σε συνδυασμό με την επανάσταση στον τομέα της κατασκευής, θα δώσουν στην Ευρώπη τη δυνατότητα να ανακτήσει την παραγωγή από άλλες περιοχές με χαμηλότερους μισθούς, με σκοπό την προώθηση της καινοτομίας και τη δημιουργία αειφόρου ανάπτυξης στο εσωτερικό της.

1.2. Η ΕΟΚΕ θεωρεί ότι η ΕΕ μπορεί να διατηρήσει την τρέχουσα θέση της ως σημαντικού παγκόσμιου παράγοντα στον τομέα της προσθετικής κατασκευής, αλλά για να επιτευχθεί αυτό πρέπει να ληφθούν τα ακόλουθα μέτρα σε ευρωπαϊκό και εθνικό επίπεδο.

1.3. Πρέπει να δοθεί προτεραιότητα στις επενδύσεις σε υποδομές ΤΠΕ, ούτως ώστε κοινό και επιχειρήσεις να έχουν πρόσβαση σε διαδικτυακά δίκτυα υψηλής ταχύτητας, στα υψηλότερα διαθέσιμα επίπεδα ποιότητας και ασφάλειας.

1.4. Η ευρωπαϊκή ικανότητα αποθήκευσης και διαβίβασης μεγάλων όγκων ψηφιακών δεδομένων πρέπει να ενισχυθεί και να επικαιροποιηθεί και η προστασία αυτών των δεδομένων πρέπει να διασφαλιστεί σύμφωνα με τα έννομα συμφέροντα των πολιτών και των επιχειρήσεων της ΕΕ.

1.5. Τα θεσμικά όργανα της ΕΕ και οι εθνικές κυβερνήσεις οφείλουν να προετοιμάσουν τους πολίτες για τις προκλήσεις της ψηφιακής κοινωνίας και τις σχετικές ανατρεπτικές τεχνολογίες, όπως η προσθετική κατασκευή, μέσω επενδύσεων σε πολιτιστικά, εκπαιδευτικά προγράμματα και προγράμματα κατάρτισης εναρμονισμένα με τη δυναμική και τις απαιτήσεις των νέων επαγγελματικών προφίλ που συνδέονται με τη νέα γενιά συστημάτων παραγωγής.

1.6. Προκειμένου να αξιοποιηθεί στο έπακρο το δυναμικό της προσθετικής κατασκευής, πρέπει να ενθαρρυνθεί η έρευνα και η δημιουργικότητα (μέσω οικονομικών και φορολογικών κινήτρων) στο πλαίσιο εταιρειών και σχετικών εκπαιδευτικών και επιστημονικών ιδρυμάτων.

1.7. Χρειάζονται περαιτέρω έρευνες προκειμένου να επεκταθούν το εύρος των υλικών και ο αριθμός των εφαρμογών, και να βελτιωθούν η ευρωστία, η ταχύτητα, η παραγωγικότητα και η ωρίμανση της τεχνολογίας αυτής. Οι ενέργειες για την επίτευξη μιας ώριμης παραγωγικής διαδικασίας πρέπει να υλοποιούνται στην Ευρώπη, προκειμένου να εξασφαλιστεί η ανταγωνιστική μας θέση στις παγκόσμιες αγορές και να διατηρηθούν τα οικονομικά οφέλη και οι υψηλής ποιότητας θέσεις εργασίας εντός της ΕΕ.

1.8. Οι ευρωπαϊκές συμπράξεις καινοτομίας πρέπει να προβούν σε εξορθολογισμό των προσπαθειών τους για την ανάπτυξη νέων υλικών για την ΠΚ. Το μεγαλύτερο εύρος των υλικών και ο αυξημένος αριθμός προμηθευτών θα προωθήσουν την ανταγωνιστικότερη τιμολόγηση, θα εξασφαλίσουν άνοιγμα σε νέους βιομηχανικούς κλάδους και θα δημιουργήσουν μεγαλύτερο όγκο υλικών ΠΚ και ανταγωνιστικότερες αγορές εφοδιασμού.

1.9. Η ΕΕ πρέπει να διευκολύνει τις επενδύσεις σε νέο εξοπλισμό ΠΚ και να ενθαρρύνει την ανάπτυξη τεχνολογίας προσθετικής κατασκευής σε συστήματα ανοιχτής παραγωγής που θα είναι ευέλικτα και εύκολα ενσωματώσιμα σε άλλες τεχνολογίες παραγωγής και φινιρίσματος, με σκοπό την αύξηση του αριθμού των εφαρμογών καθώς και του κύκλου εργασιών.

1.10. Το ευρωπαϊκό και το εθνικό ρυθμιστικό πλαίσιο δεν ήταν σε θέση να συμβαδίσουν με τους ταχείς ρυθμούς των αλλαγών στο πλαίσιο της προσθετικής κατασκευής, και αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο χρειάζονται ειδικές ρυθμίσεις όσον αφορά πρωτίστως τα πρότυπα και την πιστοποίηση, τη διανοητική ιδιοκτησία, την προστασία των καταναλωτών, την υγεία και την ασφάλεια στην εργασία, καθώς και το περιβάλλον.

1.11. Η ρυθμιστική διαδικασία όσον αφορά την προσθετική κατασκευή πρέπει να βασίζεται στη διεπιστημονική έρευνα σχετικά με τον αντίκτυπο της εν λόγω τεχνολογίας, με πλήρη συμμετοχή όλων των ενδιαφερόμενων μερών.

2. **Γενικές παρατηρήσεις**

2.1. Η κατασκευή συμβάλλει σημαντικά στην οικονομία, ιδίως από την άποψη της καινοτομίας, της παραγωγικότητας και των θέσεων εργασίας υψηλής ποιότητας. Ωστόσο, η ευρωπαϊκή βιομηχανία παρουσιάζει απώλειες τις τελευταίες δύο δεκαετίες με αποτέλεσμα την **μείωση της απασχόλησης στον βιομηχανικό τομέα και της προστιθέμενης αξίας** ([1]). Μετά από δεκαετίες συρρίκνωσης του τομέα κατασκευής (λόγω εξωτερικών αναθέσεων που αποσκοπούσαν στην εξασφάλιση φθηνού εργατικού δυναμικού), το κέντρο βάρους στις χώρες με υψηλούς μισθούς επιστρέφει στην παραγωγή και στον σημαντικό ρόλο που διαδραματίζουν οι εγχώριες ικανότητες κατασκευής για την υλοποίηση της καινοτομίας και την ικανότητα ταχείας κλιμάκωσης της παραγωγής νέων προϊόντων με χρήση προηγμένων τεχνολογιών. Η καινοτομία, ο αυτοματισμός και οι εξελιγμένες διαδικασίες βρίσκονται στη βάση των επιτυχημένων βιομηχανικών στρατηγικών και έχουν αποδειχτεί ζωτικές για τη διατήρηση ηγετικής θέσης ([2]). Χρησιμοποιώντας την κατάλληλη προηγμένη τεχνολογία κατασκευής, η Ευρώπη θα μπορούσε **να ανακτήσει την παραγωγή** από περιφέρειες με χαμηλότερους μισθούς, με σκοπό **την προώθηση της καινοτομίας** και **τη δημιουργία βιώσιμης ανάπτυξης στην επικράτειά της**. Μόνο κατ' αυτόν τον τρόπο θα καταφέρει η Ευρώπη να αναλάβει ηγετικό ρόλο στη νέα βιομηχανική επανάσταση.

2.2. Η προσθετική κατασκευή (ΠΚ) 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. «Προσθετική κατασκευή» είναι ο επίσημος πρότυπος όρος της βιομηχανίας (ASTM F2792), ενώ ο όρος «τρισδιάστατη εκτύπωση» αποτελεί ευρέως χρησιμοποιούμενο συνώνυμο.

2.3. Ο όρος «προσθετική κατασκευή» είναι ένας γενικός όρος που αφορά μια σειρά από τεχνολογίες και διαδικασίες με χρήση διαφόρων υλικών (μέταλλα, πολυμερή, κεραμικά, και άλλα). Οι τεχνολογίες αυτές έχουν φτάσει σε ένα επίπεδο ωριμότητας που επιτρέπει ολοένα και περισσότερο την ύπαρξη εμπορικών εφαρμογών προστιθέμενης αξίας. Η προσθετική κατασκευή θεωρείται παγκοσμίως μία από τις βασικές τεχνολογίες γενικής εφαρμογής που θα διαμορφώσουν νέες προσεγγίσεις στην κατασκευή και στα προϊόντα και εργοστάσια του μέλλοντος. Υπάρχουν ήδη τα λεγόμενα FABLABs, τα οποία είναι εργαστήρια που προσφέρουν υπηρεσίες και προϊόντα τρισδιάστατης εκτύπωσης.

([1]) «Industry 4.0 *The new industrial revolution: How Europe will succeed*» (Βιομηχανία 4.0 Η νέα βιομηχανική επανάσταση: Πώς θα πετύχει η Ευρώπη), Roland Berger Strategy Consultants 2014.

([2]) «*Production in the Innovation Economy*» (PIE Study) (Μελέτη για την παραγωγή στην οικονομία της καινοτομίας), MIT, 2013.

2.4. Η προσθετική κατασκευή αποτελεί έναν **ταχέως αναπτυσσόμενο τομέα.** Η ανάπτυξη έχει επιταχυνθεί την τελευταία τετραετία, καθώς ολοένα και μεγαλύτερος αριθμός οργανισμών υιοθετεί προϊόντα και υπηρεσίες προσθετικής κατασκευής. Ο σύνθετος ρυθμός ετήσιας ανάπτυξης (ΣΡΕΑ) των εσόδων που παράγονται παγκοσμίως από όλα τα προϊόντα και τις υπηρεσίες τα τελευταία 25 έτη ανέρχεται στο εντυπωσιακό ποσοστό του 27 %. Ο ΣΡΕΑ της τελευταίας τριετίας (2011-2013) ανερχόταν σε 32,2 %, καλύπτοντας μια αγορά 2,43 δισ. ευρώ το 2013 ([3]). Η Wohlers Associates αναμένει ότι η αγορά θα υπερβεί τα 5,5 δισ. ευρώ έως το 2016 και τα 10 δισ. ευρώ έως το 2018. Ωστόσο, δεδομένου ότι αποτελεί αναδυόμενη τεχνολογία, οι εμπειρογνώμονες της βιομηχανίας της ΠΚ εκτιμούν ότι η τρέχουσα διείσδυση στην αγορά καλύπτει μικρό μόλις μέρος των δυνητικών εφαρμογών που έχουν εντοπιστεί. Το 2011, οι εμπειρογνώμονες εκτιμούσαν ότι η διείσδυση στην αγορά είναι μικρότερη του 8 % (ισοδυναμώντας με συνολική αγορά περίπου 17 δισ. ευρώ) ([4]). Εάν η ΠΚ αυξηθεί τόσο ώστε να καλύψει μόλις το 2 % της παγκόσμιας αγοράς κατασκευής, το δυναμικό της θα είναι δέκα φορές μεγαλύτερο (περίπου 170 δισ. ευρώ) ([5]).

2.5. Το πεδίο των εφαρμογών εξελίχθηκε, από την κατασκευή πρωτοτύπων στις αρχές της δεκαετίας του 1990, ως την παραγωγή λειτουργικών μερών. Η αναμενόμενη ανάπτυξη θα βασιστεί κυρίως στην ταχεία, οικονομικά αποδοτική και μεγαλύτερης κλίμακας σειριακή **κατασκευή τελικών, σύνθετων λειτουργικών προϊόντων** από διάφορα υλικά (πλαστικό, μέταλλο ή κεραμικό), παρά στον σχεδιασμό προϊόντων και στη δημιουργία πρωτοτύπων. Η ΠΚ έχει ωριμάσει όσον αφορά τη δημιουργία πρωτοτύπων, αλλά εξακολουθεί να βρίσκεται σε πρώιμο στάδιο όσον αφορά την παραγωγή τελικών λειτουργικών προϊόντων. Εμφανίζονται καινοτόμα προϊόντα που παράγονται με χρήση ΠΚ, τα οποία ωστόσο δεν είναι βιώσιμα, διότι υπάρχει έλλειψη ισχυρών μηχανημάτων ΠΚ και συστημάτων παραγωγής υψηλού όγκου.

2.6. Οι καινοτόμες προσθετικές διαδικασίες θα ανατρέψουν τον τρόπο σχεδιασμού και κατασκευής. Η ΠΚ μπορεί να βελτιώσει την παροχή αξίας για ισχύοντα προϊόντα εντός των υφιστάμενων αλυσίδων εφοδιασμού ή μπορεί να έχει εντονότατο αντίκτυπο στα προϊόντα, τις αλυσίδες εφοδιασμού και τα επιχειρηματικά μοντέλα ([6]). Η Ευρώπη πρέπει να βρίσκεται στην πρώτη θέση όταν θα ξεκινήσει η εκβιομηχάνιση της ΠΚ. Στο εσωτερικό του ευρωπαϊκού περιβάλλοντος προσθετικής κατασκευής, η μελλοντική ανάπτυξη αναμένεται να επιτευχθεί μέσω της επέκτασης των ισχυουσών δραστηριοτήτων (με τους υφιστάμενους παράγοντες να μεταβαίνουν από τη δημιουργία πρωτοτύπων στην κατασκευή) και μέσω του ανοίγματος σε νέες δραστηριότητες κατά μήκος της αλυσίδας αξίας.

2.7. Σε παγκόσμιο επίπεδο, η ΠΚ θεωρείται η βασική τεχνολογία γενικής εφαρμογής υπέρ της καινοτομίας στα προϊόντα και στην αλυσίδα εφοδιασμού. Αποκτά χαρακτήρα ευρείας χρήσης και λαμβάνει σημαντική κρατική χρηματοδότηση με σκοπό την αύξηση του επιπέδου ωριμότητάς της (π.χ. στις ΗΠΑ, την Κίνα και τη Σιγκαπούρη). Από ιστορική άποψη, η ΕΕ βρίσκεται σε καλή θέση, αλλά αν δεν αναλάβει δράση θα χάσει τη θέση αυτή και θα μείνει πίσω στον αγώνα δρόμου για την εξασφάλιση νέων αγορών.

3. **Ειδικές παρατηρήσεις**

3.1. **Ανατροπές λόγω της προσθετικής κατασκευής**

3.1.1 Σε εργοστασιακό επίπεδο, η ΠΚ θα διαμορφώσει νέες προσεγγίσεις στην κατασκευή και στο εργοστάσιο του μέλλοντος:

— Η ΠΚ επιτρέπει την παραγωγή πολλών διαφορετικών τελικών προϊόντων με χρήση του ίδιου εξοπλισμού, υλικών και διαδικασιών, και διευκολύνει προσεγγίσεις παραγωγής που είναι μη πρακτικές ή αδύνατες με χρήση παραδοσιακών μεθόδων κατασκευής.

— Ένα από τα μεγαλύτερα οφέλη της ΠΚ θα είναι η ικανότητα της να συνδυάζεται εντός του εργοστασίου με άλλες λύσεις κατασκευής υψηλής αξίας.

([3]) Wohlers Associates, «3D Printing and Additive Manufacturing: State of the Industry», Annual Worldwide Progress Report 2014 (Τρισδιάστατη εκτύπωση και προσθετική κατασκευή: Κατάσταση της βιομηχανίας, Ετήσια παγκόσμια έκθεση προόδου 2014).

([4]) Ομάδα ειδικών συμφερόντων για την προσθετική κατασκευή του βρετανικού συμβουλίου τεχνολογικών στρατηγικών (2012) «Shaping our national competency in Additive Manufacturing. A technology innovation needs analysis» (Διαμορφώνοντας τις εθνικές μας ικανότητες στην προσθετική κατασκευή. Ανάλυση των αναγκών τεχνολογικής καινοτομίας).

([5]) Wohlers Associates, «3D Printing and Additive Manufacturing: State of the Industry», Annual Worldwide Progress Report 2014 (Τρισδιάστατη εκτύπωση και προσθετική κατασκευή: Κατάσταση της βιομηχανίας, Ετήσια παγκόσμια έκθεση προόδου 2014).

([6]) «3D Opportunity. Additive manufacturing paths to performance, innovation, and growth» (Τρισδιάστατες δυνατότητες. Προσθετική κατασκευή και οι δρόμοι που ανοίγει προς την απόδοση, την καινοτομία και την ανάπτυξη), Deloitte Review 2014.

— Η ΠΚ αποτελεί βασική τεχνολογία για την ψηφιακή κατασκευή στο πλαίσιο δυναμικών, αποκεντρωμένων αλυσίδων εφοδιασμού. Η παγκόσμια διανομή του ψηφιακού σχεδιασμού (ή των μηχανικών λύσεων) και των αρχείων προδιαγραφών αποτελούν τη βάση της εξατομικευμένης παραγωγής σε τοπικό επίπεδο και αντικαθιστούν την αποστολή προϊόντων από κεντρικά εργοστάσια. Η ψηφιακή κατασκευή οδηγεί σε μια ευρέως κατανεμημένη και ποικιλόμορφη βάση παραγωγής, με την κατασκευή να βρίσκεται εγγύτερα στον πελάτη (συμπεριλαμβανομένης της παραγωγής μικρής κλίμακας σε οικιακό επίπεδο ή σε καταστήματα εκτυπώσεων για ορισμένα προϊόντα). Οι αλυσίδες εφοδιασμού ενδέχεται να συνδυάζουν εργοστάσια έντασης κεφαλαίου που θα παράγουν σύνθετα προϊόντα με προσαρμογή των συστατικών μερών, σε κατανεμημένο επίπεδο και μικρή κλίμακα (εργαστήρια σχεδιασμού-κατασκευής κοντά στον πελάτη/στο σημείο κατανάλωσης).

3.1.2 Σε επίπεδο προϊόντων, η ΠΚ θα αποτελέσει ακρογωνιαίο λίθο για την καινοτομία των προϊόντων:

— Η αυξημένη ελευθερία της μηχανικής θα οδηγήσει σε νέες γενιές προϊόντων· η σχεδόν **απεριόριστη ελευθερία του σχεδιασμού** μπορεί να αποφέρει ευρύ φάσμα οφελών σε διάφορους τομείς (π.χ. αυτοκινητοβιομηχανία, αεροδιαστημική, ιατρική, μηχανήματα και εξοπλισμός, αθλητικός εξοπλισμός και τρόπος ζωής): μινιατουροποίηση, λειτουργική ενοποίηση, μικρό βάρος, προσαρμοσμένες και εξατομικευμένες ιδιότητες και γεωμετρία, κ.λπ.

— Χάρη στον **εξαιρετικά σύντομο χρόνο παραγωγής** ανοίγονται νέες δυνατότητες για τα λειτουργικά πρωτότυπα ή τα καινοτόμα προσαρμοσμένα/εξατομικευμένα προϊόντα που παρέχονται από επιχειρήσεις προς καταναλωτές (B2C) και μεταξύ επιχειρήσεων (B2B) σε όλους τους βιομηχανικούς κλάδους.

— **Η ανάπτυξη εφαρμογών αποτελεί τεράστια οικονομική δυνατότητα για την Ευρώπη.** Η τεχνολογική και εμπορική **ανάπτυξη προηγμένων εφαρμογών** θα ξεκινήσει με τη συγκρότηση κατάλληλου περιβάλλοντος και την ψηφιοποίηση όλων των βημάτων. Αυτό θα οδηγήσει σε μια κεντρική επιχειρηματική λογική. Η αύξηση του όγκου της αγοράς (εντός μιας περιφέρειας ή στο εξωτερικό) συνεπάγεται την αποκέντρωση τμημάτων της αλυσίδας αξίας. Η παραχώρηση άδειας εκμετάλλευσης του προϊόντος, του σχεδιασμού και της παραγωγής καθιστά εφικτή τη δημιουργία αξίας στην Ευρώπη από την παγκόσμια διανομή των εφαρμογών.

3.1.3 Σε επιχειρηματικό επίπεδο, η ΠΚ θα δημιουργήσει ανατρεπτικά επιχειρηματικά μοντέλα:

— **Η ψηφιακή παραγωγή θα οδηγήσει σε ανατρεπτικά**, βασιζόμενα σε ψηφιακές μεθόδους επιχειρηματικά μοντέλα, τα οποία θα παρουσιάζουν ταχείες εναλλαγές με υψηλά επίπεδα προσαρμογής. Χάρη στο διαδίκτυο, περιεχόμενο που έχει παραχθεί από τον χρήστη μπορεί να παρασχεθεί στον κατασκευαστή φυσικών αγαθών. Η αναθεώρηση του τρόπου με τον οποίο οι εταιρείες παράγουν και μεταφέρουν τα προϊόντα κατά μήκος της αλυσίδας εφοδιασμού τους θα έχει ως αποτέλεσμα καινοτόμες αλυσίδες παραγωγής και επιχειρηματικά μοντέλα, π.χ.: κατά παραγγελία κατασκευή στον απαιτούμενο χρόνο και κοντά στον πελάτη, επισκευή συστατικών μερών, ηλεκτρονική κατασκευή, ψηφιακές αποθήκες ανταλλακτικών ([7]) εξατομικευμένων προϊόντων ή μαζική προσαρμογή. Η ισχύουσα αλυσίδα αξίας μπορεί να αντικατασταθεί από μια απλούστερη και βραχύτερη αλυσίδα αξίας.

— Οι παραδοσιακοί πάροχοι υπηρεσιών ΠΚ κάνουν τη μετάβαση σε έναν τομέα κατασκευής βάσει συμβάσεων και παροχής εξειδικευμένων υπηρεσιών, με σκοπό την εξυπηρέτηση πελατών ΚΑΕ ([8]). Οι αλυσίδες εφοδιασμού υποστηρίζονται από μηχανολογικά εργαλεία και ψηφιακές διαδικασίες ηλεκτρονικής κατασκευής, που «εκδημοκρατίζουν» τον σχεδιασμό, ο οποίος μπορεί πλέον να πραγματοποιείται από τον καθένα, με όλα τα πλεονεκτήματα και ενδεχόμενα προβλήματα που προκύπτουν από το συγκεκριμένο επιχειρηματικό μοντέλο.

([7]) Ανταλλακτικά, των οποίων η διαθεσιμότητα είναι σπάνια και επομένως η τιμή τους είναι υψηλή.
([8]) Κατασκευαστής αρχικού εξοπλισμού.

— Η ΠΚ επιτρέπει την οικονομική σειριακή παραγωγή από παρόχους υπηρεσιών ΠΚ, εταιρείες κατασκευής ή ακόμα και στο σπίτι με βάση τρισδιάστατο μοντέλο («οικιακές μονάδες παραγωγής»). Αναδύονται νέοι τύποι παρόχων υπηρεσιών: καταστήματα τρισδιάστατων εκτυπώσεων έχουν ανοίξει στις ευρωπαϊκές πόλεις, οι υπηρεσίες τρισδιάστατου περιεχομένου και οι υπηρεσίες «κατά παραγγελία» συνδέουν δημιουργούς τρισδιάστατου περιεχομένου, καταναλωτές που παραγγέλνουν εξαρτήματα από βιβλιοθήκες, και παραγωγούς ΠΚ.

3.2. **Τεχνολογικός αντίκτυπος της προσθετικής κατασκευής**

3.2.1 **Ανάγκη για μια νέα γενιά συστημάτων παραγωγής**

— Οι διεθνείς χάρτες πορείας για την ΠΚ ([9]) ([10]) ([11]) ([12]). ([13]) επισημαίνουν την ανάγκη να γίνουν σημαντικά τεχνολογικά βήματα στην ΠΚ που θα την καταστήσουν καίριο παράγοντα για την προώθηση της προτεινόμενης προστιθέμενης αξίας και την υιοθέτηση της ΠΚ. Η σημερινή τεχνολογία ΠΚ αναπτύχθηκε για τη δημιουργία πρωτοτύπων ΠΚ· τα μηχανήματα δεν είναι ακόμα έτοιμα για υψηλό όγκο παραγωγής. Οι εταιρείες ΠΚ βρίσκονται αντιμέτωπες με τεχνολογικά εμπόδια κατά τη μετατροπή της ΠΚ σε τεχνολογία σειριακής παραγωγής. Η λογική της αρχιτεκτονικής των μηχανημάτων ΠΚ εξακολουθεί να βασίζεται στο στάδιο των πρωτοτύπων, ενώ έχουν καθιερωθεί πολύ λίγες καινοτομίες (στο εσωτερικό τους, τα σημερινά μηχανήματα δείχνουν σχεδόν ίδια με τα προγενέστερα μοντέλα πριν από 10-15 χρόνια). Απαιτούνται ανατρεπτικές καινοτομίες στα μηχανήματα που θα φέρουν τον συγκεκριμένο κλάδο στο επόμενο επίπεδο ([14]).

— Προκειμένου να επιταχυνθεί η ανάπτυξη, οι εταιρείες ΠΚ και οι ερευνητές χρειάζονται πρόσβαση σε ανοιχτές πλατφόρμες (από άποψη τόσο εξοπλισμού όσο και λογισμικού) για την υπέρβαση των περιορισμών των εμπορικών μηχανημάτων.

— Εάν αυξηθούν οι ικανότητες (της οικονομικής αποδοτικότητας, της ευρωστίας και της αξιοπιστίας) θα αυξηθεί και το ισχύον δυναμικό της προσθετικής κατασκευής για παραγωγή μεγαλύτερης κλίμακας σε ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών. Η μεταβολή των τεχνολογικών ορίων και ο συνδυασμός με άλλες διαδικασίες (υβριδική παραγωγή) θα επιτρέψει τις καινοτομικές εφαρμογές ([15]). Προκειμένου να μπορέσει να αξιοποιηθεί από τη βιομηχανία κατασκευής, η ΠΚ πρέπει να ενταχθεί στο εργοστασιακό περιβάλλον και στα σχετικά συστήματα ελέγχου.

— Παράλληλα με αυτή τη στρατηγική έρευνα, πρέπει να δημιουργηθούν νέα ανατρεπτικά συστήματα παραγωγής κατόπιν εκ βάθρων επανεξέτασης του τρόπου με τον οποίο παράγονται τα προϊόντα βάσει των ισχυουσών τεχνολογιών ΠΚ και του τρόπου με τον οποίο θα ενσωματωθούν τα εν λόγω συστήματα στο εργοστασιακό περιβάλλον. Αυτό σημαίνει ότι η αυριανή παραγωγή ΠΚ δεν θα βασίζεται πλέον σε μηχανήματα ΠΚ ιδίου τύπου που θα τοποθετούνται το ένα δίπλα στο άλλο σε μια αίθουσα παραγωγής· οι ανάγκες των εφαρμογών καθιστούν αναγκαία μια λογική συστημάτων συνεχούς παραγωγής ΠΚ, που θα βασίζεται σε μια αλυσίδα με διαφορετικά βήματα παραγωγής. Η λογική αυτή είναι ήδη γνωστή ως «μηχάνημα ΠΚ 2.0» και θα αποτελεί γνώμονα της μελλοντικής ανάπτυξης μηχανημάτων ΠΚ.

3.2.2 **Ανάγκη για νέες διαδικασίες προς πιστοποίηση της ΠΚ**

Προκειμένου να υλοποιηθούν από τεχνική άποψη στο πλαίσιο της βιομηχανίας, οι τεχνολογίες ΠΚ πρέπει να πιστοποιηθούν. Η πιστοποίηση θα δώσει ώθηση στην εκβιομηχάνιση της τεχνολογίας. Σήμερα, πρέπει να αναπτυχθούν διαδικασίες που θα καταστήσουν εφικτή την πιστοποίηση της ΠΚ, όπως προηγμένες τεχνικές επιθεώρησης και ποιοτικού ελέγχου κατά τη διάρκεια της διαδικασίας, προκειμένου να διασφαλιστεί η τήρηση των προτύπων. Το λιγότερο που θα πρέπει να επιτυγχάνεται με τις εν λόγω διαδικασίες είναι να εντοπίζεται τυχόν έλλειψη συμμόρφωσης του προϊόντος με τα πρότυπα, ενώ πρέπει να αναπτυχθεί μεθοδολογία που θα αποτρέπει την έλλειψη συμμόρφωσης και θα συμβάλλει στην αποκατάσταση των ελλείψεων.

([9]) Ευρωπαϊκή πλατφόρμα ΠΚ που δρομολογήθηκε με το έγγραφο διαβούλευσης του 2013 με τίτλο (2013) «Additive Manufacturing: Strategic Research Agenda» (Προσθετική κατασκευή: Πρόγραμμα στρατηγικών ερευνών).

([10]) DMRC (Direct Manufacturing Research Centre, Paderborn Germany) (2012) «Thinking ahead the Future of Additive Manufacturing — Analysis of Promising Industries» (Το μέλλον της προσθετικής κατασκευής — Λεπτομερής παρουσίαση των ελπιδοφόρων κλάδων).

([11]) Innovatie Zuid (2013) «Hightech Systemen en materialen: Roadmap 3D-Printen» (Συστήματα και υλικά υψηλής τεχνολογίας: Χάρτης πορείας της τρισδιάστατης εκτύπωσης).

([12]) EFFRA (2013), «Factories of the Future 2020: Factories of the Future Public-Private Partnership roadmap» (Εργοστάσια του μέλλοντος 2020: Χάρτης πορείας της σύμπραξης δημόσιου-ιδιωτικού τομέα για τα εργοστάσια του μέλλοντος)

([13]) Flanders MAKE, «Additive Manufacturing for Serial Production: Research Roadmap» (Προσθετική κατασκευή για σειριακή παραγωγή: Χάρτης πορείας των ερευνών), 2014.

([14]) Flanders MAKE, «Additive Manufacturing for Serial Production: Research Roadmap» (Προσθετική κατασκευή για σειριακή παραγωγή: Χάρτης πορείας των ερευνών), 2014.

([15]) Κέντρο καινοτόμου κατασκευής μέσω της προσθετικής κατασκευής του βρετανικού συμβουλίου ερευνών για τη Μηχανολογία και τις Φυσικές Επιστήμες (EPSRC), http://www.3dp-research.com/Home

3.2.3 **Ανάγκη για ανάπτυξη και προσβασιμότητα σε νέα υλικά**

— Οι φορείς ελέγχου των διαύλων διανομής διατηρούν κυρίαρχη θέση· π.χ. οι κατασκευαστές των μηχανημάτων περιλαμβάνουν στις συμβάσεις συντήρησης και στις εγγυήσεις τους την υποχρέωση χρήσης συγκεκριμένων δαπανηρών πρώτων υλών που συχνά διανέμονται μόνον από αυτούς ή χρησιμοποιούν το επιχειρηματικό μοντέλο «ξυράφι και λεπίδες» (razor-razorblade), στο πλαίσιο του οποίου παρατηρείται αποκλειστική χρήση συγκεκριμένων αναλώσιμων προϊόντων (εγκλωβισμός). Ο έλεγχος των διαύλων διανομής, σε συνδυασμό με έναν όγκο που παραμένει περιορισμένος ([16]), καθιστά λιγότερο ελκυστική για τους παρόχους υλικών την επένδυση μεγάλου προϋπολογισμού για την ανάπτυξη νέων υλικών.

— Ο περιορισμένος αριθμός πηγών παροχής υλικών οδηγεί σε υπερβολικά υψηλές τιμές για τις πρώτες ύλες και αυξάνει τους κινδύνους όσον αφορά την εγγύηση του εφοδιασμού για τους τελικούς πελάτες. Ο συγκεκριμένος μηχανισμός της αγοράς περιορίζει το δυναμικό της τεχνολογίας ΠΚ.

— Επί του παρόντος, ο διψήφιος ρυθμός ανάπτυξης της αγοράς δημιουργεί οικονομικές ευκαιρίες και προσελκύει περισσότερους παρόχους υλικών. Η ανάπτυξη των υλικών πρέπει να υποστηριχτεί και να ενθαρρυνθεί. Είναι σημαντικό να επεκταθεί το εύρος των υλικών και να βελτιωθούν οι ιδιότητές τους. Η αύξηση του αριθμού των προμηθευτών θα προωθήσει την ανταγωνιστικότερη τιμολόγηση, καθιστώντας αδιάφορες τις εγγυήσεις των μηχανημάτων, και θα δημιουργήσει υψηλότερο όγκο και ανταγωνιστικότερες αγορές υλικών.

— Ένα διευρυμένο φάσμα υλικών θα διευκολύνει το άνοιγμα σε νέους βιομηχανικούς τομείς και θα δημιουργήσει ζήτηση για υψηλότερους όγκους υλικών ΠΚ.

3.2.4 Κυριότερα τεχνικά εμπόδια — Τα κυριότερα τεχνικά εμπόδια που αποτρέπουν μια μεγάλης κλίμακας πρόοδο σε κλάδους όπως η αεροδιαστημική, η αυτοκινητοβιομηχανία, η ιατρική ή ο κλάδος των καταναλωτικών αγαθών, συνδέονται κυρίως με την τόνωση της παραγωγικότητας και μπορούν να συνοψιστούν ως εξής:

— έλλειμμα ευρωστίας στη διαδικασία και ανεπαρκής ταχύτητα παραγωγής (με αποτέλεσμα υπερβολικό κόστος παραγωγής),

— ανάγκη για τεχνολογία παραγωγής ΠΚ επόμενης γενιάς που θα μπορέσει να ενταχθεί σε ένα εργοστασιακό περιβάλλον και σε υβριδικά συστήματα παραγωγής,

— ανεπαρκείς και ανομοιογενείς ιδιότητες των υλικών και των προϊόντων, υπερβολικά περιορισμένο φάσμα των υλικών ΠΚ και αργή ανάπτυξη αυτών,

— έλλειψη τεχνολογίας για πολυτομεακή ανάπτυξη νέων, καινοτόμων εφαρμογών.

3.2.5 Απαιτείται στρατηγική έρευνα για τα εξής:

— τη μετατροπή της ΠΚ σε **τεχνολογία σειριακής παραγωγής** με μηχανήματα επόμενης γενιάς,

— **την ενσωμάτωση της ΠΚ**, ως εργαλείου πραγματικής παραγωγής, στο εργοστασιακό περιβάλλον και στα εργοστασιακά συστήματα,

— την επέκταση του **φάσματος των υλικών ΠΚ**,

— την ανάπτυξη **καινοτόμων εφαρμογών** (και των εργαλείων για την ανάπτυξή τους).

([16]) Wohlers Associates, «3D Printing and Additive Manufacturing: State of the Industry», Annual Worldwide Progress Report 2014 (Τρισδιάστατη εκτύπωση και προσθετική κατασκευή: Κατάσταση της βιομηχανίας, Ετήσια παγκόσμια έκθεση προόδου 2014).

3.2.6 Κίνδυνος διαρροής τεχνολογίας από την Ευρώπη

— Η τεχνολογία και η αγορά της ΠΚ έχουν φτάσει σε ένα ορισμένο επίπεδο ωρίμανσης που οδηγεί στις πρώτες ενοποιήσεις στον τομέα. Οι μεγάλες εταιρείες που είναι εγκατεστημένες στις ΗΠΑ επενδύουν και αποκτούν μικρές (συχνά εγκατεστημένες στην ΕΕ) ΜΜΕ που κατέχουν γνώσεις, διανοητική ιδιοκτησία και διπλώματα ευρεσιτεχνίας για την τεχνολογία ΠΚ. Οι αποκτηθείσες γνώσεις χρησιμοποιούνται συχνά εκτός Ευρώπης, δεδομένου ότι οι αγορές της ΕΕ παρουσιάζουν πολυμορφία και η πρόσβαση σε αυτές είναι δύσκολη. Είναι προς όφελος των ευρωπαϊκών ΜΜΕ να αποκτώνται από μεγάλες εταιρείες εκτός ΕΕ, διότι τους ανοίγονται μεγάλες νέες αγορές για τις εφαρμογές τους. Αμφότεροι οι λόγοι ενέχουν τον κίνδυνο να μετατοπιστούν μακριά από την Ευρώπη οι εξελίξεις στον τομέα της ΠΚ.

— Για τις εταιρείες που δραστηριοποιούνται στον τομέα της ΠΚ με έδρα την ΕΕ, η κλιμάκωση στο εσωτερικό της Ευρώπης δεν είναι εύκολη. Ο μεγάλος αριθμός μικρών και πολύ διαφορετικών μεταξύ τους αγορών στο εσωτερικό της, προκαλεί υψηλό κόστος επενδύσεων προτού να επιτευχθεί ένα ορισμένο επίπεδο βιώσιμου όγκου της αγοράς. Επιπλέον, η μετάβαση σε νέες αγορές επιβραδύνεται συχνά λόγω έλλειψης ορισμένων παραμέτρων στην αλυσίδα αξίας. Ως εκ τούτου, οι εταιρείες ΠΚ που είναι εγκατεστημένες στην ΕΕ αναζητούν μεγάλες αγορές εκτός ΕΕ στις οποίες θα μπορέσουν να αξιοποιήσουν τις γνώσεις τους σε αρχικό στάδιο.

3.3. Ο αντίκτυπος της προσθετικής κατασκευής σε ζητήματα νομικού χαρακτήρα ([17]):

— Η ΠΚ γίνεται σήμερα ευρέως αντιληπτή (από τα μέσα ενημέρωσης, τον Τύπο, το κοινό και τους πολιτικούς) ως τεχνολογία τρισδιάστατης εκτύπωσης χαμηλού επιπέδου για έξυπνη «ένδον εκτύπωση», και όχι ως μελλοντική τεχνολογία παραγωγής. Αν και στο μέλλον θα ισχύουν και τα δύο, οι τάσεις, τα εμπόδια και οι ερευνητικές προτεραιότητες διαφέρουν σε θεμελιώδες επίπεδο. Ζητήματα όπως η τυποποίηση, τα δικαιώματα διανοητικής ιδιοκτησίας και η ευθύνη πρέπει να εξεταστούν με τελείως διαφορετικό τρόπο ανάλογα με την εκάστοτε τεχνολογία και τις επιμέρους εφαρμογές.

— **Πρότυπα και πιστοποίηση**: αναγνωρίζεται ευρύτατα ότι η έλλειψη προτύπων έχει περιορίσει την αξιοποίηση της ΠΚ σε βασικούς βιομηχανικούς τομείς, π.χ. στην αεροδιαστημική και την ιατρική/οδοντιατρική. Η ύπαρξη προτύπων θα βοηθήσει στην αύξηση της υιοθέτησης των τεχνολογιών και θα παράσχει εκτενείς δυνατότητες έρευνας και ανάπτυξης. Οι επαγγελματικές αγορές είναι συχνά απαιτητικές και ζητούν πιστοποίηση, στοιχείο που καθιστά πολύ δύσκολη την υιοθέτηση νέων τεχνολογιών. Τα εμπόδια στην εκτεταμένη υιοθέτηση της ΠΚ είναι τόσο τεχνικού όσο και νομοθετικού χαρακτήρα. Ως εκ τούτου, η περαιτέρω συμμετοχή του κλάδου στις ομάδες εργασίας ASTM F42, BSI και ISO έχει ουσιώδη σημασία για τη μελλοντική ανάπτυξη των εν λόγω τεχνολογιών.

— **Διανοητική ιδιοκτησία**: οι εμπειρογνώμονες εκφράζουν προβληματισμούς σχετικά με τα αναπόφευκτα προβλήματα διανοητικής ιδιοκτησίας που θα προκαλέσει η ολοένα μεγαλύτερη υιοθέτηση των τεχνολογιών ΠΚ ([18]).

— Η ΠΚ μπορεί να έχει σημαντικό αντίκτυπο στη διανοητική ιδιοκτησία, καθώς τα αντικείμενα που περιγράφονται σε ένα ψηφιακό αρχείο είναι πολύ ευκολότερο να αντιγραφούν, να διανεμηθούν και να αποτελέσουν αντικείμενο πειρατείας. Θα μπορούσε να ισχύσει το ίδιο ακριβώς σενάριο που ισχύει με τη μουσική και την κινηματογραφική βιομηχανία, μέσω της ανάπτυξης νέων μη εμπορικών προτύπων, αυξάνοντας την ένταση μεταξύ της παρεμπόδισης της καινοτομίας και της ενθάρρυνσης της πειρατείας ([19]).

— Η προστασία της διανοητικής ιδιοκτησίας των κατασκευαστών αποτελεί τεράστιο πρόβλημα το οποίο μοιάζει πολύ με την προστασία των δικαιωμάτων του κλάδου της μουσικής και του κινηματογράφου. Ο τομέας ΠΚ πρέπει να αναζητήσει, και να αναπτύξει ο ίδιος, λύση σχετικά με την προστασία της διανοητικής ιδιοκτησίας. Μια ευρέως διαδεδομένη προστασία διανοητικής ιδιοκτησίας θα δώσει απάντηση στον προβληματισμό ότι η τεχνολογία ΠΚ ελέγχεται από ελάχιστους μόλις οργανισμούς προστασίας των σχετικών δικαιωμάτων διανοητικής ιδιοκτησίας, περιορίζοντας έτσι τον ανταγωνισμό και τον εντοπισμό νέων εφαρμογών. Αυτό επιβραδύνει την καινοτομία και διατηρεί υψηλό το κόστος των συστημάτων.

([17]) Ευρωπαϊκή πλατφόρμα ΠΚ που δρομολογήθηκε με το έγγραφο διαβούλευσης του 2013 με τίτλο «Additive Manufacturing: Strategic Research Agenda» (Προσθετική κατασκευή: Πρόγραμμα στρατηγικών ερευνών).

([18]) The National Law Journal, «Is intellectual property law ready for 3D printers? The distributed nature of Additive Manufacturing is likely to present a host of practical challenges for IP owners» (Είναι το δίκαιο περί διανοητικής ιδιοκτησίας έτοιμο για τους τρισδιάστατους εκτυπωτές; Η διανεμητική φύση της προσθετικής κατασκευής ενδέχεται να παρουσιάσει πολλές πρακτικές προκλήσεις για τους κατόχους δικαιωμάτων διανοητικής ιδιοκτησίας), 4 Φεβρουαρίου 2013.

([19]) Scapolo F., Churchill P., Castillo H. C. Z. & Viaud V., Draft foresight study on: «How will standards facilitate innovation and competitiveness in the European Union in the year 2025?» (Σχέδιο διερευνητικής μελέτης με θέμα: Πώς θα διευκολύνουν τα πρότυπα την καινοτομία και την ανταγωνιστικότητα στην Ευρωπαϊκή Ένωση το 2025;), Ευρωπαϊκή Επιτροπή, Δεκέμβριος 2012, σ. 1.

— **Ευθύνη**: Υπάρχουν διάφορες επιπτώσεις όσον αφορά την ευθύνη, ιδίως για τους ερασιτέχνες ή μη τεχνογνώστες σχεδιαστές, για τους κατασκευαστές εξαρτημάτων ή τους διανομείς. Σε περίπτωση που ένα εξάρτημα παρουσιάσει προβλήματα, ποιος είναι υπεύθυνος; Ο τομέας αυτός γεννά ολοένα μεγαλύτερες ανησυχίες για τον κλάδο ΠΚ, ιδίως στις περιπτώσεις όπου η ευελιξία, ο εξατομικευμένος χαρακτήρας και ο ιδιωτικός σχεδιασμός μπορεί να οδηγήσουν τον σχεδιαστή σε νέο, αχαρτογράφητο έδαφος. Πρέπει να αναπτυχθούν νέα επιχειρηματικά πρότυπα για την παροχή εξαρτημάτων που κατασκευάζονται με χρήση τεχνολογίας ΠΚ και για τους συναφείς επιχειρηματικούς κινδύνους.

— **Έγκριση και πιστοποίηση της ΠΚ** ([20]): Κάθε στοιχείο της τεχνολογίας της προσθετικής κατασκευής (λ.χ. υλικά, εξοπλισμός, διαδικασίες) πρέπει να εγκρίνεται και να πιστοποιείται όταν πρόκειται για την κατασκευή εξαρτημάτων υψηλής ποιότητας που μπορούν να αναπαραχθούν. Η έλλειψη τυποποίησης καθιστά δύσκολη την πρώτη κατασκευή αντικειμένων υψηλής ποιότητας. Η ανάπτυξη προτύπων για την έγκριση και την τυποποίηση της ΠΚ καθίσταται περίπλοκη εξαιτίας των πολυάριθμων διαφορών μεταξύ μηχανημάτων, υλικών και διαδικασιών και της απουσίας ενός κεντρικού αποθετηρίου δεδομένων ΠΚ ή μιας κεντρικής αρχής για τις μεθοδολογίες σχετικά με την ΠΚ. Η περαιτέρω χρήση της τεχνολογίας ΠΚ θα απαιτήσει την ανάπτυξη προτύπων για τη διευκόλυνση της ταχύτερης και αποδοτικότερης, από άποψη κόστους, πιστοποίησης όλων των υλικών, των διαδικασιών και των προϊόντων.

3.4. **Αντίκτυπος της προσθετικής κατασκευής στην απασχόληση, την κατάρτιση και την εκπαίδευση**

— Η χρήση τεχνολογιών ΠΚ θα έχει άμεσο αντίκτυπο στα παραδοσιακά πρότυπα παραγωγής και ιδίως στην εσωτερική οργάνωση των εργαστηρίων. Η ΠΚ θα διευκολύνει την εγκατάσταση μικρών τρισδιάστατων εκτυπωτών πολύ κοντά στους πελάτες, όπου υπάρχει σχετική ζήτηση· αυτό θα δημιουργήσει νέες θέσεις εργασίας, ο αριθμός των οποίων δεν μπορεί ακόμα να υπολογιστεί διότι η βιομηχανική χρήση άρχισε να αναπτύσσεται πολύ πρόσφατα.

— Ο πραγματικός αντίκτυπος στην απασχόληση είναι πολύ δύσκολο να προσδιοριστεί διότι δεν έχουν εκπονηθεί σχετικές μελέτες, και διότι είναι πολύ πιθανό να υπάρξει υποκατάσταση των υφιστάμενων θέσεων εργασίας από μελλοντικές θέσεις χειριστών ΠΚ.

— Οι θέσεις εργασίας στον τομέα των τεχνολογιών ΠΚ θα απαιτήσουν νέες δεξιότητες, όπως χειριστές μηχανημάτων που θα είναι σε θέση να χρησιμοποιούν το ειδικό για την εκάστοτε διαδικασία λογισμικό ή μηχανικοί που θα είναι σε θέση να σχεδιάζουν αντικείμενα με τα νέα συστήματα: τοπολογική βελτιστοποίηση, επαναμηχανίκευση, κ.λπ.

— Η χρήση των τεχνολογιών ΠΚ θα καταστήσει αναγκαίες τις εγκαταστάσεις εκπαίδευσης και κατάρτισης προκειμένου να διατηρηθεί και να αναπτυχθεί η δυνατότητα απασχόλησης των εργαζομένων. Επί του παρόντος, τα ευρωπαϊκά σχολικά προγράμματα αγνοούν σε μεγάλο βαθμό την ΠΚ και το ίδιο ισχύει και στη μετασχολική κατάρτιση. Τα περισσότερα μαθήματα κατάρτισης περιγράφουν απλώς τις τεχνολογίες και τις πιθανές επιδόσεις τους και δεν προορίζονται να βοηθήσουν τους σπουδαστές να αποκτήσουν μια πραγματική δεξιότητα. Οι τοπικές κυβερνήσεις θα πρέπει να ενσωματώσουν την ΠΚ στα εκπαιδευτικά τους προγράμματα, τουλάχιστον όσον αφορά την επαγγελματική κατάρτιση. Η ελκυστικότητα της τρισδιάστατης εκτύπωσης, που έγκειται στο γεγονός ότι καλύπτει τη συνολική διαδικασία καινοτομίας (σύλληψη ιδέας, σχεδιασμός, υπολογισμός, ρομποτική και παραγωγή του τελικού υλικού προϊόντος) σε σύντομο χρονικό διάστημα, θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ως αποτελεσματική μέθοδος κατάρτισης στα σχολεία που θα στρέφει την προσοχή των παιδιών στους τομείς της τεχνολογίας και της κατασκευής.

— Είναι ευκταίο, κάθε προσφορά κατάρτισης να σχεδιάζεται κατόπιν συνεργασίας μεταξύ της βιομηχανίας, των τοπικών αρχών, των εκπαιδευτικών ιδρυμάτων και των οργανώσεων των εργαζομένων, και να βασίζεται στις πραγματικές ανάγκες των επιχειρήσεων που δραστηριοποιούνται στον τομέα.

3.5. **Υγεία και ασφάλεια στην εργασία**

Υπάρχουν πολύ λίγες μελέτες που να αφορούν την ΠΚ από την άποψη της υγιεινής και ασφάλειας στην εργασία· ωστόσο, είναι απαραίτητες, εξαιτίας:

— των χημικών κινδύνων από τις πτητικές ρητίνες που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή εξαρτημάτων από πολυμερή, και από τα πτητικά μεταλλικά ή μη μεταλλικά προσθετικά που χρησιμοποιούνται σε μεταλλικές σκόνες·

([20]) «Measurement Science: Roadmap for metal-based Additive Manufacturing» (Επιστήμη των μετρήσεων: Χάρτης πορείας για την προσθετική κατασκευή που βασίζεται σε μέταλλα), National Institute of Standards and Technology, Μάιος 2013.

— των χημικών και φυσικών κινδύνων από τη χρήση σκόνης, ιδίως όταν αυτή περιέχει νανοσωματίδια·

— του κινδύνου εκρήξεων από τη χρήση σκόνης·

— ειδικών κινδύνων από τη χρήση πηγών λέιζερ, δεσμών ηλεκτρονίων κ.λπ.

Η χρήση των βιομηχανικών εφαρμογών ΠΚ καθιστά επείγουσα την ανάγκη να εκπονηθούν ειδικές μελέτες σχετικά με την αξιολόγηση των κινδύνων που αντιμετωπίζουν οι εργαζόμενοι, με σκοπό να αναπτυχθούν συστήματα και πρότυπα προστασίας. Πρέπει επίσης να αναπτυχθεί κατάρτιση ασφαλείας για τους εργαζόμενους που χειρίζονται μηχανήματα ΠΚ, η οποία θα μπορούσε να ενταχθεί στο εκπαιδευτικό πρόγραμμα, ενόψει της βελτίωσης ή της θέσπισής του.

Βρυξέλλες, 28 Μαΐου 2015.

Ο Πρόεδρος
της Ευρωπαϊκής Οικονομικής και Κοινωνικής Επιτροπής
Henri MALOSSE