

ΕΥΦΥΗΣ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΣ, ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΑΓΟΡΑΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΤΩΝ ΧΗΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Δ. Δρούγκας¹, Κ. Καραλής^{2,3,*}, Ν. Κασιώτης²

¹EY Advisory Services

²Σχολή Χημικών Μηχανικών, ΕΜΠ, Αθήνα, Ελλάδα

³ΩΣΗ Κέντρο Δημιουργικής Μάθησης

(*kkaralis@mail.ntua.gr)

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η εργασία πραγματεύεται το καίριο ζήτημα των εξελίξεων που πραγματοποιούνται με μεγάλη ταχύτητα και σε παγκοσμιοποιημένη κλίμακα στην εργασία των Χημικών Μηχανικών (και των Μηχανικών γενικότερα) στο πλαίσιο της αποκαλούμενης 4^{ης} Βιομηχανικής Επανάστασης και της επίδρασης που θα έχουν στις σπουδές τους.

Η εισήγηση εστιάζει στις επιδράσεις που επιφέρει η ανάπτυξη του Ευφυούς Αυτοματισμού στην αγορά εργασίας γενικότερα και παρουσιάζονται οι τομείς στους οποίους απαιτείται επανασχεδιασμός και αναβάθμιση των απαιτούμενων δεξιοτήτων, οι τομείς που βρίσκονται σε πτώση (για τους οποίους δηλαδή πέφτει συνεχώς η ζήτηση) και οι τομείς που διατηρούν τη σημασία τους. Οι ανακατατάξεις αυτές συνοδεύονται όπως είναι φυσικό από μεταβολές στις απαιτήσεις ως προς τις γνώσεις, τις δεξιότητες και τις στάσεις των νέων εισερχομένων στην αγορά εργασίας, με ιδιαίτερη έμφαση στην περίπτωση των Μηχανικών.

Εξειδικεύοντας στην περίπτωση των Χημικών Μηχανικών, σημειώνουμε πως η Χημική Μηχανική (Chemical Engineering) από τις απαρχές της συγκρότησής της, αναπτύχθηκε ως απάντηση σε συγκεκριμένες ανάγκες που δημιουργήθηκαν στο πλαίσιο της βιομηχανικής ανάπτυξης κατά το τέλος του 19^{ου} και στις αρχές του 20^{ου} αιώνα και παρακολούθησε όσο και συνδιαμόρφωσε έκτοτε τις τεχνολογικές εξελίξεις στον δικό της τομέα, με παράλληλη εξέλιξη της εκπαίδευσης των Χημικών Μηχανικών. Σήμερα λοιπόν, οι Σχολές των Χημικών Μηχανικών βρίσκονται αντιμέτωπες με την πρόκληση που θέτουν οι εξελίξεις στον χώρο του Ευφυούς Αυτοματισμού ως προς τις σπουδές των Χημικών Μηχανικών. Οι προκλήσεις αυτές δεν αφορούν μόνο τις γνώσεις, αλλά και τις δεξιότητες και τις στάσεις που πρέπει να καλλιεργηθούν στις νέες αυτές συνθήκες, με χαρακτηριστικό παράδειγμα την καλλιέργεια της δημιουργικής σκέψης. Όπως λοιπόν ένα από τα πρωταρχικά στοιχεία της εκπαίδευσης αλλά και του ρόλου των Μηχανικών ήταν η δημιουργική σκέψη για την επίλυση πρωτότυπων προβλημάτων, έτσι και σήμερα η δεξιότητα αυτή βρίσκεται στην πρώτη γραμμή των απαιτήσεων στο πλαίσιο του νέου τοπίου που διαμορφώνει η ανάπτυξη και εξάπλωση του Ευφυούς Αυτοματισμού.

Τέλος, δεν πρέπει να αγνοήσουμε πως μία σημαντική επερχόμενη εξέλιξη λόγω της ανάπτυξης του Ευφυούς Αυτοματισμού είναι και ο εκ βάθρων μετασχηματισμός της ανώτατης εκπαίδευσης με την ανάπτυξη των τεχνικών δυνατοτήτων της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης σε συνδυασμό με τις μεταβολές της αγοράς εργασίας και της ζήτησης για συγκεκριμένα εκπαιδευτικά προγράμματα. Έτσι μεταβάλλεται ο παραδοσιακός χαρακτήρας των ιδρυμάτων της πανεπιστημιακής εκπαίδευσης, ενώ παράλληλα διευρύνεται ο ανταγωνισμός μεταξύ τους, που θα μπορούσε να πάρει ακόμα και τη μορφή της «δημιουργικής καταστροφής».

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Με τον όρο «Ευφυής Αυτοματισμός» επιλέξαμε να αποδώσουμε στα ελληνικά τον όρο «Intelligent Automation». Ο όρος αυτός συνοψίζει τις καταγιστικές εξελίξεις στο πεδίο της τεχνητής νοημοσύνης, της ρομποτικής και του αυτοματισμού, που χαρακτηρίζει την εποχή της 4^{ης} Βιομηχανικής Επανάστασης (όρος που προτάθηκε στο παγκόσμιο Οικονομικό Φόρουμ του Νταβός και έχει γίνει πλέον σε μεγάλο βαθμό αποδεκτός)^[1]. Η ταχύτητα εξέλιξης και το μεγάλο εύρος των επιπτώσεων της 4^{ης} Βιομηχανικής Επανάστασης οφείλονται στον ταυτόχρονο συνδυασμό πολλών σημαντικών τεχνολογικών εξελίξεων που περιλαμβάνουν τον αυτοματισμό, την τεχνητή νοημοσύνη το διαδίκτυο των αντικειμένων, τη διασύνδεση της γενετικής με τη βιοχημική μηχανική και την πρόσβαση και διαχείριση σε τεράστιες ποσότητες δεδομένων. Οι εξελίξεις αυτές δημιουργούν μία δυναμική μετασχηματισμού που επηρεάζει ολόκληρη την

κοινωνία, εξ αιτίας της μεγάλης ταχύτητας ανάπτυξης και εξάπλωσης, όπως και του εύρους και του βάθους των εφαρμογών τους, που οδηγούν σε μετασχηματισμό ολόκληρων συστημάτων, σε όλα τα επίπεδα της κοινωνίας^[2].

Ο Ευφυής Αυτοματισμός έχει πλέον αρχίσει να αφήνει τα ίχνη του σε πάρα πολλές δραστηριότητες σε κάθε τομέα της οικονομίας και της κοινωνίας. Σε μία συνεχή ανατροφοδότηση με τις τεχνολογικές εξελίξεις, συστήματα ευφυούς αυτοματισμού μπορούν ήδη να επεξεργάζονται τεράστιο όγκο πληροφοριών, να αυτοματοποιούν διάφορες παραγωγικές διαδικασίες και να διεκπεραιώνουν σύνθετες εργασίες που μέχρι και λίγα χρόνια πριν θεωρούνταν ως αντικείμενα αποκλειστικά ανθρώπινων δραστηριοτήτων.

Καθώς λοιπόν δεν έχουμε μόνο μία σειρά τεχνολογικών εξελίξεων που παράγεται σε ορισμένα κέντρα υψηλής τεχνολογίας, αλλά ένα μεγάλο (και συνεχώς αυξανόμενο) πλήθος εφαρμογών στο ευρύτερο πεδίο της παγκόσμιας οικονομίας, με επίσης αυξανόμενο αριθμό επιχειρήσεων που δραστηριοποιούνται σ' αυτόν τον τομέα, παράγοντας ή εφαρμόζοντας τις σχετικές καινοτομίες, έχουν ήδη αρχίσει να εμφανίζονται σοβαρές επιπτώσεις στην αγορά εργασίας.

ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΩΝ ΔΕΞΙΟΤΗΤΩΝ (2018-2022) ΚΑΙ ΤΑΣΕΙΣ ΑΥΤΟΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΣΕ ΤΟΜΕΙΣ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝΤΟΣ ΤΩΝ ΧΗΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Ο Ευφυής Αυτοματισμός πρόκειται να ωθήσει τα παραδοσιακά επιχειρηματικά μοντέλα και την σχέση μεταξύ εργαζομένων και μηχανών σε ριζικό μετασχηματισμό. Έτσι αναμένεται ότι μέχρι το 2022 οι δεξιότητες που θα απαιτούνται για την διεκπεραίωση των περισσότερων εργασιών θα έχουν αλλάξει σημαντικά. Οι επιπτώσεις αυτές αναλύθηκαν συστηματικά σε μία μελέτη του Παγκόσμιου Οικονομικού Φόρουμ (WEF) του 2018 για το μέλλον της εργασίας και τα στοιχεία που ακολουθούν στηρίζονται σε αυτήν την ανάλυση^[3]. Συγκεκριμένα, το ποσοστό βασικών δεξιοτήτων που απαιτούνται για την εκτέλεση μιας εργασίας που θα παραμείνει το ίδιο θα ανέρχεται σε 58% γεγονός που σημαίνει ότι κατά μέσο όρο το 42% των απαιτούμενων δεξιοτήτων θα αλλάξει εντός της περιόδου 2018-2022. Μέχρι το 2022, περίπου το 54% όλων των εργαζομένων θα χρειάζονται σημαντική αναβάθμιση των δεξιοτήτων τους (reskilling, upskilling). Οι ανερχόμενες δεξιότητες που αναζητούν οι εργοδότες περιλαμβάνουν αναλυτική σκέψη και καινοτομία καθώς και ενεργητικές στρατηγικές μάθησης. Η συνεχώς αυξανόμενη σημασία των δεξιοτήτων, όπως ο τεχνολογικός σχεδιασμός και ο προγραμματισμός, υπογραμμίζουν την αυξανόμενη ζήτηση για εργαζομένους με τεχνολογική επάρκεια. Ωστόσο, η επάρκεια στις νέες τεχνολογίες αποτελεί ένα μόνο μέρος της γκάμας των δεξιοτήτων η ζήτηση των οποίων θα ενισχυθεί μέχρι το 2022. Οι «soft» δεξιότητες όπως η δημιουργικότητα, η πρωτοτυπία και η πρωτοβουλία, η κριτική σκέψη, η πειθώ και η διαπραγματεύση, η προσοχή στη λεπτομέρεια, η ευελιξία προσαρμογής σε νέα περιβάλλοντα και ομάδες και η ικανότητα επίλυσης πολύπλοκων προβλημάτων θα διατηρήσουν ή θα αυξήσουν την αξία τους ενώ η συναισθηματική νοημοσύνη, η ηγεσία και η κοινωνική επιρροή θα δουν επίσης μια υπερμεγέθη αύξηση της ζήτησης τους στον ορίζοντα 2018-2022^[4].

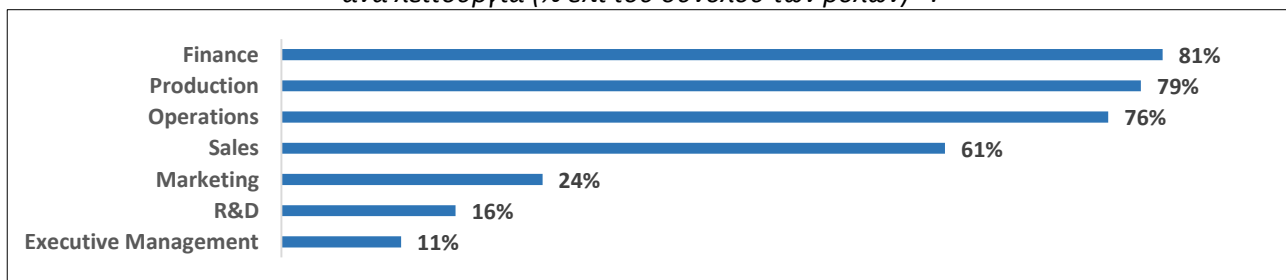
Γενικότερα και πέραν του χρονικού ορίζοντα μέχρι το 2022, στον χώρο των επιχειρήσεων ο αυτοματισμός θα έχει αντίκτυπο σε πέντε βασικές περιοχές και η επιλογή των πρωτοβουλιών αυτοματισμού θα βασιστεί στην ιεράρχηση των επιδιώξεων της επιχείρησης στο πλαίσιο της στρατηγικής της. Οι πέντε βασικές αυτές περιοχές και οι τεχνολογίες που τις επηρεάζουν παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 1. Αυτοματισμός και βασικές περιοχές ενδιαφέροντος των επιχειρήσεων.

#	Περιοχή	Αντίκτυπος αυτοματισμού	Σχετικές τεχνολογίες					Περιγραφή τεχνολογιών	
			Chatbots	Natural language processing	Robotic process automation	Intelligent process automation	Machine learning		Deep learning
1	Αριθμός εργαζομένων	Ο αυτοματισμός δραστηριοτήτων θα συμβάλει στην μείωση του απαιτούμενου αριθμού εργαζομένων για συγκεκριμένες λειτουργίες.	✓	✓	✓				Chatbots: λογισμικό που μιμείται συνομιλίες με ανθρώπους. Natural language processing: λογισμικό που κατανοεί, αναλύει και συνθέτει γλώσσα και λόγο.
2	Αυξανόμενες δυνατότητες	Η αυτοματοποίηση δραστηριοτήτων θα οδηγήσει σε αυξημένες δυνατότητες επεξεργασίας δεδομένων και εξυπηρέτησης πελατών.	✓	✓					Robotic process automation: λογισμικό ή ρομπότ που μιμείται τις ενέργειες των ανθρώπων.
3	Αυξανόμενη ταχύτητα	Η αυτοματοποίηση θα συμβάλει στην επιτάχυνση της παραγωγικής διαδικασίας.		✓	✓	✓	✓		Intelligent process automation: τεχνολογία που συνδυάζει τη ρομποτική διαδικασία αυτοματισμού και machine learning μμούνη τις ανθρώπινες δραστηριότητες και μαθαίνοντας από αυτές προκειμένου να βελτιωθεί χωρίς να χρειάζεται ανθρώπινη παρέμβαση.
4	Υψηλότερη ποιότητα	Η αυτοματοποίηση θα οδηγήσει στην παραγωγή προϊόντων υψηλότερης ποιότητας καθώς συμβάλει στην αποφυγή λαθών και στην τυποποίηση (standardisation) της παραγωγικής διαδικασίας.			✓	✓	✓		Machine learning: αλγόριθμοι προγραμματισμένοι να μαθαίνουν από τους εαυτούς τους μέσω της χρήσης δεδομένων.
5	Νέες δυνατότητες	Ανάπτυξη εξελιγμένων αλγορίθμων οι οποίοι θα υλοποιούν δραστηριότητες που οι άνθρωποι δεν δύνανται να υλοποιήσουν και ούτε πρόκειται ποτέ.				✓	✓	✓	Deep learning: αλγόριθμοι εμπνευσμένοι από τη δομή και τη λειτουργία του εγκεφάλου που μαθαίνουν να αναγνωρίζουν τα πρότυπα στις ψηφιακές αναπαραστάσεις ήχων, εικόνων και άλλων δεδομένων.

Οι επιχειρήσεις προκειμένου να αποφασίσουν σχετικά με το εύρος της αυτοματοποίησης που επιθυμούν αξιολογούν εις βάθος το περιεχόμενο των επιχειρηματικών λειτουργιών (functions) τους σε επίπεδο εργασιών (occupations/tasks). Ταυτόχρονα, αναλύουν το σύνολο δεξιοτήτων του υπάρχοντος ανθρώπινου δυναμικού προκειμένου να εντοπίσουν έργα αυτοματισμού για τα οποία υπάρχει επαρκής γνώση προκειμένου να υλοποιηθούν. Οι δύο αυτές παράμετροι βοηθούν την ηγεσία της επιχείρησης να κατανοήσει ποιές πρωτοβουλίες είναι περισσότερο ή λιγότερο πιθανό να ξεκινήσουν άμεσα και τι ανάγκες υπάρχουν για επανεκπαίδευση προσωπικού ή προσλήψεις.

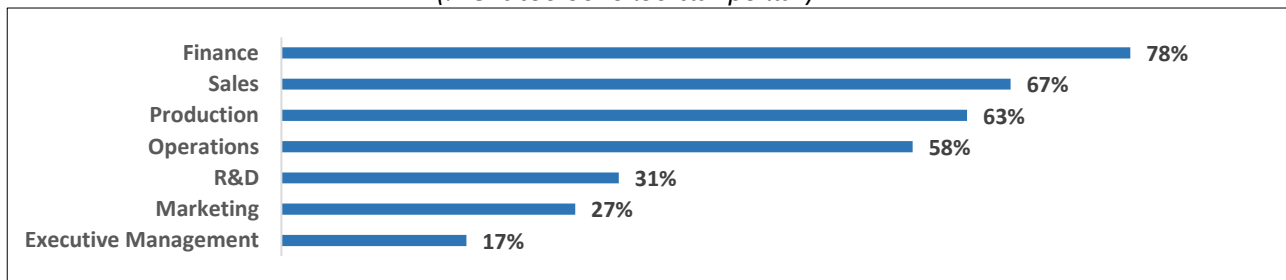
Για τις ανάγκες της ανάλυσης μας επιλέξαμε ενδεικτικά έναν αριθμό τομέων στους οποίους απασχολούνται και Χημικοί Μηχανικοί. Οι τομείς αυτοί είναι οι εξής: διαφοροποιημένα βιομηχανικά προϊόντα, πετρέλαιο και φυσικό αέριο, ενέργεια και επαγγελματικές υπηρεσίες. Για αυτούς τους τομείς, εντοπίσαμε τις λειτουργίες οι οποίες επηρεάζονται από τον αυτοματισμό και εντός των λειτουργιών αυτών αναδεικνύουμε τις εργασίες με το μεγαλύτερο ποσοστό «αυτοματοποιησιμότητας» και το αντίστοιχο ποσοστό εργαζομένων. Για τη συγκεκριμένη ανάλυση χρησιμοποιήσαμε στοιχεία από μια σχετική μελέτη της ΕΥ^[5]

Πίνακας 2. Διαφοροποιημένα βιομηχανικά προϊόντα – Εφαρμογή της αυτοματοποίησης σε ρόλους ανά λειτουργία (% επί του συνόλου των ρόλων)^[5].

Σε ότι αφορά τα διαφοροποιημένα βιομηχανικά αγαθά, εντός της χρηματοοικονομικής λειτουργίας (finance) μεγαλύτερα ποσοστά αυτοματοποίησης παρουσιάζουν οι λογιστικές εργασίες (98%), οι χρηματοοικονομικές αναφορές και έλεγχος (94%) και ο στρατηγικός/χρηματοοικονομικός σχεδιασμός/ανάλυση (94%). Αξίζει να σημειωθεί ότι μόνο στις λογιστικές εργασίες και την παραγωγή χρηματοοικονομικών αναφορών απασχολείται το 52% και το 29% των εργαζομένων στην χρηματοοικονομική λειτουργία. Εντός της παραγωγής (production), το μεγαλύτερο ποσοστό των εργαζομένων (83%) απασχολείται στην δημιουργία/παραγωγή προϊόντων (product creation) με το σχετικό ποσοστό αυτοματοποίησης να

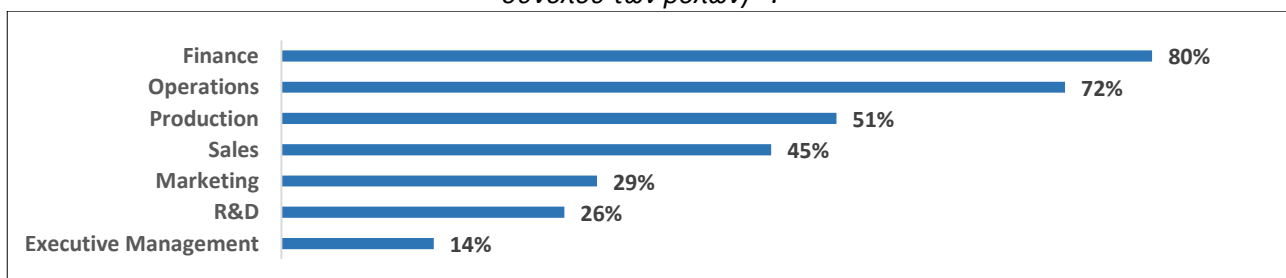
ανέρχεται στο 80% των εργασιών. Στο κομμάτι των λειτουργιών (operations), οι μεταφορές (transportation) και τα logistics παρουσιάζουν τα υψηλότερα ποσοστά αυτοματοποίησης (86% και 78% αντίστοιχα) με σχετικά ποσοστά εργαζομένων 49% και 50% αντίστοιχα. Στο κομμάτι των πωλήσεων (sales), το 62% των εργαζομένων απασχολείται στην παρασκευή και χονδρική πώληση (manufacturing and wholesale) με το σχετικό ποσοστό αυτοματοποίησης να ανέρχεται στο 85% των εργασιών. Σε ότι αφορά το marketing το υψηλότερο ποσοστό αυτοματοποίησης εντοπίζεται στην έρευνα αγοράς (61%) ενώ το σχετικό ποσοστό απασχολήσης ανέρχεται στο 28% των εργαζομένων. Τέλος, στο R&D κομμάτι το υψηλότερο ποσοστό αυτοματοποίησης (47%) εντοπίζεται στις εργασίες τεχνικού και βοηθητικού προσωπικού στις οποίες απασχολείται περίπου το 26% των εργαζομένων^[6].

Πίνακας 3. Πετρέλαιο και φυσικό αέριο – Εφαρμογή της αυτοματοποίησης σε ρόλους ανά λειτουργία (% επί του συνόλου των ρόλων)^[5].



Στον τομέα του πετρελαίου και του φυσικού αερίου, παρατηρούμε παρόμοια τάση εντός της χρηματοοικονομικής λειτουργίας με τα μεγαλύτερα ποσοστά αυτοματοποίησης να παρουσιάζονται στις λογιστικές εργασίες (98%) και στις χρηματοοικονομικές αναφορές και έλεγχο (94%) με ποσοστά εργαζομένων 26% και 51% αντίστοιχα. Στο κομμάτι της παραγωγής, το υψηλότερο ποσοστό αυτοματοποίησης (70%) αφορά τη δημιουργία/παραγωγή προϊόντων με ποσοστό απασχολούμενων 70%. Σε ότι αφορά τις λειτουργίες (operations), οι μεταφορές (transportation) παρουσιάζουν τα υψηλότερα ποσοστά αυτοματοποίησης (81%) με σχετικό ποσοστό εργαζομένων 41% (τα logistics απασχολούν περίπου το 58% του εργαζομένων αλλά μόνο οι μισές (51%) περίπου εργασίες θα αυτοματοποιηθούν). Στο R&D κομμάτι το υψηλότερο ποσοστό αυτοματοποίησης (64%) εντοπίζεται πάλι στις εργασίες τεχνικού και βοηθητικού προσωπικού στις οποίες απασχολείται περίπου το 24% των εργαζομένων ενώ στις εργασίες που επιτελούνται από μηχανικούς (και οι οποίοι αποτελούν το 56% του εργατικού δυναμικού) το ποσοστό αυτοματοποίησης εκτιμάται μόλις 12%. Τέλος, σε ότι αφορά το marketing το υψηλότερο ποσοστό αυτοματοποίησης εντοπίζεται και εδώ στην έρευνα αγοράς (61%) ενώ το σχετικό ποσοστό απασχολήσης ανέρχεται στο 35% των εργαζομένων^[7].

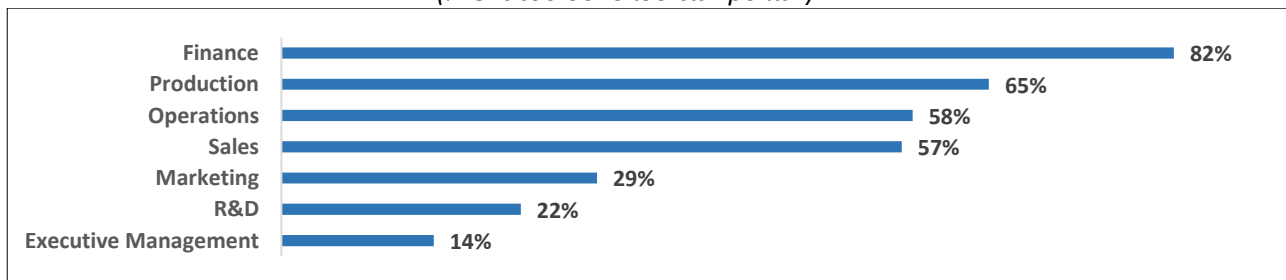
Πίνακας 4. Ενέργεια – Εφαρμογή της αυτοματοποίησης σε ρόλους ανά λειτουργία (% επί του συνόλου των ρόλων)^[5].



Και στον τομέα της ενέργειας, επιβεβαιώνονται παρόμοιες τάσεις. Συγκεκριμένα, οι λογιστικές εργασίες και η παραγωγή χρηματοοικονομικών αναφορών απασχολούν ταυτόχρονα το

μεγαλύτερο ποσοστό εργαζομένων (52% και 27% αντίστοιχα) και παρουσιάζουν υψηλά ποσοστά αυτοματοποίησης 97% και 94% αντίστοιχως. Στα operations με μεγάλη διαφορά οι μεταφορές θα υποστούν σημαντική αυτοματοποίηση (82%) ενώ απασχολούν το 77% των εργαζομένων στην λειτουργία αυτή. Και στην παραγωγή το μεγαλύτερο ποσοστό αυτοματοποίησης (67%) αφορά τη δημιουργία προϊόντος με αντίστοιχο ποσοστό εργαζομένων στο 37%. Στις πωλήσεις αξίζει να σημειωθεί ότι το 85% των εργασιών που επιτελείται από το προσωπικό πωλήσεων (με ποσοστό εργαζομένων 38%) θα αυτοματοποιηθούν. Στο marketing, οι εργασίες έρευνας αγοράς θα αυτοματοποιηθούν κατά 61% με το αντίστοιχο ποσοστό εργαζομένων να ανέρχεται στο 39%. Στο R&D κομμάτι το υψηλότερο ποσοστό αυτοματοποίησης (65%) εντοπίζεται και εδώ στις εργασίες τεχνικού και βοηθητικού προσωπικού στις οποίες απασχολείται περίπου το 25% των εργαζομένων ενώ στις εργασίες που εκτελούνται από μηχανικούς (και οι οποίοι αποτελούν το 66% του εργατικού δυναμικού) το ποσοστό αυτοματοποίησης είναι μόλις 12%^[8].

Πίνακας 5. Επαγγελματικές υπηρεσίες – Εφαρμογή της αυτοματοποίησης σε ρόλους ανά λειτουργία (% επί του συνόλου των ρόλων)^[5].



Τέλος στον τομέα των επαγγελματικών υπηρεσιών, συναντάμε παρόμοια τυπολογία αυτοματοποιήσεων με τις λογιστικές εργασίες και τη παραγωγή χρηματοοικονομικών αναφορών να απασχολούν το μεγαλύτερο ποσοστό εργαζομένων (42% και 35% αντίστοιχα) στην χρηματοοικονομική λειτουργία και να παρουσιάζουν υψηλά ποσοστά αυτοματοποίησης 97% και 94% αντίστοιχως. Επίσης στην παραγωγή το μεγαλύτερο ποσοστό αυτοματοποίησης (78%) αφορά τη δημιουργία προϊόντος με αντίστοιχο ποσοστό εργαζομένων στο 45%. Στα operations με μεγάλη διαφορά οι μεταφορές θα υποστούν σημαντική αυτοματοποίηση (84%) ενώ απασχολούν το 53% των εργαζομένων στην λειτουργία αυτή. Στις πωλήσεις το μεγαλύτερο ποσοστό αυτοματοποίησης (99%) εντοπίζεται στις τηλεφωνικές πωλήσεις (telemarketers) με όχι πολύ σημαντικό ποσοστό εργαζομένων (11%) να απασχολούνται σε αυτές. Στο marketing επιβεβαιώνεται παρόμοια τάση με το 60% των εργασιών έρευνας αγοράς να αυτοματοποιείται ενώ το ποσοστό εργαζομένων να ανέρχεται στο 34%. Τέλος στο R&D κομμάτι το υψηλότερο ποσοστό αυτοματοποίησης (60%) εντοπίζεται και σε αυτή την περίπτωση στις εργασίες τεχνικού και βοηθητικού προσωπικού στις οποίες απασχολείται περίπου το 28% των εργαζομένων ενώ στις εργασίες που εκτελούνται από μηχανικούς (και οι οποίοι αποτελούν το 44% του εργατικού δυναμικού) το ποσοστό αυτοματοποίησης είναι μόλις 4%^[9].

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σύμφωνα με την παραπάνω ανάλυση και την διεθνή εμπειρία μετασχηματισμού επιχειρήσεων, συμπεραίνουμε σε γενικές γραμμές ότι τα περιθώρια αυτοματισμού είναι μεγαλύτερα στις επαναλαμβανόμενες εργασίες (δηλ. εργασίες χαμηλής προστεθειμένης αξίας) οι οποίες είναι συχνά προβλέψιμες και προκαθορισμένες με βάση συγκεκριμένα κριτήρια και προδιαγραφές όπως π.χ. οι λογιστικές εργασίες στις οποίες χρησιμοποιούνται προδιαγεγραμμένα πρότυπα, δεδομένα και κανόνες εγγραφής των σχετικών πληροφοριών και τομείς όπως οι μεταφορές για τους οποίους οι σχετικές τεχνολογίες (π.χ. αυτόνομα οχήματα) θα είναι κυρίαρχες στο μέλλον. Η αυτοματοποίηση των επαναλαμβανόμενων εργασιών συνήθως γίνεται μέσω ρομποτικών

διεργασιών robotic process μηχανισμών. Στον αντίποδα βρίσκονται εργασίες για τις οποίες απαιτείται κριτική σκέψη, ικανότητα σύνθεσης και ανάλυσης, υψηλή συναισθηματική νοημοσύνη και ηγεσία (π.χ. εκτελεστική διοίκηση) για τις οποίες τα ποσοστά αυτοματοποίησης είναι αρκετά χαμηλά.

Όμως, καθώς στο αντικείμενο του Χημικού Μηχανικού συμπεριλαμβάνεται τόσο ο σχεδιασμός όσο και διάφορες τεχνολογίες, πρέπει να τονίσουμε ότι σε αυτούς τους τομείς πραγματοποιούνται σημαντικές μεταβολές, η παρακολούθηση των οποίων (όσο και η δυνατότητα συμμετοχής στην ανάπτυξή τους) απαιτεί επίσης ένα σύνολο δεξιοτήτων από την πλευρά των Μηχανικών, όσο και αναπροσανατολισμό των σπουδών από την πλευρά των πανεπιστημιακών σχολών. Ιδιαίτερη σημασία έχει επίσης η καλλιέργεια της δεξιότητας να μπορεί ο Μηχανικός να μαθαίνει μόνος του νέα αντικείμενα (όπως πχ νέες μεθόδους), που μπορεί να προκύπτουν στο πλαίσιο της εργασίας του. Τονίζεται ακόμα ότι η ανάπτυξη της τεχνητής νοημοσύνης μετασηματίζει και το ίδιο το πεδίο της Χημικής Μηχανικής (και του μηχανικού γενικότερα), όπως στον χειρισμό μη γραμμικών συστημάτων που εμφανίζονται σε θέματα σχεδιασμού, μοντελοποίησης, ελέγχου και διάγνωσης λαθών.

Όπως λοιπόν η Χημική Μηχανική (Chemical Engineering) από τις απαρχές της συγκρότησής της, αναπτύχθηκε ως απάντηση σε συγκεκριμένες ανάγκες που δημιουργήθηκαν στο πλαίσιο της βιομηχανικής ανάπτυξης κατά το τέλος του 19^{ου} και στις αρχές του 20^{ου} αιώνα και παρακολούθησε όσο και συνδιαμόρφωσε έκτοτε τις τεχνολογικές εξελίξεις στον δικό της τομέα, με παράλληλη εξέλιξη της εκπαίδευσης των Χημικών Μηχανικών, έτσι και σήμερα, οι Σχολές των Χημικών Μηχανικών βρίσκονται αντιμέτωπες με την πρόκληση που θέτουν οι εξελίξεις στον χώρο του Ευφυούς Αυτοματισμού. Οι προκλήσεις αυτές δεν αφορούν μόνο τις γνώσεις, αλλά και τις δεξιότητες και τις στάσεις που πρέπει να καλλιεργηθούν στις νέες αυτές συνθήκες, με χαρακτηριστικό παράδειγμα την καλλιέργεια της δημιουργικής σκέψης και της ικανότητας επίλυσης προβλημάτων.

Τέλος, δεν πρέπει να αγνοήσουμε πως μία σημαντική επερχόμενη εξέλιξη λόγω της ανάπτυξης του Ευφυούς Αυτοματισμού είναι και ο εκ βάθρων μετασηματισμός της ανώτατης εκπαίδευσης με την ανάπτυξη των τεχνικών δυνατοτήτων της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης σε συνδυασμό με τις μεταβολές της αγοράς εργασίας και της ζήτησης για συγκεκριμένα εκπαιδευτικά προγράμματα. Έτσι μεταβάλλεται ο παραδοσιακός χαρακτήρας των ιδρυμάτων της πανεπιστημιακής εκπαίδευσης, ενώ παράλληλα διευρύνεται ο ανταγωνισμός μεταξύ τους. Υποστηρίζουμε μάλιστα πως μπορεί και στο χώρο της ανώτατης εκπαίδευσης να εμφανιστεί ένα φαινόμενο ανάλογο με αυτό που ο Αυστριακός Οικονομολόγος Joseph Schumpeter ονόμασε ως «δημιουργική καταστροφή» με την απαξίωση εκείνων των σχολών που δεν θα μπορέσουν να παρακολουθήσουν τις εξελίξεις, τόσο στο επιστημονικό τους αντικείμενο, όσο και στις διαρκώς εξελισσόμενες εκπαιδευτικές τεχνολογίες.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] K. Schwab (2016) The Fourth Industrial Revolution, WEF, Geneva
- [2] Ibid
- [3] WEF, (2018) The Future of Jobs Report, Geneva
- [4] Ibid
- [5] https://www.ey.com/en_gl/workforce/how-do-you-ensure-you-are-automating-intelligently
- [6] Ibid
- [7] Ibid
- [8] Ibid
- [9] Ibid