



ΣΧΟΛΗ ΔΙΕΘΝΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ
ΤΜΗΜΑ ΔΙΕΘΝΩΝ, ΕΥΡΩΠΑΙΚΩΝ & ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΕΣ ΣΠΟΥΔΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ»

Η ικανότητα του μέλλοντος θα προσδιορίζεται πολύ λιγότερο από τους αριθμούς σε προσωπικό και μέσα σε σύγκριση με τις δικτυοκεντρικές εφαρμογές σε τεχνολογίες αυτοματισμούς και κουλτούρα πειραματισμού και καινοτομίας.

The capability in the future is going to be defined much less by numbers in personnel and media than by network-centric applications in automation technologies and a culture of experimentation and innovation.

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Δημήτριος Β. Ντόντος

Αθήνα, 2022

Τριμελής Επιτροπή

Ανδρέας Λιαρόπουλος, Επίκουρος καθηγητής Πανεπιστημίου Πειραιώς

Γεώργιος Στασινόπουλος, Αναπληρωτής Καθηγητής Παντείου Πανεπιστημίου

Κωνσταντίνος Κολιόπουλος, Καθηγητής Παντείου Πανεπιστημίου



Copyright © Δημήτριος Ντόντος, 2022

All rights reserved. Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος.

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

Η έγκριση της διπλωματικής εργασίας από το Πάντειο Πανεπιστήμιο Κοινωνικών και Πολιτικών Επιστημών δεν δηλώνει αποδοχή των γνώμων του συγγραφέα.

Περίληψη

Η στρατιωτική ισχύς αποτελεί διαχρονικά τον σημαντικότερο παράγοντα για τη θέση που κατέχει μία χώρα στο διεθνές σύστημα. Αυτός είναι και ο λόγος για τον οποίο οι ηγεσίες φροντίζουν να διατηρούν το επίπεδο της στρατιωτικής τους ετοιμότητας σε υψηλό επίπεδο. Η τέχνη του πολέμου ακολουθεί την εξέλιξη της τεχνολογίας και σταδιακά βασίζεται όλο και λιγότερο στην ανθρώπινη φυσική δύναμη και περισσότερο στις εφαρμογές των καινοτομιών κάθε εποχής. Η σύγχρονη εποχή της 4^{ης} βιομηχανικής επανάστασης χαρακτηρίζεται από την ανάπτυξη πολυεπίπεδων δικτύων δεδομένων που διευκολύνουν την διάδοση της πληροφορίας και την απομακρυσμένη διοίκηση. Η επένδυση σε καινοτόμες λύσεις του δικτυοκεντρικού μοντέλου εξέλιξης των στρατιωτικών επιχειρήσεων εκτιμάται ότι παρέχει συγκριτικό πλεονέκτημα για την επιτυχία. Για τον λόγο αυτό ενδείκνυται η επένδυση σε ρεαλιστικές τεχνολογικές λύσεις που αναβαθμίζουν τη θέση των ενόπλων δυνάμεων σε ένα δικτυοκεντρικό περιβάλλον με περιορισμένες ποσοτικές απαιτήσεις σε ανθρώπινο δυναμικό.

Abstract

Military power has always been the most important factor for nations position in the global political system. This is also the reason why the leaderships make sure to keep their nation military preparedness at high level. The art of war follows the evolution of technology and gradually relies less and less on human physical strength and more on the applications of each era innovations. Modern era of the 4th industrial revolution is characterized by the development of multi-layered data networks that facilitate the dissemination of information and remote administration. Investing in innovative solutions of the network-centric evolution model of military operations is believed to provide a comparative advantage for success. For this reason, it is advisable to invest in realistic technological solutions that upgrade the position of the armed forces in a network-centric environment with limited quantitative requirements in human resources.

Περιεχόμενα

Περίληψη	3
Abstract.....	4
Εισαγωγή.....	8
Κεφαλαίο 1: Η έννοια του Δικτυοκεντρικού Πολέμου	11
Το σύγχρονο επιχειρησιακό περιβάλλον	11
Ορισμός.....	12
Χαρακτηριστικά.....	13
Κεφάλαιο 2: Τεχνολογίες των Δικτυοκεντρικών Επιχειρήσεων	17
Μοντέλα Διαχείρισης Πρόσβασης σε Λειτουργίες	17
Το διαδίκτυο των Πραγμάτων για Στρατιωτικούς Σκοπούς.....	26
Μηχανική Μάθηση στα άκρα των δικτύων	32
Μη Επανδρωμένα Οχήματα	36
Δορυφορικές επικοινωνίες.....	38
Δίκτυα 5 ^{ης} Γενιάς	39
Ενίσχυση των δικτύων αισθητήρων με χρήση της πανίδας.....	40
Κεφάλαιο 3: Κουλτούρα καινοτομίας (Innovation Culture)	43
Έννοιες - Ορισμοί	43
Η Κουλτούρα Καινοτομίας στις Ένοπλες Δυνάμεις	45
Η καινοτομία ως επίκληση του αστάθμητου παράγοντα.....	46
Πλεονεκτήματα - Προϋποθέσεις	47
Προσεγγίσεις για την Καινοτομία	49
Καινοτομία από πάνω προς τα κάτω.	50
Καινοτομία από κάτω προς τα πάνω.	51
Ανάπτυξη Κουλτούρας Καινοτομίας.....	52

Κεφάλαιο 4: Η ενσωμάτωση στις Ελληνικές Ένοπλες Δυνάμεις.....	54
Βασικοί Περιορισμοί Ισχύος των Ελληνικών Ενόπλων Δυνάμεων	55
Δημογραφικό.	55
Οικονομική Κατάσταση.....	58
Ανάπτυξη Δυνατοτήτων Ενσωμάτωσης	58
Η περίπτωση της Ελλάδας.....	61
Επιτήρηση – Εντοπισμός.	62
Κατάδειξη Στόχων.	63
Προστασία Κρίσιμων Υποδομών.	63
Προσβολή στόχων.	64
Προσαρμογή των Ελληνικών Ενόπλων Δυνάμεων	65
Έρευνα.	66
Συνεργασία.	66
Συμπεράσματα - Προτάσεις.....	68
Αναφορές	73
Παράρτημα Α: Υπηρεσίες και υλοποιήσεις του Cloud Computing	81
Παράρτημα Β: Χαρακτηριστικά του fog computing	85
Παράρτημα Γ: Βασικά Στοιχεία Μηχανικής Μάθησης.....	87
Παράρτημα Δ: Τεχνικές προσαρμογής των μοντέλων μηχανικής μάθησης σε συσκευές με περιορισμένους πόρους.....	89
Παράρτημα Ε: Βασικά Στοιχεία για το Διαδίκτυο των Πραγμάτων.....	93
Παράρτημα Στ: Στατιστικά Στοιχεία για το Δημογραφικό Πρόβλημα της Ελλάδας.....	97
Παράρτημα Ζ: Στατιστικά Στοιχεία για την Ελληνική Βιομηχανία.....	99
Παράρτημα Η: Στατιστικά Στοιχεία Σχετικά με την Ελληνική Οικονομία.....	102

Πίνακας Εικόνων

Εικόνα 1: Αφαιρετική Αναπαράσταση της Αρχιτεκτονικής του Υπολογιστικού Νέφους..	18
Εικόνα 2: Αφαιρετική Αναπαράσταση της Αρχιτεκτονικής του Fog Computing.....	19
Εικόνα 3: Αφαιρετική Αναπαράσταση της Αρχιτεκτονικής του Edge Computing.....	21
Εικόνα 4: Σχηματική Περιγραφή του Ευρωπαϊκού Κοινού Περιβάλλοντος Ανταλλαγής Πληροφοριών.....	24
Εικόνα 5: Σενάριο χρήσης του MIIOT	32
Εικόνα 6: Προσαρμογή της Μηχανικής Μάθησης στα Άκρα των Δικτύων	34

Εισαγωγή

Ο τρόπος που διεξάγεται ο πόλεμος, ακολουθεί τις εξελίξεις κάθε εποχής, σε κάθε τομέα της ανθρώπινης δραστηριότητας καθώς τα εργαλεία και οι τακτικές που χρησιμοποιούνται σε κάθε εποχή, εξελίσσονται παράλληλα με την τεχνολογία. Ο πόλεμος στην εποχή της πληροφορίας, ενσωματώνει αναπόφευκτα τις απαιτήσεις για παραγωγή δεδομένων, την αποθήκευση τους, την επεξεργασία τους και τον διαμοιρασμό τους. Καθώς η παγκόσμια στρατιωτική ιστορία αναδεικνύει την αξία της καινοτομίας διαχρονικά, τη σύγχρονη εποχή, οι καινοτόμες λύσεις αναζητούνται στον τομέα της διαχείρισης των δεδομένων και των παραγομένων πληροφοριών. Είναι κοινή η εκτίμηση ότι οι επικαιροποιημένες πληροφορίες οδηγούν σε εύστοχες διαδικασίες λήψης αποφάσεων, ικανών να οδηγήσουν σε επιτυχή έκβαση των επιχειρήσεων και του πολέμου γενικότερα¹ (Garstka, Alberts και Stein 2000).

Συχνά στο παρελθόν, οι στρατιωτικοί οργανισμοί πρωτοστάτησαν τόσο στην ανάπτυξη της τεχνολογίας όσο και στην εφαρμογή της. Αυτό δεν συμβαίνει σήμερα. Οι σημαντικοί πρόοδοι στην πληροφορική οδηγούνται κυρίως από τις απαιτήσεις του εμπορικού τομέα. Οι ένοπλες δυνάμεις στη συνέχεια ενσωματώνουν την πρόοδο αυτή, στις δικές τους λειτουργίες. Το ίδιο συμβαίνει και με τις αντίστοιχες τεχνολογίες των τηλεπικοινωνιών. Το σύγχρονο πεδίο μάχης παρουσιάζει μια σειρά από προκλήσεις που αναδεικνύουν τη σημασία της συλλογής δεδομένων και της ροής πληροφοριών ως καθοριστικής σημασίας για την επιτυχία των στρατιωτικών επιχειρήσεων. Σε αυτό το πλαίσιο, τα δικτυοκεντρικά συστήματα πολέμου – τα οποία ενσωματώνουν εφαρμογές της πληροφορικής και των τηλεπικοινωνιών - γεφυρώνουν το χάσμα μεταξύ των πηγών δεδομένων και των κέντρων διοίκησης κάθε επιπέδου. Τα πλεονεκτήματα που παρέχουν, περιλαμβάνουν την ταχύτητα και ακρίβεια συλλογής – επεξεργασίας – διαβίβασης της πληροφορίας, την οικονομία που επιτυγχάνεται σε προσωπικό και μέσα, τον περιορισμό της φίλιας θνησιμότητας και το χαμηλό οικονομικό κόστος που απαιτείται για την εξασφάλιση των προϋποθέσεων για την επιτυχία των επιχειρήσεων (στις περισσότερες περιπτώσεις).

¹ Garstka, J., Alberts, D., & Stein, F. (2000). Network Centric Warfare: Developing and Leveraging Information Superiority, σελ. 1-2

Σκοπός της παρούσας διατριβής είναι να εντοπιστούν οι σύγχρονες τεχνολογίες πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών που μπορούν να ευεργετήσουν τις λειτουργίες των Ελληνικών Ενόπλων Δυνάμεων. Σε δεύτερο επίπεδο αναζητούνται οι προϋποθέσεις για την ενσωμάτωσή τους (με έμφαση στην καλλιέργεια κουλτούρας καινοτομίας) και τα ρεαλιστικά οφέλη τα οποία μπορούν να προκύψουν. Η εστίαση τη ωφέλειας τοποθετείται στη μείωση των απαιτήσεων απασχόλησης ανθρώπινου δυναμικού για την υπηρετήρηση οπλικών συστημάτων και συμμετοχής σε πολεμικές επιχειρήσεις. Παρουσιάζονται οι τεχνολογίες δικτύωσης (και ενίσχυσης της αποδοτικότητας της), που παρουσιάζουν ενδιαφέρον για τις ένοπλες δυνάμεις και ενδεικτικοί τρόποι ενσωμάτωσής τους στις λειτουργίες τους. Εξετάζεται επίσης, πώς μέσα από την ανάπτυξη κατάλληλης κουλτούρας καινοτομίας, θα μπορούσαν οι Ελληνικές ένοπλες δυνάμεις να επωφεληθούν από τις εξελίξεις στον τομέα των δικτυοκεντρικών επιχειρήσεων.

Το υπόλοιπο του παρόντος είναι διαρθρωμένο ως εξής:

- Κεφάλαιο 1: Στο πρώτο κεφάλαιο αρχικά ορίζεται η έννοια του δικτυοκεντρικού πολέμου και παρατίθεται ένα σύντομο ιστορικό της εμφάνισής του στις ένοπλες συγκρούσεις. Στην συνέχεια καταγράφονται τα χαρακτηριστικά του και οι προκλήσεις του πολέμου που προσδοκείται να αντιμετωπίσει.
- Κεφάλαιο 2: Το περιεχόμενο του κεφαλαίου περιλαμβάνει συνοπτικές περιγραφές των τεχνολογιών που εμπλέκονται στην διεξαγωγή των δικτυοκεντρικών επιχειρήσεων. Έμφαση δίνεται σε εκείνα τα χαρακτηριστικά τους που αναβαθμίζουν την αποτελεσματικότητα των ενόπλων δυνάμεων στις πολεμικές επιχειρήσεις.
- Κεφάλαιο 3: Η ανεπτυγμένη κουλτούρα καινοτομίας μεταξύ των ανθρώπων που σχεδιάζουν σε υψηλό επίπεδο την προετοιμασία των ενόπλων δυνάμεων, να ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις του σύγχρονου πολέμου, είναι απαραίτητη διαχρονικά. Στο τρίτο κεφάλαιο περιγράφεται η έννοια της και τα πλεονεκτήματα τα οποία προσφέρει.

- Κεφάλαιο 4: Μετά τη διαμόρφωση του απαραίτητου θεωρητικού υποβάθρου για τις τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται στις δικτυοκεντρικές επιχειρήσεις και για την κουλτούρα της καινοτομίας, αναλύονται οι καινοτομίες οι οποίες θα μπορούσαν αναβαθμίσουν τις δυνατότητες των Ελληνικών Ενόπλων Δυνάμεων στη διεξαγωγή αποτελεσματικών δικτυοκεντρικών επιχειρήσεων. Η ανάλυση εστιάζει στα πλεονεκτήματα τα οποία μπορεί εξασφαλιστούν ως προς την οικονομία πόρων – κυρίως των ανθρωπίνων.

Το τελευταίο μέρος της διατριβής περιλαμβάνει τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την μελέτη που προηγήθηκε, κυρίως σχετικά με την εφικτότητα της μετάβασης σε μία πιο δικτυοκεντρική προσέγγιση των Ελληνικών Ενόπλων Δυνάμεων. Προτείνονται επίσης ρεαλιστικές καινοτόμες προσεγγίσεις, βασισμένες σε δικτυοκεντρικές δυνατότητες για την επαύξηση της αμυντικής ισχύος της Χώρας με διατήρηση του απαιτούμενου κόστους σε χαμηλά επίπεδα.

Παρατίθενται επιπλέον παραρτήματα το περιεχόμενο των οποίων περιγράφει συνοπτικά τεχνικές έννοιες που αναφέρονται στη διατριβή καθώς και στατιστικά στοιχεία που τεκμηριώνουν αναφορές στο δημογραφικό πρόβλημα και την κατάσταση της οικονομίας της Ελλάδας.

Κεφαλαίο 1: Η έννοια του Δικτυοκεντρικού Πολέμου

Το σύγχρονο επιχειρησιακό περιβάλλον

Ο τρόπος με τον οποίο διεξάγονται οι πόλεμοι είναι συνάρτηση των τεχνολογικών εξελίξεων. Τη σύγχρονη εποχή, που είναι σε εξέλιξη η 4^η βιομηχανική επανάσταση, η υπεροχή στους τομείς της πληροφορικής και των τηλεπικοινωνιών – ακόμα – προσφέρουν συγκριτικό πλεονέκτημα² (Μπελεγράτης 2021) . Τα οφέλη που αποκομίζουν οι ένοπλες δυνάμεις από τη σχετική τεχνολογική πρόοδο περιλαμβάνουν:

- Την εγκυρότερη και ταχύτερη ενημέρωση περί εχθρού και επικρατουσών συνθηκών στα θέατρα των επιχειρήσεων.
- Την παροχή πλήρους εικόνας της κατάστασης των φίλιων δυνάμεων στους επικεφαλής των διοικήσεων κάθε επιπέδου.
- Την εκτόξευση πυρών με ταχύτητα και ακρίβεια εν στάση ή εν κίνηση.
- Την οικονομία χρήσης προσωπικού και μέσων³ (Πλούμης 2021).

Σημαντικό ρόλο στην μετάβαση αυτή διαδραματίζει το πέρασμα της σχεδίασης των επιχειρήσεων από μια προσέγγιση βασισμένη στις πλατφόρμες οπλικών συστημάτων, σε μία δικτυοκεντρική. Η πρώτη στηριζόταν στην χρήση ολοκληρωμένων ανεξαρτήτων οντοτήτων, οι οποίες συγκέντρωναν όλη την απαραίτητη λειτουργικότητα για ανίχνευση, επιλογή και προσβολή στόχων. Η δεύτερη, αντιθέτως, υποστηρίζει μία αποκεντρωμένη θεώρηση των χρησιμοποιούμενων μέσων που υποστηρίζεται από ισχυρές επικοινωνιακές ζεύξεις μεταξύ τους⁴ (Alberts 2000). Ο έννοια του δικτυοκεντρικού πολέμου βασίζεται ακριβώς σε αυτή την θεώρηση των επιχειρήσεων.

² Εκτιμάται ότι στο μέλλον θα είναι προϋπόθεση η εκτεταμένη χρήση των τεχνολογιών της πληροφορικής και των τηλεπικοινωνιών για την επιβίωση στο θέατρο των επιχειρήσεων.

³ Μιχαήλ Πλούμης, 2021, Τεχνολογία και Πόλεμος: Προς μία Νέα Οργανωτική Δομή για την Επιχειρησιακή Σχεδίαση, σελ 35

⁴ Alberts, 2000, σελ. 95

Ορισμός

Ο Δικτυοκεντρικός Πόλεμος είναι μία σχετικά νέα προσέγγιση στις ένοπλες συγκρούσεις. Ένας ορισμός του αναφέρει, ότι περιλαμβάνει λειτουργίες που δίνουν την δυνατότητα υπεροχής στη διαχείριση πληροφοριών, ικανών να αυξήσουν τη στρατιωτική ισχύ, μέσα από τη ταχεία διαβίβαση δεδομένων από δικτυωμένους⁵ αισθητήρες, προς τους επιφορτισμένους με τη λήψη αποφάσεων αλλά και τους δρώντες στα θέατρα των επιχειρήσεων. Η δυνατότητα αυτή τους παρέχει σε πραγματικό χρόνο γνώση της συνολικής επιχειρησιακής εικόνας, αυξημένη ταχύτητα διοικητικής επέμβασης στην εξέλιξη των επιχειρήσεων, ταχύτερη εξέλιξη των επιχειρήσεων, περιορισμό της φιλίας και αύξηση της εχθρικής θνησιμότητας, αυτοματοποίηση και συγχρονισμό των διεργασιών που συνθέτουν τις επιχειρήσεις. Με τον ορισμό αυτό, περιγράφεται η προστιθέμενη αξία του διαμοιρασμού των πληροφοριών, που απαιτούνται για τη διασφάλιση της στρατιωτικής ισχύος, σε όλες τις οντότητες που συμμετέχουν στις επιχειρήσεις⁶ (Garstka, Alberts και Stein 2000).

Μία άλλη εκδοχή ορισμού, παρουσιάζει τις επιχειρήσεις δικτυοκεντρικού πολέμου, ως εκείνες που βασίζονται σε ηλεκτρονικούς υπολογιστές και τεχνολογίες δικτύων δεδομένων και επικοινωνιών για:

- την διαθεσιμότητα έγκαιρων και έγκυρων πληροφοριών, που συμβάλλουν στη σύνθεση ολοκληρωμένης εικόνας της υφιστάμενης κατάστασης για τους επιφορτισμένους με τις λήψεις αποφάσεων.
- τη δυνατότητα ολοκληρωμένης διοίκησης όλων των διαθεσίμων μέσων

Σε κάθε περίπτωση ο δικτυοκεντρικός πόλεμος αναφέρεται τόσο στην ατομική όσο και τη συλλογική συμπεριφορά των δρώντων στα θέατρα των επιχειρήσεων και στα κέντρα διοίκησης. Βασίζεται στην ανάπτυξη μία νέας προσέγγισης σχεδίασης και

⁵ Η έννοια του δικτύου, που περιγράφεται στο παρόν κείμενο, αναφέρεται σε κόμβους και συνδέσεις μεταξύ τους. Οι κόμβοι δρουν ενεργητικά ή παθητικά, διαχειρίζονται δεδομένα, είτε σαν είσοδο είτε σαν έξοδο τους και τα διαχέουν, μέσω των μεταξύ τους συνδέσεων στους υπολοίπους κόμβους.

⁶ Garstka, J., Alberts, D., & Stein, F. (2000). Network Centric Warfare: Developing and Leveraging Information Superiority, σελ. 2

εκτέλεσης των επιχειρήσεων, που εστιάζει στη διασύνδεση των συστατικών του οικοσυστήματος των ενόπλων δυνάμεων για τον πολλαπλασιασμό της στρατιωτικής ισχύος. Τα συστήματα που χρησιμοποιούνται στην δικτυοκεντρική προσέγγιση του πολέμου, αποτελούνται από διαφορετικά δίκτυα τα οποία μπορεί να διασυνδέονται μεταξύ τους, να αναπτύσσονται σε διαφορετικά επίπεδα διοίκησης και ελέγχου των επιχειρήσεων και τελικά να καταλήγουν ή να διαπερνούν εγκαταστάσεις ανεπτυγμένες σε διαφορετικών επιπέδων διοικητικά κέντρα (Orfanus, Freitas και Eliassen 2016). Μία ακόμα διάσταση που περιλαμβάνεται στον ορισμό των δικτυοκεντρικών επιχειρήσεων είναι η γεωγραφική διασπορά των οντοτήτων που έχουν ρόλο, με τρόπο τέτοιο, που να ενισχύεται η ικανότητα για εγρήγορση, χωρίς να επηρεάζεται η αποτελεσματικότητά τους, αφού μπορούν να συντονίζονται (Alberts 2000).

Χαρακτηριστικά

Η δικτυοκεντρική προσέγγιση στην σχεδίαση και την υλοποίηση των επιχειρήσεων, μειώνει τις απαιτήσεις για κινήσεις στρατευμάτων και μέσων. Τα μέσα και οι μεθοδολογίες, που χρησιμοποιούνται στις δικτυοκεντρικές επιχειρήσεις, δίνουν την δυνατότητα σε διαφορετικές συνεργαζόμενες οντότητες να δρουν από απομακρυσμένες μεταξύ τους περιοχές, επιτυγχάνοντας την ίδια ή και καλύτερη αποτελεσματικότητα. Αυτό έρχεται σε αντίθεση με τις συμβατικές επιχειρήσεις, που χαρακτηρίζονται από συχνές μεταφορές και μετακινήσεις, κάτι που έχει σημαντικό κόστος οικονομικό και χρονικό. Παράλληλα εκμηδενίζεται η απαίτηση για συγκέντρωση προσωπικού και μέσων και μειώνεται η έκθεση τους σε κίνδυνο. Η αποδοτική χρήση των δικτύων, αναβαθμίζει την αξία της γρήγορης διάδοσης της πληροφορίας, ειδικότερα σε σχέση με την μετακίνηση προσωπικού και μέσων (Alberts 2000).

Οι δικτυοκεντρικές επιχειρήσεις δύνανται να αναπτύσσονται σε κάθε διάσταση του χώρου (Υποβρύχια, θαλάσσια επιφάνεια, ξηρά, θάλασσα, αέρας και διάστημα) και ευνοούν τη διακλαδική σχεδίαση συνδυασμένων επιχειρήσεων. Δίνουν επιπλέον τη δυνατότητα αστραπιαίας μετάδοσης της πληροφορίας από την πηγή τους στους αρμοδίους για να τη διαχειριστούν. Η διάχυση της γνώσης σε όλους τους δρώντες των επιχειρήσεων σε πραγματικό χρόνο, συμβάλει στην βελτίωση της συνεργασίας για τη

διοίκηση και τον έλεγχο των ενεργειών, την ενίσχυση των διαδικασιών λήψης αποφάσεων με επικαιροποιημένα δεδομένα και την ενίσχυση της ικανότητας συντονισμού πολύπλοκων στρατιωτικών επιχειρήσεων σε μεγάλες αποστάσεις.

Οι δικτυοκεντρικές επιχειρήσεις επιτρέπουν στις μονάδες, που εμπλέκονται στο θέατρο των επιχειρήσεων, να έχουν περιορισμένο πλήθος συμμετεχόντων, να λειτουργούν πιο ανεξάρτητα, να αυξάνουν την αποτελεσματικότητα τους και να αναλαμβάνουν διαφορετικό εύρος αποστολών, σε σχέση με τις συμβατικές στρατιωτικές επιχειρήσεις. Βασικό συστατικό του περιβάλλοντος των δικτυοκεντρικών επιχειρήσεων είναι αισθητήρες, που έχουν τη δυνατότητα να δικτυώνονται και να μεταδίδουν τα δεδομένα που παράγουν. Μέσω αυτών, επιδιώκεται η αύξηση του βαθμού συνεργασίας των συμμετεχόντων στις επιχειρήσεις, με την ελεύθερη ροή πληροφοριών. Με τον τρόπο αυτό, τα δεδομένα διαμοιράζονται, υποβάλλονται σε ταχεία επεξεργασία και οι παραγόμενες πληροφορίες μπορεί να διαβιβάζονται οριζόντια σε άλλους δρώντες ή κάθετα στα ανωτέρου ή κατωτέρου επιπέδου κέντρα λήψης αποφάσεων. Τα δίκτυα των αισθητήρων επεκτείνονται και περιλαμβάνουν δορυφορικές διατάξεις, οπτικά συστήματα κάθε κλίμακας και κέντρα διοίκησης. Ένα τέτοιο ισχυρό και ευέλικτο δίκτυο έχει την ικανότητα να συνδέει τις στρατιωτικές δυνάμεις, να επιταχύνει τον ρυθμό του πολέμου, να αποτρέπει τα αδελφοκτόνα πυρά και να παρέχει τα μέσα για την αναβάθμιση της μαχητικής ισχύος. Το κλειδί είναι η αποτελεσματική διασύνδεση, που ευνοεί την συνεργασία αποκεντρωμένων οντοτήτων και την δυναμική και σε πραγματικό χρόνο μεταβίβαση της ευθύνης εξέλιξης των επιχειρήσεων (Alberts 2000).

Σύμφωνα με τα παραπάνω, τα μέσα που χρησιμοποιούνται στις δικτυοκεντρικές επιχειρήσεις αποσκοπούν στην:

- αυτοματοποίηση του συγχρονισμού των δρώντων.
- βέλτιστη διάδοση της βούλησης της διοίκησης.
- βέλτιστη μεταφορά της περιγραφής της επικρατούσας κατάστασης σε πραγματικό χρόνο.

Οι δυνατότητες των δικτυοκεντρικών επιχειρήσεων είναι άρρηκτα συνδεδεμένες με τις συνεχώς αναδυόμενες νέες δυνατότητες των τεχνολογιών της πληροφορικής και των τηλεπικοινωνιών και αποκτούν συνεχώς ισχυρά

πλεονεκτήματα. Η χρήση των αντίστοιχων τεχνολογιών μπορεί να αποτελέσει σταθεροποιητικό - αποτρεπτικό παράγοντα για την εμπλοκή σε εκτεταμένες συγκρούσεις που συμβάλει στην εξοικονόμηση μέσων αλλά και την ελαχιστοποίηση της έκθεσης του προσωπικού σε κινδύνους.

Το κόστος εκμετάλλευσης των εφαρμογών των τεχνολογιών αυτών είναι – στις περισσότερες περιπτώσεις – σχετικά χαμηλό. Από την άλλη το όφελος που μπορεί να αποκομίσει ο χρήστης των εφαρμογών μπορεί να είναι μεγάλο. Η στροφή στις δικτυοκεντρικές επιχειρήσεις, δίνει την δυνατότητα σε χώρες που δεν έχουν ισχυρές οικονομικές δυνατότητες για εξοπλισμούς, να σχεδιάσουν κατάλληλα τις επιχειρήσεις τους, για να μπορέσουν να αντιμετωπίσουν με επιτυχία υπέρτερες (σε προσωπικό ή/και μέσα) δυνάμεις. Για τον λόγο αυτό, οι χώρες που επιλέγουν να βασιστούν σε δικτυοκεντρικές επιχειρήσεις, φροντίζουν πρωτίστως να εξασφαλίσουν την ανάπτυξη των απαραίτητων πληροφοριακών και τηλεπικοινωνιακών υποδομών. Ο βαθμός κατά τον οποίο θα αναπτυχθεί μία τέτοια υποδομή, εξαρτάται από τις οικονομικές (κυρίως) δυνατότητες αλλά και τις ικανότητες του ανθρωπίνου δυναμικού να τις υποστηρίξει (Alberts 2000). Απαραίτητη προϋπόθεση για αυτό είναι η κατοχή της απαραίτητης τεχνογνωσίας και η διαχείριση της διάδοσης της. Οι εφαρμογές των νέων τεχνολογιών βασίζονται στην καινοτομία. Πριν την διάδοση των καινοτόμων ιδεών, οι κύριοι τους έχουν το πλεονέκτημα έναντι του ανταγωνισμού. Επομένως για αυτούς είναι σημαντικό να διαφυλάττουν την τεχνογνωσία και να είναι σε θέση να ελέγχουν την μετάδοση της.

Η κυριότερη πρόκληση, που πρέπει να αντιμετωπίζεται αποτελεσματικά κατά την ενσωμάτωση δικτυοκεντρικών δυνατοτήτων στον πολεμικό σχεδιασμό, είναι η μικρή σχετικά διάρκεια του κύκλου ζωής των εφαρμογών των χρησιμοποιούμενων τεχνολογιών. Κατά συνέπεια, κατά η διαδικασία επιλογής των εναλλακτικών λύσεων για την εκμετάλλευση των αντίστοιχών πλεονεκτημάτων, θα πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψη το βάθος χρόνου που κάθε μία από αυτές θα μπορεί να παρέχει συγκριτικό πλεονέκτημα. Πλέον αυτού, τις περισσότερες φορές, η ενσωμάτωση δυνατοτήτων δικτύωσης χρειάζεται να γίνεται σε ήδη υπάρχοντα συστήματα και να ληφθεί μέριμνα

να είναι εφικτή η ένταξη τους σε ήδη χρησιμοποιούμενες δικτυακές υλοποιήσεις⁷ (Luzin 2022).

Μία ακόμα πρόκληση που χρειάζεται να αντιμετωπιστεί είναι η συγκέντρωση μεγάλου όγκου πληροφοριών, με υψηλό ρυθμό ανανέωσης, που καθιστά δύσκολή την έγκαιρη επεξεργασία τους και εκμετάλλευση τους. Επομένως η εμπλοκή σε ένα περιβάλλον δικτυοκεντρικών επιχειρήσεων, θα πρέπει υποχρεωτικά να προβλέπει και αποτελεσματικούς τρόπους διαχείρισης μεγάλου όγκου δεδομένων, με αυστηρούς χρονικούς περιορισμούς. Επιπροσθέτως το γενικότερο περιβάλλον των στρατιωτικών επιχειρήσεων, απαιτεί την ανάπτυξη ισχυρών μηχανισμών ασφαλείας δεδομένων.

Οι σύγχρονες τεχνολογικές δυνατότητες, που χρησιμοποιούνται στις δικτυοκεντρικές επιχειρήσεις, μεταβάλλουν την αξία των αρχών του πολέμου, αναβαθμίζοντας την οικονομία δυνάμεων και υποβαθμίζοντας αυτή της συγκέντρωσης. Ήδη, τεχνολογικά εργαλεία δίνουν την δυνατότητα στις ένοπλες δυνάμεις, να εμπλέκουν στις επιχειρήσεις, μικρά και ευέλικτα σχήματα που καθιστούν δυνατό τον συντονισμό τους, μέσα από τον σε πραγματικό χρόνο διαμοιρασμό των πληροφοριών ή με την δυνατότητα άμεσης επέμβασης των διοικητών με μη επανδρωμένες οπλικές πλατφόρμες (κινούμενες ή μη). Ακόμα και η αρχή της ασφαλείας είναι εφικτό να λαμβάνει μικρότερο βαθμό προτεραιότητας στη σχεδίαση των επιχειρήσεων, καθώς το προσωπικό απομακρύνεται όλο και περισσότερο από τις επικίνδυνες καταστάσεις του πεδίου της μάχης. Η στροφή στον δικτυοκεντρικό πόλεμο, επισύρει και στον περιορισμό της αναγκαιότητας για την προμήθεια ακριβών οπλικών συστημάτων. Αντ' αυτού, μπορούν να χρησιμοποιηθούν κατάλληλες προσαρμογές σε υφιστάμενα συστήματα αλλά και η ανάπτυξη ή προμήθεια μέσω – τις περισσότερες φορές με χαμηλό κόστος και χωρίς την απαίτηση άγνωστης τεχνογνωσίας (Πλούμης 2021).

⁷ Luzin Pavel, 2022, Περιοδικό, Eurasia Program, τεύχος Φεβρουαρίου 2022

Κεφάλαιο 2: Τεχνολογίες των Δικτυοκεντρικών Επιχειρήσεων

Ο πόλεμος στον ρου της ιστορίας, αποτέλεσε την κυριότερη αιτία για την ανάπτυξη της τεχνολογίας. Τις τελευταίες δεκαετίες η τάση έχει αλλάξει και πλέον τις τεχνολογικές εξελίξεις οδηγούν οι απαιτήσεις των κερδοσκοπικών οργανισμών, στο πλαίσιο της επιθυμίας τους να αποκτήσουν πλεονέκτημα στο έντονα ανταγωνιστικό περιβάλλον τους. (Garstka, Alberts and Stein 2000). Ακόμα και έτσι, τη σύγχρονη περίοδο, τα κράτη οφείλουν να παρακολουθούν στενά τις εξελίξεις στον τομέα της πληροφορικής και των τηλεπικοινωνιών, να εξετάζουν τη σκοπιμότητα και εφικτότητα εφαρμογής της στις λειτουργίες των ενόπλων τους δυνάμεων. Η ενσωμάτωση τους στα οικοσυστήματα των ενόπλων δυνάμεων μπορεί να δώσει συγκριτικό πλεονέκτημα, όπως απέδειξαν σύγχρονες πολεμικές συγκρούσεις⁸.

Μοντέλα Διαχείρισης Πρόσβασης σε Λειτουργίες

Cloud Computing. Η νεφουπολογιστική⁹ είναι μία προσέγγιση για τη διαχείριση του υλικού, του λογισμικού και των δεδομένων των πληροφοριακών συστημάτων, με στόχο την οικονομία των απαραίτητων πόρων για την αποδοτική τους λειτουργία τους. Ο ορισμός του National Institute of Standards and Technology για το υπολογιστικό νέφος είναι ο εξής: «Το υπολογιστικό νέφος (cloud computing) είναι ένα μοντέλο που επιτρέπει ευέλικτη, κατόπιν αιτήσεως (on-demand) δικτυακή πρόσβαση σε ένα κοινόχρηστο σύνολο παραμετροποιήσιμων υπολογιστικών πόρων (π.χ. δίκτυα, εξυπηρετητές (servers), αποθηκευτικοί χώροι, εφαρμογές και υπηρεσίες), το οποίο μπορεί να τροφοδοτηθεί γρήγορα και να διατεθεί με ελάχιστη προσπάθεια διαχείρισης ή αλληλεπίδραση με τον πάροχο της υπηρεσίας. Αυτό το νεφουπολογιστικό (cloud) μοντέλο προωθεί την διαθεσιμότητα και αποτελείται από πέντε βασικά χαρακτηριστικά, τρία μοντέλα παροχής υπηρεσιών, και τέσσερα μοντέλα ανάπτυξης». Η απαραίτητη υποδομή σε υλικό, λογισμικό και αποθηκευτικές διατάξεις δεδομένων, παρέχονται από έναν φορέα. Ο ιδιοκτήτης του πληροφοριακού συστήματος έχει τη

⁸ Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η σύγκρουση μεταξύ Αρμενίας και Αζερμπαϊτζάν , το 2020, στο Ναφγκόρνο Καραμπάχ.

⁹ Τα βασικά στοιχεία της προσέγγισης του cloud computing αναφέρονται στο Παράρτημα Α.

δυνατότητα να χρησιμοποιήσει τις υποδομές αυτές, μέσα από κατάλληλα κανάλια δικτύωσης(Mell and Grance 2011).



Εικόνα 1: Αφαιρετική Αναπαράσταση της Αρχιτεκτονικής του Υπολογιστικού Νέφους

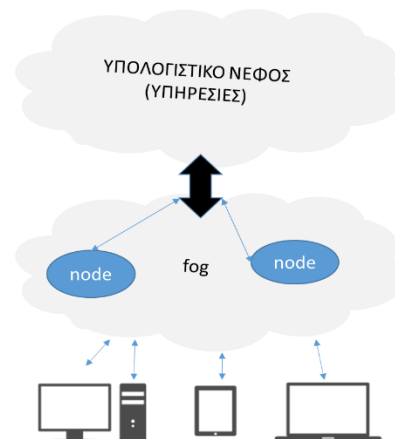
Οι τεχνολογίες της νεφοϋπολογιστικής έχουν ωριμάσει σε βαθμό τέτοιο, που οι υλοποιήσεις της μπορούν να προσαρμόζονται στις απαιτήσεις του πληροφοριακού συστήματος κάθε οργανισμού. Η κεντρική ιδέα της αρχιτεκτονικής εκμετάλλευσης τους περιλαμβάνει:

- Μία υποδομή υλικού στην οποία εμπεριέχονται οι βασικές λειτουργικές μονάδες για την επεξεργασία των δεδομένων και την διαμόρφωση των αποτελεσμάτων τους σε εκμεταλλεύσιμη μορφή.
- Αποθηκευτικές διατάξεις, σε επίπεδο υλικού, που χρησιμοποιούνται για την διατήρηση των δεδομένων.
- Το απαραίτητο λογισμικό για την ομαλή και αποδοτική λειτουργία του πληροφοριακού συστήματος¹⁰.
- Οι δικτυακός εξοπλισμός που είναι απαραίτητος για την σύνδεση των χρηστών του πληροφοριακού συστήματος στις υποδομές του υπολογιστικού νέφους.
- Το λογισμικό που είναι απαραίτητο για την ομαλή λειτουργία του δικτύου υποστήριξης της πρόσβασης στο νέφος¹¹ (Sareen 2013).

¹⁰ Με τον όρο λογισμικό αναφέρονται τα προγράμματα τα οποία χρησιμοποιούνται για την εικονοποίηση των υποδομών, τα λειτουργικά συστήματα των εικονικών μηχανών, οι εφαρμογές που διαχειρίζονται οι τελικοί χρήστες και τα προγράμματα για την εξασφάλιση των δεδομένων και του λογισμικού.

¹¹ Sareen Pankaj, 2013, Cloud Computing: Types, Architecture, Applications, Concerns, Virtualization and Role of IT Governance in Cloud

Fog Computing¹². Οι απαιτήσεις ορισμένων λειτουργιών των πληροφοριακών συστημάτων, σε ταχύτητα απόκρισης και ποιότητα υπηρεσιών προστιθεμένης αξίας (Quality of Service), οδήγησε στην επέκταση του Cloud Computing σε μία προσέγγιση, η οποία μεταφέρει μεγαλύτερο μέρος της επεξεργασίας, πιο κοντά στον τελικό χρήστη. Αναφέρεται με την ονομασία fog computing και βασίζεται σε ένα πολυεπίπεδο μοντέλο που επιτρέπει την συνεχή πρόσβαση σε ένα κοινόχρηστο, σύνολο κλιμακούμενων πόρων που είναι συνεχώς διαθέσιμοι. Η αρχιτεκτονική του διευκολύνει την ανάπτυξη κατακεντρωμένων εφαρμογών και υπηρεσιών, με προβλέψιμη καθυστέρηση απόκρισης και αποτελείται από φυσικούς ή εικονικούς κόμβους fog, που βρίσκονται μεταξύ έξυπνων τελικών συσκευών και κεντρικών υπηρεσιών υπολογιστικού νέφους. Οι κόμβοι αυτοί έχουν γνώση του περιβάλλοντος τους και υποστηρίζουν ένα κοινό σύστημα διαχείρισης δεδομένων και επικοινωνίας. Μπορούν να οργανωθούν σε ομάδες - είτε κάθετα (για να υποστηρίξουν απομόνωση ομάδων κόμβων), είτε οριζόντια (για να υποστηρίξουν την οργάνωση μεγαλύτερων ομάδων), είτε με βάση την λανθάνουσα απόσταση μεταξύ τους. Το κυριότερο πλεονέκτημα της προσέγγισης αυτής είναι ότι ελαχιστοποιείται ο χρόνος απόκρισης των αιτήσεων προς τις υποστηριζόμενες εφαρμογές. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι οι κόμβοι fog, όποτε έχουν την δυνατότητα να εξυπηρετήσουν την αίτηση το κάνουν - σε διαφορετική περίπτωση μεταδίδουν το αίτημα στις κεντρικές υπηρεσίες του νέφους.



Εικόνα 2: Αφαιρετική Αναπαράσταση της Αρχιτεκτονικής του Fog Computing

¹² Τα βασικά στοιχεία του fog computing αναφέρονται στο Παράρτημα Β.

Το πιο βασικό συστατικό του fog computing είναι ο fog κόμβος. Μπορεί να είναι φυσικές (π.χ. πύλες, διακόπτες, δρομολογητές, διακομιστές) ή εικονικές συσκευές που συνδέονται απευθείας με έξυπνες τελικές συσκευές ή δίκτυα παρέχοντας τους υπολογιστικούς πόρους. Ένας κόμβος έχει επίγνωση της γεωγραφικής και της λογικής του θέσης του στο πλαίσιο του δικτύου που συμμετέχει. Επιπλέον, οι κόμβοι fog παρέχουν κάποιας μορφής διαχείριση δεδομένων και υπηρεσιών επικοινωνίας μεταξύ του επιπέδου του δικτύου όπου βρίσκονται οι τελικές συσκευές και της υπηρεσίας που παρέχουν ή των κεντρικών υπολογιστικών πόρων (cloud), όταν χρειάζεται. Για την ανάπτυξη μιας δεδομένης ικανότητας επεξεργασίας, μπορεί να λειτουργούν με κεντρικό ή αποκεντρωμένο τρόπο και να λειτουργούν ως αυτόνομοι κόμβοι, που επικοινωνούν μεταξύ τους για να παρέχουν την υπηρεσία ή να σχηματίζουν συστάδες (clusters) που παρέχουν οριζόντια επεκτασιμότητα σε διάσπαρτες γεωγραφικές τοποθεσίες, μέσω μηχανισμών κατοπτρισμού (mirroring) ή επέκτασης.

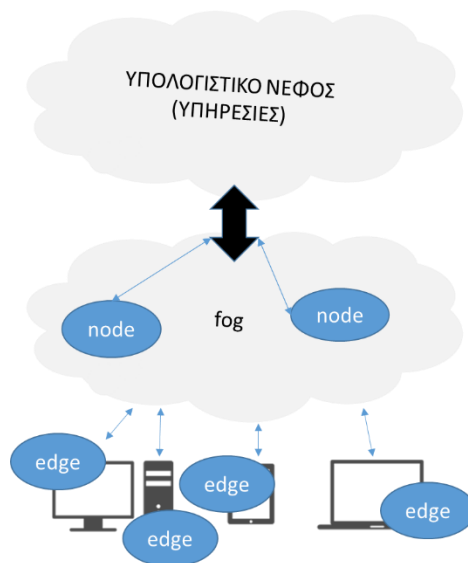
Edge Computing. Η προσέγγιση του edge computing παρουσιάζει έντονη ανάπτυξη τα τελευταία χρόνια, χάρη στις αναδυόμενες τεχνολογίες στον τομέα των δικτύων, της τεχνητής νοημοσύνης και της επεξεργασίας δεδομένων. Χαρακτηρίζεται κυρίως από τη μεταφορά της επεξεργασίας δεδομένων πιο κοντά στην πηγή τους ή πιο κοντά στον τελικό προορισμό τους. Η διαθεσιμότητα μεγάλων όγκων δεδομένων¹³, επιτείνει την απαίτηση για δυνατότητα αποθήκευσης και επεξεργασίας πιο κοντά στα τερματικά σημεία των δικτύων. Οι απαιτήσεις αυτές οδηγούν και τις προσπάθειες για αναβάθμιση των σχετικών τεχνολογιών¹⁴ (Miller 2021).

Η φιλοσοφία του edge δεν διαφέρει από αυτή του fog computing, υπό την έννοια ότι η προσέγγιση του fog computing, περιγράφει μια αρχιτεκτονική όπου το νέφος επεκτείνεται ώστε να είναι πιο κοντά στις τελικές συσκευές του IoT, μειώνοντας τις καθυστερήσεις μετάδοσης και την αναβαθμίζοντας της ασφάλεια των δεδομένων, εκτελώντας επεξεργασίες κοντά στην άκρη του δικτύου. Ωστόσο διαφέρουν

¹³ Προέκυψε ως συνέπεια της αναβάθμισης των σχετικών τεχνολογιών

¹⁴ Miller Mike, 2021, Viewpoint: The Rise of Edge Computing in Defense, διαθέσιμο στο <https://www.nationaldefensemagazine.org/articles/2021/10/7/the-rise-of-edge-computing-in-defense#mainContent>

ουσιαστικά ως προς τον τόπο, που λαμβάνει χώρα η επεξεργασία των δεδομένων. Στην περίπτωση του edge computing, τα δεδομένα υποβάλλονται σε επεξεργασία είτε απευθείας στις συσκευές στις οποίες είναι συνδεδεμένοι οι αισθητήρες, είτε σε συσκευές τοποθετημένες πολύ κοντά σε αυτούς (Στο μοντέλο του fog computing, τα δεδομένα υποβάλλονται σε επεξεργασία πιο μακριά, σε συσκευές προσεγγίσιμες μέσω τοπικών δικτύων).¹⁵ (Murshed, και συν. 2021).



Εικόνα 3: Αφαιρετική Αναπαράσταση της Αρχιτεκτονικής του Edge Computing

Το συγκριτικό πλεονέκτημα για τις ένοπλες δυνάμεις μπορεί να προκύψει από τη διασύνδεση ενός ευρύτερου οικοσυστήματος όλων των διαθέσιμων όπλων και στρατιωτικών πόρων σε ένα ολοκληρωμένο διαδίκτυο στρατιωτικών οντοτήτων (σε αντιστοιχία με το διαδίκτυο των πραγμάτων). Αυτό μπορεί να συμβεί όταν ικανοποιούνται οι ακόλουθες προϋποθέσεις:

- Ανοικτή Αρχιτεκτονική (Open Architecture): Η ανοιχτή αρχιτεκτονική είναι τρόπος σχεδίασης υλικού ή λογισμικού που επιτρέπει την προσθήκη ή την αλλαγή μεμονωμένων στοιχείων τους χωρίς να επηρεάζονται τα υπόλοιπα. Η IEEE ορίζει το ανοικτό σύστημα ως εκείνο που παρέχει δυνατότητες που επιτρέπουν στις εφαρμογές να εκτελούνται σε μια ποικιλία πλατφορμών, προερχομένων από πολλούς προμηθευτές, να διαλειτουργούν

¹⁵ Murshed Sarwar, Murphy Cristomer, Hou Daqing, Khan Nazar, Ananthanarayanan Ganesh, Hussain Faraz, 2021, Machine Learning at the Network Edge: A Survey, διαθέσιμο στο <https://arxiv.org/abs/1908.00080>

με άλλες εφαρμογές χωρίς να επηρεάζεται η συμπεριφορά τους. Η χρήση τεχνολογιών ανοικτής αρχιτεκτονικής παρέχει το πλεονέκτημα του ότι δεν απαιτείται πρόσβαση σε απόρρητη τεχνογνωσία. Με τον τρόπο αυτό η ανάπτυξη των δυνατοτήτων του edge computing γίνεται ευέλικτα και με μικρό κόστος. Επιπλέον οι λύσεις που αναπτύσσονται είναι πιο δεκτικές σε αναβαθμίσεις, που δεν απαιτούν ριζικές επεμβάσεις στις υπάρχουσες υποδομές (υλικού και λογισμικού). (Lechler 2022).

- **Εστίαση στη συνδεσιμότητα:** Η αποτελεσματικότητα των οντοτήτων, που χρησιμοποιούν τις τεχνολογίες του edge computing βασίζεται στη δυνατότητα τους να δικτυώνονται. Όσο περισσότερες είναι οι οντότητες που συμμετέχουν σε ένα δίκτυο και όσο περισσότερο αξιόπιστη είναι η μέσω των δικτύων αυτών επικοινωνία, τόσο πολλαπλασιάζονται τα πλεονεκτήματα της προσέγγισης του edge computing. Αυτό συμβαίνει διότι οι συσκευές τροφοδοτούνται με αρκετά και αξιόπιστα δεδομένα. Για τον σκοπό αυτό είναι σημαντικό να εξεταστεί η δυνατότητα επεμβάσεων σε ήδη υπάρχουσες πλατφόρμες ώστε να μπορούν δικτυώνονται και να ανταλλάσσουν τα δεδομένα που παράγουν οι αισθητήρες τους.
- **Διαλειτουργικότητα:** Η προμήθεια υλικού ή μετατροπή, θα πρέπει να γίνεται λαμβάνοντας υπ' όψη ότι είναι απαραίτητο να διαλειτουργεί με το υπάρχον οικοσύστημα των ενόπλων δυνάμεων. Σε διαφορετική περίπτωση είναι πολύ πιθανό να δημιουργούνται δίκτυα νησίδες πλατφορμών και ψηφιακών οντοτήτων, κάτι που μειώνει κατά μεγάλο βαθμό την ένταση των πλεονεκτημάτων του edge computing, αφού η μία νησίδα θα μπορεί να έχει πρόσβαση στα δεδομένα της άλλης μέσω κάποιου απομακρυσμένου κέντρου δεδομένων.
- **Σχεδιασμός ενσωμάτωσης:** Η ενσωμάτωση των νέων αντικειμένων με δυνατότητες edge computing στο οικοσύστημα των ενόπλων δυνάμεων θα πρέπει να γίνεται κατόπιν κατάλληλου σχεδιασμού. Αυτός ο σχεδιασμός θα πρέπει να περιλαμβάνει την λεπτομερή καταγραφή των απαιτήσεων, πρώτα σε στρατιωτικό επίπεδο και δευτερεύοντος σε τεχνολογικό επίπεδο. Αφού γίνει αυτό θα πρέπει να εξεταστούν οι εναλλακτικές και το πόσο εφικτό

είναι να ενσωματωθούν στο υπάρχον οικοσύστημα¹⁶ (Lee, Dupier και Pisano 2022).

Εφαρμογές. Οι τεχνολογίες και οι μεθοδολογίες του cloud computing έχουν ωριμάσει σε μεγάλο βαθμό, με αποτέλεσμα ήδη να υπάρχουν αποδοτικές εφαρμογές σε χρήση των ενόπλων δυνάμεων. Στο Πολεμικό Ναυτικό των ΗΠΑ, χρησιμοποιείται μία προσέγγιση του cloud για την διαμόρφωση κοινής επιχειρησιακής εικόνας η οποία συντίθεται από δεδομένα διαφόρων αισθητήρων ή άλλων πηγών (πολεμικά πλοία, αεροσκάφη, υποβρύχια, μέσα που επιχειρούν στο χερσαίο χώρο). Τα δεδομένα μεταδίδονται μέσω ευρυζωνικών συνδέσμων στο Κέντρο Ναυτικών Επιχειρήσεων. Με τον τρόπο αυτό, οι ανωτέρου επιπέδου διοικήσεις αποκτούν μία ολοκληρωμένη εικόνα της επικρατούσας κατάστασης. Ανάλογο κέντρο επιχειρήσεων αναπτύσσει και ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός Άμυνας, για τη θαλάσσια επιτήρηση. Στόχος του είναι η παραγωγή κοινής θαλάσσιας εικόνας για όλους τους συμμετέχοντες. Πρόκειται για μία συνδυασμένη δράση του στρατιωτικού και πολιτικού τομέα και συνδυάζει τη δορυφορική απεικόνιση, τη θαλάσσια ασφάλεια, τον έλεγχο των συνόρων και την έρευνα. Χρησιμοποιεί και προσαρμόζεται σε υπάρχοντα εθνικά δίκτυα και επεκτείνεται με την κοινή χρήση δεδομένων, με την χρήση διαφόρων πρωτοκόλλων επικοινωνίας. Μία άλλη δυνατότητα που εκμεταλλεύεται το Ευρωπαϊκό Κοινό Περιβάλλον Ανταλλαγής Πληροφοριών, είναι η διασύνδεση των ήδη υπαρχόντων συστημάτων των αρχών θαλασσίου ελέγχου, σε μία πλατφόρμα επικοινωνιών χωρίς να απαιτηθεί η δημιουργία νέου συστήματος¹⁷ (Ragab 2022).

¹⁶ Lee Ki, Dupier Greg, Pisano John, 2022, How the U.S. Military is using edge computing, διαθέσιμο στο <https://www.boozallen.com/s/insight/blog/how-the-us-military-is-using-edge-computing.html>

¹⁷ Ragab Ali Muhammad, 2022, Qualifying naval weapons to enter the era of network-centric warfare, διαθέσιμο στο <https://www.aljundi.ac/en/studies-and-analysis/qualifying-naval-weapons-to-enter-the-era-of-network-centric-warfare/>



Εικόνα 4: Σχηματική Περιγραφή του Ευρωπαϊκού Κοινού Περιβάλλοντος Ανταλλαγής Πληροφοριών

Η τεχνολογία του edge computing χρησιμοποιείται στο μαχητικό αεροσκάφος F-35. Δεδομένα που σχετίζονται με το περιβάλλον, συλλέγονται από κατάλληλους αισθητήρες των αεροσκαφών ενός σχηματισμού και ανταλλάσσονται μεταξύ τους. Τα δεδομένα αυτά υφίστανται επεξεργασία επί τόπου με αποτέλεσμα οι χειριστές των αεροσκαφών αποκτούν μία ενιαία εικόνα άμεσα, χωρίς να είναι απαραίτητη η διαβίβαση τους σε κάποιο κέντρο. Η μεταξύ τους συνδέσεις αποκαθίστανται αυτόματα ώστε τα δεδομένα των αισθητήρων να μεταδίδονται άμεσα. Σε κάθε ένα από τα αεροσκάφη του σχηματισμού δημιουργείται μια ομοιόμορφη ανάλυση των απειλών, στόχων ή απρόβλεπτων αλλαγών στον εναέριο χώρο. Με τον συνδυασμό των δεδομένων από όλα τα αεροσκάφη του σχηματισμού, η εικόνα που προκύπτει είναι ολοκληρωμένη. Επιπλέον η ολοκληρωμένη εικόνα μεταδίδεται στα ανώτερα κλιμάκια, δίνοντας μία σε πραγματικό χρόνο εικόνα της τακτικής κατάστασης. Το παράδειγμα της εφαρμογής του edge computing στα αεροσκάφη F35 καταδεικνύει το πόσο σημαντικό είναι να επεκταθεί και σε άλλες πλατφόρμες, όπως αεροσκάφη παλαιού τύπου ή ακόμα και πλοία του Ναυτικού και άρματα του στρατού. Η διασύνδεση διαφορετικών πλατφορμών που μάλιστα ενεργούν σε διαφορετικές διαστάσεις του χώρου, μπορεί να τροφοδοτεί το σύνολο των διακλαδικών δρώντων στο θέατρο των επιχειρήσεων με επικαιροποιημένα δεδομένα, σε πραγματικό ή σχεδόν πραγματικό χρόνο. Με τον τρόπο αυτό διευρύνεται η εμβέλεια παρατήρησης των χειριστών των οπλικών συστημάτων με αποτέλεσμα την βελτίωση της στοχοθεσίας τους αλλά και την

αποφυγή του αιφνιδιασμού¹⁸. Η ενσωμάτωση των δυνατοτήτων αυτών στα ήδη υπάρχοντα συστήματα, δεν απαιτεί πρόσβαση σε άγνωστη τεχνολογία ή μεθοδολογίες που δεν έχουν ωριμάσει. Με μικρό σχετικά κόστος είναι εφικτό να πολλαπλασιαστεί η αποτελεσματικότητα των οπλικών συστημάτων σε βραχυπρόθεσμο ορίζοντα.

Η δικτύωση σε επίπεδο πλατφορμών οπλικών συστημάτων, με την προσέγγιση του edge computing, μπορεί να επεκταθεί και σε επίπεδο ομάδων μαχητών ή ατομικό. Και στο επίπεδο αυτό, η κεντρική ιδέα είναι ότι η συγκέντρωση δεδομένων είναι πιο αποτελεσματική με περισσότερα σημεία λήψης. Δεδομένου ότι σε ένα θέατρο επιχειρήσεων δρουν πολλοί άνθρωποι, σε διαφορετικές τοποθεσίες, κάθε ένας από αυτούς κατέχει ένα πολύ μικρό μέρος του. Η σύνθεση όλων αυτών των μικρών εικόνων μπορούν να συντίθενται ολοκληρωμένες εικόνες, χρήσιμες για ένα κέντρο διοίκησης. Το edge computing επεκτείνει τα πλεονεκτήματα της ολοκληρωμένης εικόνας, αφού πλέον είναι εφικτό η ολοκληρωμένη εικόνα (ή το επιθυμητό εύρος αυτής) να συντίθεται σε κέντρα διοίκησης χαμηλότερου επιπέδου (εγγύτερα προς το θέατρο των επιχειρήσεων). Με τον τρόπο αυτό διευκολύνονται οι διαδικασίες λήψης αποφάσεων και σε τακτικό επίπεδο, καθιστώντας τους διοικητές σε όλα τα επίπεδα περισσότερο ευέλικτους και αποτελεσματικούς. Επιπλέον, η πρόσβαση σε πληροφορίες πεδίου μάχης καθιστά τους διοικητές ικανούς να επιτυγχάνουν μεγαλύτερη οικονομία στη χρήση διατιθεμένων πόρων (και των ανθρωπίνων μειώνοντας δραστικά τις απώλειες). Η προσέγγιση του edge computing καθιστά τον στρατιώτη μία ψηφιακή οντότητα που φέρει περιορισμένου μεγέθους διασυνδεδεμένους αισθητήρες, οι οποίοι μπορεί οι ίδιοι να έχουν επεξεργαστική ικανότητα ή να εκμεταλλεύονται την αντίστοιχη ικανότητα άλλων φορητών επίσης συσκευών. Τα δεδομένα των αισθητήρων μεταδίδονται από την μία ψηφιακή οντότητα στις υπόλοιπες που βρίσκονται στην εμβέλεια τους. Τόσο τα δεδομένα που συλλέγονται από την ίδια οντότητα όσο και αυτά που λαμβάνονται από

¹⁸ Στη βιβλιογραφία αναφέρεται χαρακτηριστικό περιστατικό όπου ένα πλοίο του Ναυτικού κατέρριψε έναν εισερχόμενο πύραυλο χρησιμοποιώντας πληροφορίες από ένα συνδεδεμένο F-35 που πετούσε πέρα από την εμβέλεια του συστήματος παρακολούθησης του πλοίου. Σύμφωνα με τον Chris, η χρήση του MADL μεταξύ του F-35 και του πλοίου επέτρεψε στο αεροσκάφος να περάσει δεδομένα παρακολούθησης πυραύλων σε πραγματικό χρόνο, επιτρέποντας στο πλοίο να αναπτύξει αντίμετρα για την εξάλειψη της απειλής προτού έρθει εντός εμβέλειας του πλοίου. Πριν από την ύπαρξη της τεχνολογίας MADL, αυτός ο τύπος συντονισμού θα γινόταν με την αναμετάδοση προσέγγισης από τον πιλότο του αεροσκάφους, μέσω ενός κέντρου διοίκησης, και στη συνέχεια στο πλοίο, μειώνοντας τον χρόνο ανταπόκρισης.

τις γειτονικές οντότητες, υφίστανται επεξεργασία και παράγουν χρήσιμες πληροφορίες.

Είναι επίσης εφικτή και η διασύνδεση των δικτύων των διασυνδεδεμένων ψηφιακών οντοτήτων με άλλες πλατφόρμες, ολοκληρώνοντας την διασυνδεσιμότητα του συνόλου των δρώντων στο θέατρο των επιχειρήσεων. Σε κάθε περίπτωση το βασικό πλεονέκτημα που προκύπτει είναι το κέρδος πολύτιμου χρόνου. Οι συνεργαζόμενοι δρώντες στο θέατρο των επιχειρήσεων έχουν τη δυνατότητα να επεξεργάζονται οι ίδιοι τα δεδομένα που λαμβάνουν, χωρίς να απαιτείται να ταξιδεύουν αυτά σε κεντρικές δομές επεξεργασίας και να επιστρέφονται από αυτές οι απαιτούμενες πληροφορίες. Η εξοικονόμηση χρόνου είναι μια σωτήρια προοπτική για τους στρατιώτες κατά τη διάρκεια των επιχειρήσεων καθώς σχηματίζουν πλέον πιο ενημερωμένες και ταχύτερες¹⁹ (Lee, Dupier και Pisano 2022).

Το διαδίκτυο των Πραγμάτων για Στρατιωτικούς Σκοπούς

Η προσαρμογή του Διαδικτύου των Πραγμάτων²⁰ για Στρατιωτικούς σκοπούς, ανέδειξε μία νέα προσέγγιση του που αναφέρεται με τον όρο Στρατιωτικό Διαδίκτυο των Πραγμάτων (Military Internet of Things - MIoT). Βασικό ζητούμενο του MIoT είναι η εξασφάλιση μετάδοσης των στρατιωτικών πληροφοριών, με τη χρήση ποικίλων αισθητήρων και τη διασύνδεση διαφορετικών επιχειρησιακών στοιχείων, στοιχείων υποστήριξης και περιβάλλοντος, ως ένα οργανικό σύνολο. Το MIoT μπορεί να συνδυάσει τη στρατιωτική φυσική υποδομή με την αντίστοιχη πληροφοριακή, παρέχοντας μεγαλύτερη ακρίβεια και ταχύτητα στην αξιοποίηση των δεδομένων, για την επιτυχή ολοκλήρωση των αποστολών. Οι τομείς στους οποίους προσφέρει σημαντικές υπηρεσίες είναι η διοίκηση και έλεγχος, η επιτήρηση, η επιμελητεία, η υποστήριξη με πυρά και η συλλογή πληροφοριών. Σε συνδυασμό με την υπάρχουσα έρευνα του IoT, η αρχιτεκτονική του MIoT, αναπτύσσεται σε πέντε επίπεδα:

¹⁹ Lee Ki, Dupier Greg, Pisano John, 2022, How the U.S. Military is using edge computing, διαθέσιμο στο <https://www.boozallen.com/s/insight/blog/how-the-us-military-is-using-edge-computing.html>

²⁰ Τα βασικά χαρακτηριστικά του Διαδικτύου των Πραγμάτων (Internet of Things – IoT) αναφέρονται στον Παράρτημα Ε.

- Επίπεδο Αισθητήρων: Αποτελείται από διάφορους εξοπλισμούς ανίχνευσης και συλλογής πληροφοριών, όπως ραντάρ, σόναρ, αισθητήρες.
- Επίπεδο Πρόσβασης: Αποτελείται από επικοινωνιακούς κόμβους που συνδέουν οριζόντια και κάθετα σταθμούς βάσης και επικοινωνιακά κέντρα διαφόρων επιπέδων διοίκησης. Κάθε τελική συσκευή αποκτά πρόσβαση στους κόμβους αυτούς προκειμένου να αποτελέσει ένα από τα άκρα του δικτύου.
- Επίπεδο Δικτύου: Διαμορφώνεται από την ανάπτυξη διαφόρων τύπων δικτύων, για τη μετάδοση δεδομένων μεταξύ των τερματικών κόμβων.
- Επίπεδο Υπηρεσίας: Περιλαμβάνει το σύνολο των υπηρεσιών που απαιτούνται για την υποστήριξη των στόχων του ΜΙoT. Τέτοιες υπηρεσίες μπορεί να είναι η αποθήκευση, η επεξεργασία και η αναζήτηση δεδομένων, η ασφάλεια συστημάτων.
- Επίπεδο Εφαρμογής: Το επίπεδο εφαρμογής χρησιμοποιείται κυρίως για την υποστήριξη εφαρμογών σε ανώτερο επίπεδο. Οι εφαρμογές υποστηρίζονται από τις υπηρεσίες που προσφέρει το διαδίκτυο και παρέχουν λύσεις για διοίκηση και έλεγχο των δυνάμεων, έλεγχος οπλικών συστημάτων, επίγνωση της κατάστασης πεδίου μάχης, επιμελητεία, ιατρική περίθαλψη και διάσωση²¹ (Yushi, Fei και Hui 2012).

Η ευρεία υιοθέτηση του IoT ευεργετεί τις ένοπλες δυνάμεις κυρίως σε τέσσερις τομείς:

- Ενσωμάτωση πλατφορμών ανίχνευσης και επεξεργασίας σε στρατιωτικές διαδικασίες: Οι εξελίξεις του εμπορικού IoT προσφέρει φθηνές και ισχυρές πλατφόρμες που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για να συμπληρώσουν και να επεκτείνουν τις δυνατότητες ανίχνευσης και επεξεργασίας των στρατιωτικών συστημάτων

²¹ Yushi Lan; Fei Jiang, Hui Yu, 2012, Study on application modes of military Internet of Things (MIOT), διαθέσιμο στο <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6273031/>

- Ανάπτυξη ενεργοποιητών IoT σε στρατιωτικές επιχειρήσεις: Η ενσωμάτωση των δυνατοτήτων τους σε στρατιωτικά συστήματα, ενισχύει τις δυνατότητες για έγκαιρη επέμβαση στις διαμορφωθείσες καταστάσεις, μειωμένο χρόνο διακοπής λειτουργίας συστημάτων και βελτίωση των διαδικασιών της εφοδιαστικής αλυσίδας.
- Αυξημένη διαθεσιμότητα πληροφοριών: Οι αισθητήρες των άκρων των ΜΙοΤ έχουν την ικανότητα να παρέχουν συνεχείς ροές επικαιροποιημένων πληροφοριών σε κάθε επίπεδο διοίκησης.
- Αλλαγές στο δόγμα που σχετίζονται με τη διαθεσιμότητα και τις δυνατότητες του IoT: Οι δυνατότητες που δίνει το ΜΙοΤ στις στρατιωτικές διοικήσεις, αναμένεται να επηρεάσει τη διαμόρφωση των δογμάτων ενεργείας τους. Η προοπτική τα πάντα στο πεδίο της μάχης να είναι μια δικτυωμένη οντότητα, αυξάνει σημαντικά τη δυνατότητα για βελτιωμένη επίγνωση της κατάστασης σε πολλαπλά επίπεδα, αλλά εγείρει επίσης προκλήσεις που σχετίζονται κυρίως με την ασφάλεια των δεδομένων.

Οι διάφορες στρατιωτικές εφαρμογές του IoT που συνθέτουν ΜΙοΤ, είναι οι εξής:

- Παρακολούθηση κρίσιμων αντικειμένων: Το IoT δίνει τη δυνατότητα στα αντικείμενα (αισθητήρες οποιουδήποτε τύπου) να ανιχνεύουν περιβαλλοντικά δεδομένα, να επικοινωνούν και να συνεργάζονται μεταξύ τους. Αυτά τα αντικείμενα μπορεί να είναι είτε κινούμενα είτε στατικά. Η παρακολούθηση των κινουμένων αντικειμένων γίνεται συνήθως με την επισύναψη ετικέτας Αναγνωριστικού Ραδιοφωνικής Συχνότητας (Radio Frequency Identification - RFID)²². Οι πληροφορίες κίνησης μεταφέρονται προς κατάλληλα κέντρα επεξεργασίας σε edge, fog ή cloud υποδομές. Είναι επίσης εφικτό, κινούμενα αντικείμενα να περιλαμβάνουν αναγνώστες RFID για την ανάγνωση των πληροφοριών,

²² Το Αναγνωριστικό Ραδιοφωνικής Συχνότητας προσφέρει τη δυνατότητα ανάγνωσης και αποθήκευσης δεδομένων χωρίς οπτική ή απτική επαφή. Ετικέτες RFID μπορούν να τοποθετηθούν σε προϊόντα, αλλά και σε ανθρώπους ή ζώα. Οι συσκευές ανάγνωσης RFID χρησιμοποιούν σήματα κυμάτων ραδιοσυχνότητας.

οι οποίες συλλέγονται από ετικέτες RFID. Με τον τρόπο αυτό, το κινούμενο στοιχείο που είναι εφοδιασμένο με τον RFID αναγνώστη, είναι σε θέση να γνωρίζει σε πραγματικό χρόνο, τις θέσεις και την κατάσταση κάθε ενός από τα κινούμενα αντικείμενα. Ωστόσο, ο περιορισμός που σχετίζεται με τη χρήση αυτών των ετικετών και συσκευών ανάγνωσης RFID, είναι ότι πρέπει να μοιράζονται τις πληροφορίες μέσω των μη αξιόπιστων ασύρματων καναλιών. Επιπλέον αυτού, το σύστημα παρακολούθησης αντικειμένων δεν πρέπει να είναι ανιχνεύσιμο από τον εχθρό.

- Ανίχνευση εισβολής: Η ανίχνευση εισβολής μπορεί να γίνει σε διαφορετικά επίπεδα της στρατιωτικής υποδομής. Το Σύστημα Ανίχνευσης Εισβολής Δικτύου (Network Intrusion Detection System - NIDS) παρακολουθεί την εισερχόμενη και εξερχόμενη κίνηση του δικτύου, για να εντοπίσει πιθανή ασυνήθιστη δραστηριότητα. Το Host Intrusion Detection System (HIDS) εκτελείται σε όλες τις συσκευές που είναι συνδεδεμένες στο δίκτυο που έχουν άμεση πρόσβαση στο εσωτερικό δίκτυο και στο Διαδίκτυο. Μπορεί να εντοπίσει οποιοδήποτε αποκλίνον πακέτο δικτύου που προέρχεται από τον οργανισμό. Τα HIDS μπορούν επίσης να ανιχνεύσουν κακόβουλη κίνηση δικτύου. Ο τρίτος τύπος είναι το σύστημα ανίχνευσης εισβολής που βασίζεται σε υπογραφές. Αυτό το IDS παρακολουθεί τα πακέτα δεδομένων που περνούν μέσω του δικτύου και τα αντιστοιχίζει με μια βάση δεδομένων κακόβουλων. Ο τέταρτος τύπος είναι το σύστημα ανίχνευσης εισβολής που βασίζεται σε ανωμαλίες κίνησης. Τα συστήματα ανίχνευσης εισβολής μπορούν επίσης να ταξινομηθούν ως παθητικά και ενεργά. Το παθητικό IDS θα ανιχνεύσει την ασυνήθιστη δραστηριότητα και, στη συνέχεια, θα δημιουργήσει ειδοποιήσεις ή καταχωρίσεις σε αρχείο καταγραφής, αλλά δεν θα λάβει καμία προληπτική ενέργεια έναντι αυτής της ασυνήθιστης δραστηριότητας. Αντίθετα, αν το ενεργό σύστημα εντοπίσει κάποια κακόβουλη δραστηριότητα, θα δημιουργήσει επίσης τις ειδοποιήσεις ή τις εγγραφές στο αρχείο καταγραφής καθώς και τη λήψη προληπτικών ενεργειών. Ένα

παράδειγμα τέτοιου συστήματος χρησιμοποιεί το Πολεμικό Ναυτικό των ΗΠΑ, που ανέπτυξε ένα δίκτυο χιλιάδων αισθητήρων στην ξηρά, στη θάλασσα και στον αέρα, οι οποίοι θα συνδέονται μεταξύ τους με ένα δίκτυο μετάδοσης πληροφοριών. Το δίκτυο, που ονομάζεται Expeditionary Sensor Grid (ESG), περιλαμβάνει περίπου 10.000 αισθητήρες, συμπεριλαμβανομένων όσων μεταφέρονται σε μη επανδρωμένα εναέρια και ναυτικά οχήματα, αισθητήρες ξηράς και θάλασσας και μη επανδρωμένα αμφίβια πλοία. Αυτοί οι αισθητήρες καλύπτουν μια μεγάλη περιοχή και παρέχουν στις διοικήσεις μεγάλες ποσότητες πληροφοριών. Ένα τέτοιο δίκτυο είναι εφικτό να υποκαταστήσει άλλα ακριβά συστήματα που χρησιμοποιούνται για επιτήρηση και εντοπισμό. Οι εικόνες που συνθέτει κάθε στοιχείο του δικτύου (πχ ένα αεροσκάφος που εκτελεί αναγνωρίσεις) μπορεί να μεταδίδεται σε άλλα (πχ ένα αεροσκάφος που επιτίθεται για να προσβάλει έναν αναγνωρισθέντα στόχο) (River 2021). Η Διοίκηση Ναυτικών Συστημάτων των ΗΠΑ ανέπτυξε ένα σύστημα δικτύων αισθητήρων, το Cooperative Engagement Capability (CEC), σχεδιασμένο να παρέχει έγκαιρη ανίχνευση εναέριων απειλών όπως πυραύλων, επανδρωμένων ή μη αεροσκαφών. Βασίζεται σε ένα σύστημα επικοινωνίας για ταχεία μετάδοση δεδομένων και ένα εκτεταμένο δίκτυο αισθητήρων. Πρόκειται για ένα ασφαλές, υψηλής ταχύτητας διασυνδεδεμένο δίκτυο όπλων που συνδέει ναυτικούς αισθητήρες με συστήματα αεράμυνας (US Navy 2021).

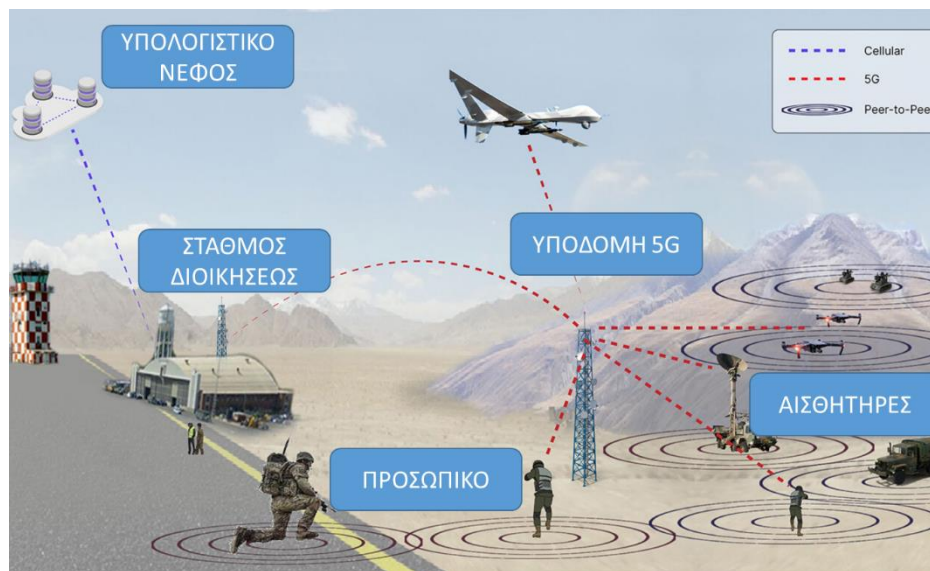
- Έξυπνες Μεταφορές: Η έξυπνη μεταφορά χρησιμοποιείται σε ένα αμυντικό σενάριο, καθώς παρέχει καλύτερη αίσθηση ασυνήθιστων καταστάσεων, όπως η ύπαρξη κωλυμάτων. Το έξυπνο σύστημα μεταφορών ανακαλύπτει εναλλακτικές διαδρομές και αν υπάρχει η δυνατότητα συνεργασίας με άλλους αισθητήρες, μπορεί να παρέχει λεπτομέρειες για την κατάσταση τους.
- Έξυπνη Ιατρική Περίθαλψη: Οι συσκευές IoT μπορούν να διευκολύνουν την απομακρυσμένη παρακολούθηση των συνθηκών υγείας καθώς και τη δημιουργία ειδοποιήσεων έκτακτης ανάγκης. Αυτές

οι συσκευές μπορεί να είναι παρακολούθηση αρτηριακής πίεσης ή καρδιακών παλμών, ηλεκτρονικό περικάρπιο Fitbit, ορισμένες προηγμένες συσκευές εμφύτευσης για υγειονομική περίθαλψη, όπως βηματοδότης κ.λπ. Οι στρατιώτες μπορεί να τραυματιστούν σοβαρά στην εμπόλεμη ζώνη. Μερικές φορές, δεν μπορούν να μετακινηθούν. Σε αυτές τις περιπτώσεις, οι αισθητήρες που μπορεί να φέρουν, είναι ικανοί να προσδιορίζουν τη θέση και την κατάσταση τους, διευκολύνοντας τη διάσωσή τους.

- Έξυπνα στρατόπεδα: Τα στρατόπεδα και οι καταυλισμοί εκστρατείας, μπορούν να εφοδιαστούν με κατάλληλους αισθητήρες, οι οποίοι ευνοούν την έγκαιρη προειδοποίηση σε περιπτώσεις άμεσου ή επικείμενου κινδύνου. Πέραν αυτού, σε περιπτώσεις μεγάλων στρατοπέδων, οι αισθητήρες των συσκευών IoT, είναι σε θέση να συνδράμουν στον συντονισμό των εντός αυτών δραστηριοτήτων (πχ κίνηση οχημάτων εντός των στρατοπέδων).
- Παρακολούθηση με μη επανδρωμένα μέσα: Τα μη επανδρωμένα μέσα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για ποικίλους σκοπούς, ανάλογα με το είδος των αισθητήρων που φέρουν. Τέτοιου είδους χρήσεις περιλαμβάνουν²³. (Mishra και Varma 2020):
 - Αναγνώριση προσώπου: Με τις τεχνικές αυτές εντοπίζονται συγκεκριμένα άτομα σε ένα χώρο και στη συνέχεια παρέχεται ειδοποίηση στα διάφορα κλιμάκια διοίκησης.
 - Επιθεώρηση περιοχών: Μεγάλες περιοχές που είτε λόγω της έκτασης τους, είτε της μορφολογίας τους, δεν είναι εύκολο να εξερευνηθούν από τον άνθρωπο. Οι αισθητήρες των μη επανδρωμένων οχημάτων είναι σε θέση να λάβουν σήματα, ήχους ή εικόνες και να τα μεταδώσουν σε διατάξεις σε διαφορετικά επίπεδα διοίκησης.
 - Παρακολούθηση κατάστασης αγωγών: Οι αγωγοί (καυσίμων, ύδατος κοκ) είναι σημαντικοί για τη εξασφάλιση των

²³ Mishra Lalita, Varma Shirshu, 2020, Internet of Things for Military Applications, διαθέσιμο στο <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9083730>

στρατιωτικών επιχειρήσεων. Η διατήρηση της άριστης κατάστασης τους είναι ζωτικής σημασίας. Ανασταλτικός παράγοντας είναι το μεγάλο μήκος τους. Η χρήση μη επανδρωμένων οχημάτων για την επιθεώρηση τους δίνει τη δυνατότητα να διατηρούνται σε καλή κατάσταση, αφού πιθανές φθορές και προσβολές εντοπίζονται σχετικά νωρίς. Για τον έλεγχο των αγωγών χρησιμοποιούνται υψηλής ανάλυσης, υπέρυθρη και θερμική απεικόνιση, ανιχνευτές συγκεκριμένων αερίων ή και απλές κάμερες.



Εικόνα 5: Σενάριο χρήσης του MIIoT²⁴

Μηχανική Μάθηση στα άκρα των δικτύων²⁵

Η ραγδαία ανάπτυξη του IoT, έχει οδηγήσει στην εκθετική αύξηση των συσκευών που συνδέονται στο διαδίκτυο και των δεδομένων που είναι κρίσιμα για τη λειτουργία των πληροφοριακών συστημάτων των οργανισμών. Μία αποτελεσματική σύγχρονη τάση για την εξαγωγή πληροφοριών και λήψη αποφάσεων από αυτά τα δεδομένα, είναι να τροφοδοτούνται σε συστήματα μηχανικής μάθησης. Οι περιορισμένοι πόροι των συσκευών αυτών, καθιστά ανέφικτη την ανάπτυξη και εκτέλεση των σχετικών αλγορίθμων (συχνά μεγάλης πολυπλοκότητας) σε αυτές. Η προφανής λύση είναι η

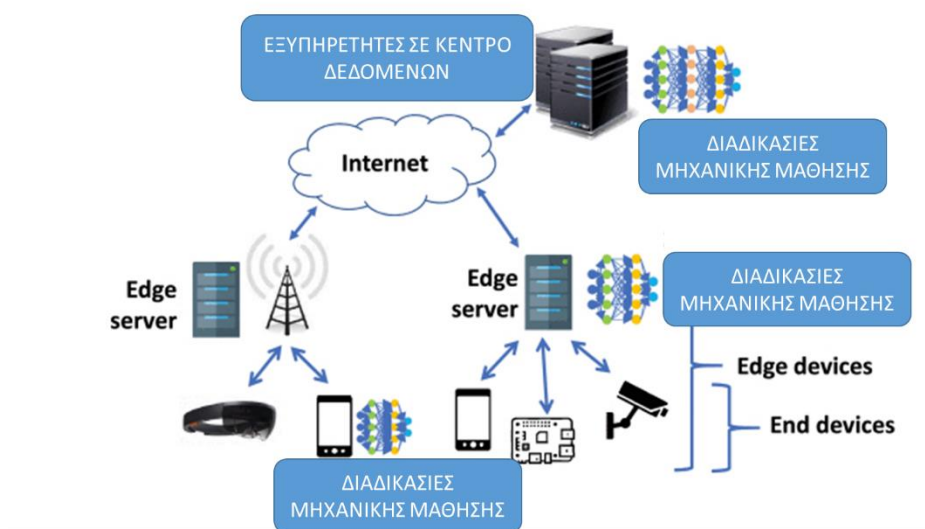
²⁴ Πηγή: <https://militaryembedded.com/ai/deep-learning/iot-ai-and-the-future-battlefield>

²⁵ Βασικά χαρακτηριστικά της προσέγγισης αυτής αναφέρονται στο Παράρτημα Δ.

μεταβίβαση των δεδομένων αυτών σε απομακρυσμένες υπολογιστικές υποδομές, συνηθέστερα σε διακομιστές cloud, που διαθέτουν τους απαραίτητους πόρους, η οποία ωστόσο αυξάνει το κόστος επικοινωνίας, προκαλεί καθυστερημένη απόκριση του συστήματος και καθιστά τα δεδομένα ευάλωτα στους κινδύνους των δικτύων. Η αντιμετώπιση των αδυναμιών αυτών μπορεί να στηριχθεί στη μεταφορά της επεξεργασίας δεδομένων όσο το δυνατόν πιο κοντά στις πηγές τους. Η εφαρμογή των αλγορίθμων στην άκρα των δικτύων, αποτελεί μία επέκταση του edge computing. Οι συσκευές που χρησιμοποιούνται στα άκρα των δικτύων για την επεξεργασία των δεδομένων, έχουν ένα συνδυασμό υπολογιστικών (περιορισμένων) και επικοινωνιακών δυνατοτήτων ενώ πραγματοποιείται και έξυπνη διαχείριση ενέργειας. Η εκτέλεση αλγορίθμων μηχανικής μάθησης στο άκρα των δικτύων μπορεί να εξυπηρετήσει την επεξεργασία δεδομένων κοντά στην πηγή της παραγωγής τους, εξασφαλίζοντας τα από το ρίσκο μετάδοσης τους σε κάποιο απομακρυσμένο κέντρο δεδομένων, μειώνοντας επίσης και τον απαιτούμενο χρόνο για την λήψη του αποτελέσματος και εξοικονομώντας εύρος ζώνης. Επιπλέον, εκμηδενίζεται η ανάγκη για ταυτοποίηση της οντότητας αποστολής και λήψης των δεδομένων.

Η χρήση μοντέλων μηχανικής μάθησης στα άκρα των δικτύων, δημιουργεί μια αρχιτεκτονική κατανομημένης νοημοσύνης. Οι σύγχρονες εφαρμογές απαιτούν δυνατότητα λήψης ταχύτατων και εύστοχων αποφάσεων. Σε ορισμένες περιπτώσεις οι απομακρυσμένες μεγάλες υπολογιστικές συσκευές δεν μπορούν να παρέχουν την απαιτούμενη υπολογιστική ισχύ σε πραγματικό χρόνο. Τα μοντέλα μηχανικής μάθησης πρέπει να διαμορφώνονται με τρόπο που να τα καθιστά κατάλληλα για ανάπτυξη σε συσκευές με περιορισμένη υπολογιστική ισχύ και αποθηκευτικές δυνατότητες. Για τον σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται τεχνικές προσαρμογής των διαδικασιών παραγωγής και εκπαίδευσης, κατανομημένες αρχιτεκτονικές εκπαίδευσης και συμπίεσης των μοντέλων πρόβλεψης²⁶.

²⁶ Οι τεχνικές αυτές περιγράφονται συνοπτικά στο Παράρτημα Γ



Εικόνα 6: Προσαρμογή της Μηχανικής Μάθησης στα Άκρα των Δικτύων

Οι τεχνικές μηχανικής μάθησης στα άκρα των δικτύων μπορεί να εφαρμοστούν για :

- Επεξεργασία βίντεο: Νέες προσαρμοσμένες υλοποιήσεις με δυνατότητες άμεσης επεξεργασίας video²⁷ που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε:
 - Συστήματα εγκαίρου προειδοποίησης, όπως συστήματα καμερών: Μπορούν σε πραγματικό χρόνο να συλλέγουν εικόνα από περιοχές ενδιαφέροντος, να ανιχνεύουν μη αποδεκτά πρότυπα εικόνων με την εφαρμογή διαδικασιών μηχανικής μάθησης και στην συνέχεια να εγείρουν τα αντίστοιχα συστήματα.
 - Συστήματα παρατήρησης τα οποία να δύνανται όχι απλά να μεταδίδουν την εικόνα που συλλέγουν, αλλά μέσα από την ανάλυση της, να ανιχνεύουν μη αποδεκτά πρότυπα (πχ κινήσεις

²⁷ Οι παραδοσιακές υλοποιήσεις της ανάλυσης βίντεο πραγματικού χρόνου με μηχανική μάθηση, είχαν τη δυνατότητα να επεξεργάζονται μόνο περίπου 3 καρτέ ανά δευτερόλεπτο (FPS), ενώ οι περισσότερες βιντεοκάμερες πραγματικού χρόνου μεταδίδουν δεδομένα σε 30 FPS. Έχουν προταθεί υλοποιήσεις που γεφυρώνουν αυτό το χάσμα με τη χρήση καμερών με IoT δυνατότητες και την παροχή βελτιωμένων υπηρεσιών ανάλυσης βίντεο σε πραγματικό χρόνο. Οι υλοποιήσεις αυτές συλλέγουν ροές βίντεο από διαφορετικές κάμερες και χρησιμοποιούν λειτουργικές μονάδες επεξεργασίας δεδομένων βίντεο για την αποκωδικοποίησή τους. Παράλληλα χρησιμοποιείται και ένας διαχειριστής πόρων για την εκτέλεση της επεξεργασίας των δεδομένων σε διαφορετικές τερματικές συσκευές ή/και σε συσκευές του fog ή cloud.

στρατευμάτων ή ανάπτυξη οπλικών συστημάτων). Για την αναγνώριση των μη αποδεκτών εικόνων χρησιμοποιούνται τεχνικές βαθιών νευρωνικών δικτύων τα οποία εκπαιδεύουν μοντέλα αναγνώρισης τα οποία στην συνέχεια δέχονται σαν είσοδο εικόνες, των οποίων τα χαρακτηριστικά ελέγχονται προκειμένου να εντοπιστούν πρότυπα που παραπέμπουν σε συγκεκριμένα αντικείμενα εντός της εικόνας ή διαφοροποιήσεις σε σχέση με τα δημιουργηθέντα αποδεκτά πρότυπα (Murshed, και συν. 2021)²⁸.

- Επεξεργασία Εικόνας: Οι τελευταίες εξελίξεις έχουν φέρει την επεξεργασία εικόνων πιο κοντά στο σημείο λήψης τους. Συνήθως η επεξεργασία αυτή αφορά την προετοιμασία των εικόνων για μετάδοση τους στο cloud. Η αναγνώριση εικόνας αναφέρεται στη διαδικασία εξαγωγής σημαντικών πληροφοριών από μια δεδομένη εικόνα. Τεχνικές βαθιάς μηχανικής μάθησης (κυρίως συνελκτικά νευρωνικά δίκτυα) χρησιμοποιούνται για τον εντοπισμό ανθρώπων, τοποθεσιών και άλλων στοιχείων σε μια εικόνα. Οι δυνατότητες των καμερών IoT και των φορητών συσκευών έχει αυξήσει τη σημασία των βελτιωμένων τεχνικών αναγνώρισης εικόνων.
- Αυτόνομα οχήματα²⁹: Έχουν προταθεί τεχνικές που βασίζονται στην εφαρμογή διαδικασιών μηχανικής μάθησης στα άκρα του δικτύου. Ένα αυτόνομο όχημα παράγει κατά μέσο όρο περισσότερα από 50 GB δεδομένων το λεπτό. Αυτά τα δεδομένα πρέπει να υποβάλλονται σε επεξεργασία σε πραγματικό χρόνο για τη λήψη αποφάσεων που αφορούν την πλοήγηση του. Το διαθέσιμο εύρος ζώνης ενός αυτόνομου οχήματος δεν είναι συχνά αρκετό για τη μεταφορά αυτού του τεράστιου όγκου δεδομένων σε

²⁸ Οι λειτουργίες αυτές αναπτύσσονται σε τέσσερα στάδια: φόρτωση/αποκωδικοποίηση καρτέ και ανίχνευση κίνησης, προεπεξεργασία, ανίχνευση και αποσύνθεση αντικειμένων, αναγνώριση αντικειμένων. Οι τρεις πρώτες ενέργειες εκτελούνται στην υποδομή άκρων και η τέταρτη στο cloud. Για να βελτιωθεί η ακρίβεια, χρησιμοποιούνται φίλτρα ώστε στο cloud να μεταδίδονται τα σημαντικότερα καρτέ.

απομακρυσμένους διακομιστές. Οι δυνατότητες που αποκτούν τα αυτόνομα οχήματα περιλαμβάνουν την αναγνώριση αντικειμένων στο πεδίο το οποίο είναι στην εμβέλεια των αισθητήρων τους, τη δημιουργία χωροχρονικών δεδομένων τροχιών προκειμένου να εντοπίζονται και να πλοηγούνται αυτόνομα (Murshed, και συν. 2021).

Μη Επανδρωμένα Οχήματα

Η αποδεδειγμένη αξία των μη επανδρωμένων οχημάτων, συνίσταται στο χαμηλό ρίσκο και το χαμηλό κόστος της χρησιμοποίησής τους στο θέατρο των επιχειρήσεων. Χρησιμοποιούνται σε όλες τις διαστάσεις του για επιτήρηση, αναγνώριση τακτικής κατάστασης, αναγνώριση – ακόμα – και προσβολή στόχων. Η διαχείριση μιας μετάβασης, από επανδρωμένες σε μη επανδρωμένες και τηλεχειριζόμενες πλατφόρμες, περιλαμβάνει νέα τεχνολογική πολυπλοκότητα και νέους ρόλους προσωπικού των τριών κλάδων των ενόπλων δυνάμεων.

Στο βυθό της θάλασσας τα μη επανδρωμένα υποβρύχια οχήματα χρησιμοποιούνται για την σάρωση του, είτε απλά για τη χαρτογράφηση του ή για τον εντοπισμό ασυνήθιστης δραστηριότητας³⁰ (Landreth και Pfau 2021), είτε για τον εντοπισμό θερμοκλίνης των ωκεανών³¹. Τα μέσα αυτά είτε αφήνονται να παρασύρονται από τα θαλάσσια ρεύματα, είτε κινούνται αυτόνομα ή μέσω τηλεχειρισμού³² (Κτενάς 2021). Στην επιφάνεια της θάλασσας τα μη επανδρωμένα σκάφη, έχουν τη δυνατότητα να ανιχνεύουν εχθρική παρουσία, να μεταφέρουν εξοπλισμό αντιαεροπορικής άμυνας, να εκτελούν θαλάσσια παρατήρηση ή ανθυποβρυχιακό αγώνα ή πυρά³³ (D. Miller 2020). Τα εναέρια μη επανδρωμένα μέσα

³⁰ Landreth, James; Pfau, Andrew, 2021, Forcing the Apex predator: Unmanned systems and SSN(X), διαθέσιμο στο <https://cimsec.org/forging-the-apex-predator-unmanned-systems-and-ssnx/>

³¹ Ζώνες κάτω από την επιφάνεια όπου η αλλαγή θερμοκρασίας μπορεί να δράσει ως ανακλαστικό των ηχητικών κυμάτων.

³² Κτενάς, Χρήστος, 2021, Εικόνες: Το Αμερικανικό Ναυτικό δοκιμάζει μη επανδρωμένα κάθε τύπου στο κυνήγι υποβρυχίων. Ριζικές αλλαγές και διδάγματα, διαθέσιμο στο <https://www.ptisidiastima.com/usnavy-test-multiple-umanned-in-asw/>

³³ Miller David, 2020, The Future of Unmanned Maritime Systems, διαθέσιμο στο https://www.army.mil/article/240881/the_future_of_unmanned_maritime_systems

παρέχουν δυνατότητες κατάδειξης ή/και προσβολής επιγείων στόχων, επιτήρησης και αναγνώρισης εδάφους³⁴ (Fernandez 2021).

Η πλοήγηση των μη επανδρωμένων μέσων, μπορεί να πραγματοποιείται, αυτόνομα, με τηλεκατεύθυνση, με την κίνηση του ανέμου ή θαλασσίων ρευμάτων.

Ο στρατός των ΗΠΑ από τις αρχές της δεκαετίας του 2000, έχει αναπτύξει ένα πρόγραμμα, γνωστό ως Networked Sensors for Combat Forces (NSfCF). Αυτό προβλέπει την ανάπτυξη ενός δικτυωμένου συστήματος μη επανδρωμένων/χωρίς επιτήρηση αισθητήρων, που επιτηρεί τα κενά του πεδίου μάχης και παρέχει στις διοικήσεις των διαφόρων επιπέδων, πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο. Με τον τρόπο αυτό αυξάνει την περιοχή κάλυψης επιτήρησης μιας μονάδας, ενισχύοντας τα σύστημα εγκαίρου προειδοποίησης (Κάτι που συμβάλει στην έγκαιρη εφαρμογή των κανόνων εμπλοκής και την αποφυγή απειλών). Το πρόγραμμα εκτελείται με την ανάπτυξη συστοιχιών αισθητήρων για μη επανδρωμένα οχήματα εδάφους, μικρά μη επανδρωμένα εναέρια οχήματα και ανεπιτήρητους αισθητήρες εδάφους χρησιμοποιώντας προηγμένες τεχνολογίες αισθητήρων. Ο ρόλος των αισθητήρων είναι να παρέχουν δεδομένα βίντεο από περιοχές με τις οποίες δεν είναι δυνατή η άμεση οπτική επαφή³⁵ (Klager 2004).

Η Κίνα έχει αναπτύξει μέσα για την επιτήρηση και εκτέλεση επιτήρηση πυρών, για όλες τις διαστάσεις των θεάτρων επιχειρήσεων³⁶ (D. Miller 2020). Το ίδιο ισχύει και για τη Ρωσία η οποία χρησιμοποίησε τις δυνατότητες της αυτές στη Συρία³⁷ (Bendett 2019). Η Τουρκία παράγει μη επανδρωμένα εναερίων μέσων, τα οποία

³⁴ Fernandez Candela, 2021, The Use Of Military Drones: The Impact On Land Forces And Legal Implications, διαθέσιμο στο <https://finabel.org/the-use-of-military-drones-the-impact-on-land-forces-and-legal-implications/>

³⁵ Klager Gene, 2004, Networked Sensors for the Combat Forces, διαθέσιμο στο https://www.researchgate.net/publication/241548398_Networked_Sensors_for_the_Combat_Forces_NSfCF

³⁶ Miller, 2020

³⁷ Bendett Samuel, 2019, The Rise of Russia's Hi-Tech Military, διαθέσιμο στο <https://sites.tufts.edu/fletcherrussia/files/2019/06/The-Rise-of-Russia%E2%80%99s-Hi-Tech-Military-Samuel-Bendett.pdf>, Σύμφωνα με δηλώσεις του αρχηγού των Ρωσικών ενόπλων δυνάμεων, οι νέες δυνατότητες τους έχουν σκοπό να αντισταθμίσουν τις αντίστοιχες ενόπλων δυνάμεων με προηγμένες τεχνολογικές δυνατότητες.

δοκιμάστηκαν στις πρόσφατες συγκρούσεις στη Λιβύη και στο Ναγκόρνο Καραμπάχ³⁸ (Σιμοπούλου 2022).

Δορυφορικές επικοινωνίες

Οι δορυφορικές επικοινωνίες είναι η λύση για την επέκταση την αναμετάδοσης των μηνυμάτων. Αποτελούν τη σύνδεση μεταξύ δύο μερών, που χρησιμοποιούν σαν ενδιάμεσο αναμεταδότη δορυφόρο. Τα δορυφορικά συστήματα επικοινωνιών, παρέχουν ψηφιακή ή αναλογική αναμετάδοση φωνής, εικόνων και δεδομένων σε απομακρυσμένες γεωγραφικά περιοχές, όπου άλλες μορφές μετάδοσης δεν είναι αποδοτικές (καθώς δεν επηρεάζονται την μορφολογία του εδάφους). Η χωρητικότητα των δορυφορικών καναλιών είναι μεγάλη. Η εγκατάσταση των απαραίτητων επίγειων υποδομών μπορεί να γίνει σχετικά γρήγορα, το κόστος εγκατάστασης τους είναι μικρό ενώ η συντήρηση και η διαχείριση τους δεν απαιτούν την απασχόληση πολυπληθούς ομάδας εξειδικευμένων ανθρώπων. Ωστόσο το κόστος εκτόξευσης δορυφόρων και συντήρησής τους είναι υψηλό. Επιπλέον ο κύκλος ζωής τους είναι πεπερασμένος ενώ πιθανή απώλεια τους εκμηδενίζει την δυνατότητα επικοινωνίας. Από τα παραπάνω συνάγεται ότι εύρωστες οικονομικά χώρες έχουν την δυνατότητα να αναπτύξουν μία ολοκληρωμένη υποδομή δορυφορικών επικοινωνιών.

Σήμερα, η δορυφορική τεχνολογία μπορεί επίσης να βοηθήσει στην ανακούφιση από τη συμφόρηση και την υπερφόρτωση των δικτύων. Στο μέλλον, θα υποστηρίζει 5G και θα διασφαλίζει συνδεσιμότητα σε περιόδους ή περιοχές όπου τα επίγεια δίκτυα δεν είναι διαθέσιμα. Οι διάφοροι περιορισμοί που τίθενται στην ποιότητα των δορυφορικών επικοινωνιακών περιορισμών, αίρονται σε ικανοποιητικό βαθμό από νέες τεχνολογίες³⁹ (Kodheli, και συν. 2020).

³⁸ Σιμοπούλου Εύη, 2022, Ισραηλινοί «θόλοι» θα προστατεύουν την Ελλάδα από τουρκικά UAV και πυράλους, διαθέσιμο στο <https://www.newsbomb.gr/ellada/ethnika/story/1283054/israilinoi-tholoi-tha-prostateyoyn-tin-ellada-apo-toyrkika-dron-kai-pyrayloys>

³⁹ Kodheli Oltjon, Lagunas Eva, Maturo Nicola, Sharma Shree Krishna, Shankar Bhavani, Fabian Jesus, Montoya Mendoza, Carlos Juan, Duncan Merlano, Spano Danilo, Chatzinotas Symeon, Kisseleff Steven, Querol Jorge, Lei Lei, Vu Thang X., Goussetis George, 2020, Satellite Communications in the New Space Era: A Survey and Future Challenges, διαθέσιμο στο <https://arxiv.org/pdf/2002.08811.pdf>

Οι δορυφορικές επικοινωνίες χρησιμοποιούνται για σκοπούς επιτήρησης, εντοπισμού και πλοήγησης. Χρησιμοποιούνται επίσης για διοίκηση και έλεγχο των επιχειρήσεων. Η καταλληλότητα τους αξιολογείται υπό το πρίσμα της ανοχής των καθυστερήσεων που αναπόφευκτά υπεισέρχονται στην ανταλλαγή των μηνυμάτων.

Δίκτυα 5^{ης} Γενιάς

Η πέμπτη γενιά (5G) τεχνολογιών κινητής τηλεφωνίας θα αυξήσει την ταχύτητα μεταφοράς δεδομένων και θα βελτιώσει το εύρος ζώνης πάνω από τις υπάρχουσες τεχνολογίες τέταρτης γενιάς (4G). Αυτό θα αναπτύξει δυνατότητες για νέες εφαρμογές τόσο στον εμπορικό όσο και στον στρατιωτικό τομέα. Στις ένοπλες δυνάμεις αναμένεται να συμβάλει στη βελτίωση της επεξεργασίας δεδομένων, την επιτήρηση και τις αναγνωρίσεις, την υποστήριξη της διοίκησης και ελέγχου και την παροχή λύσεων για την βελτίωση των μεταφορών.

Τα αυτόνομα στρατιωτικά οχήματα, όπως και τα εμπορικά τους αντίστοιχα, θα μπορούσαν δυνητικά να παρακάμψουν τους ενσωματωμένους περιορισμούς επεξεργασίας δεδομένων αποθηκεύοντας μεγάλες βάσεις δεδομένων στο cloud. Αυτός ο τρόπος λειτουργίας τους θα απαιτούσε υψηλούς ρυθμούς δεδομένων και χαμηλή καθυστέρηση, στοιχεία που τα παρέχουν τα 5G δίκτυα. Οι εφαρμογές επιτήρησης και αναγνώρισης απαιτούν υψηλό εύρος ζώνης για την επεξεργασία, την εκμετάλλευση και τη διάδοση πληροφοριών από μεγάλο αριθμό αισθητήρων τοποθετημένων στο θέατρο των επιχειρήσεων. Ομοίως, η χρήση των 5G δικτύων θα μπορούσε να μειώσει τις καθυστερήσεις σε όλες τις εφαρμογές που είναι απαιτητικές σε ανταλλαγή δεδομένων όπως είναι παρακολούθηση της εφοδιαστικής αλυσίδας, ή ανάπτυξη περιβαλλόντων επαυξημένης ή εικονικής πραγματικότητας για την εκπαίδευση. Τα συστήματα διοίκησης και ελέγχου θα μπορούσαν να επωφεληθούν από τη δυνατότητα υψηλής ταχύτητας και χαμηλής καθυστέρησης των 5G δικτύων. Ο στρατός των ΗΠΑ χρησιμοποιεί δορυφορικές υποδομές και μέσα για τις περισσότερες επικοινωνίες μεγάλων αποστάσεων. Ωστόσο, οι δορυφόροι σε τροχιά μπορούν να αυξήσουν σημαντικά την καθυστέρηση λόγω της απόστασης που χρειάζεται ένα σήμα για να διανύσει, προκαλώντας καθυστερήσεις στην εκτέλεση στρατιωτικών

επιχειρήσεων. Η Κίνα ηγείται στις τεχνολογίες του υπο-6 φάσματος⁴⁰ και είναι πολύ πιθανό να καταφέρει να αναπτύξει το πρώτο δίκτυο ευρείας περιοχής 5G στον κόσμο. Η Κινεζική κυβέρνηση υποστηρίζει την ιδιωτική πρωτοβουλία κάτι που συμβάλει στο να έχει αναλάβει πρωτοβουλίες για να κατασκευάσουν σχετικές υποδομές σε όλον τον κόσμο και να διαθέτουν εξοπλισμό. Η περιορισμένη αξιοπιστία των Κινεζικών προϊόντων αποτελεί ανασταλτικό παράγοντα για την χρήση τους σε εφαρμογές στρατιωτικού ενδιαφέροντος. Μία άλλη εκδοχή θέλει την ενδεχόμενη τρωτότητα των εφαρμογών των δικτύων 5G για στρατιωτικούς σκοπούς, να υπεισέρχονται σκόπιμα από μία ανερχόμενη υπερδύναμη που διεκδικεί την θέση στην κορυφή του διεθνούς συστήματος⁴¹ (Congressional Research Service 2021).

Ενίσχυση των δικτύων αισθητήρων με χρήση της πανίδας

Μία προσέγγιση για την ασφαλή επέκταση της έκτασης και των δυνατοτήτων των δικτύων αισθητήρων, που χρησιμοποιούνται για αμυντικούς σκοπούς, είναι η χρήση άλλων ζώντων οργανισμών, στην ξηρά, τον αέρα ή τη θάλασσα, φερόντων καταλλήλων αισθητήρων. Η σκοπιμότητα της παρουσίας ζώων, πουλιών ή ψαριών στο περιβάλλον του θεάτρου επιχειρήσεων είναι δύσκολο να προσδιοριστεί από τον εχθρό. Η ιδέα αυτή βασίζεται στην ανάπτυξη δικτύων με ζωντανούς κόμβους και συνδέσμους, που θα συνεργάζονται με άλλα τεχνητά μέσα. Η συνήθης τακτική χρήσης των ζώντων κόμβων είναι η ανάπτυξη πρόσκαιρων εκρήξεων επικοινωνίας, χωρίς ωστόσο να

⁴⁰ Οι τεχνολογίες 5G σχεδιάζουν να χρησιμοποιήσουν τρία τμήματα του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος ("το φάσμα"): υψηλή ζώνη (ονομάζεται επίσης κύμα χιλιοστών ή MMW), που λειτουργεί μεταξύ 24 και 300 GHz περίπου., μεσαία ζώνη, η οποία λειτουργεί μεταξύ 1 GHz και 6 GHz, χαμηλή ζώνη, που λειτουργεί κάτω από 1 GHz. Η μεσαία ζώνη και η χαμηλή ζώνη συχνά αναφέρονται συλλογικά ως υπο-6. Τα κύματα χιλιοστών επιτρέπουν ταχύτερους ρυθμούς μεταφοράς δεδομένων, και είναι κατάλληλα για την υποστήριξη των αυτόνομων οχημάτων, εφαρμογές εικονικής πραγματικότητας και άλλες εφαρμογές απαιτητικές σε ανταλλαγή δεδομένων. Ωστόσο, τα κύματα αυτών των συχνοτήτων διανύουν σχετικά μικρές αποστάσεις και είναι ευάλωτα στην απορρόφηση τους από τη βροχή ή εμπόδια. Αυτό έχει σαν συνέπεια οι εταιρείες κινητής τηλεφωνίας να επικεντρώνονται στο υπο-6 φάσμα.

⁴¹ Congressional Research Service, 2021, National Security Implications of Fifth Generation (5G), διαθέσιμο στο <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/IF/IF11251>, Ο εθνικός νόμος περί πληροφοριών της Κίνας, που θεσπίστηκε τον Ιούνιο του 2017, δηλώνει ότι «κάθε οργανισμός και πολίτης, σύμφωνα με το νόμο, υποστηρίζουν, παρέχουν βοήθεια και συνεργάζονται στο έργο των εθνικών πληροφοριών και φυλάσσουν το απόρρητο οποιουδήποτε εθνικού έργου πληροφοριών που γνωρίζουν». Ορισμένοι αναλυτές ερμηνεύουν αυτόν τον νόμο ότι απαιτεί από τις κινεζικές εταιρείες να συνεργάζονται με τις υπηρεσίες πληροφοριών, συμπεριλαμβανομένης της αναγκαστικής εγκατάστασης backdoors για την παροχή ιδιωτικών δεδομένων στην κυβέρνηση.

αποκλείονται και οι πιο μόνιμες χρήσεις. Τα εκπαιδευμένα πτηνά και σκύλοι, που διαθέτουν μικρές συσκευές, προσφέρουν πλεονεκτήματα σε σχέση με τα μη επανδρωμένα οχήματα, επειδή είναι λιγότερο αισθητά και δεν μπορούν να προσβληθούν από συστήματα ηλεκτρονικών αντιμέτρων⁴² (Garland 2020).

Το πολεμικό ναυτικό της Ρωσίας εκπαιδεύει μπελούγκα⁴³ στο παρελθόν για τη διεξαγωγή στρατιωτικών επιχειρήσεων όπως η φύλαξη ναυτικών βάσεων, η βοήθεια δυτών, η εύρεση χαμένου εξοπλισμού. Μία τυχαία ανακάλυψη στις βόρειες ακτές της Νορβηγίας, αποτελεί σαφή ένδειξη ότι μεγάλα κατάλληλα εξοπλισμένα κήτη χρησιμοποιούνται από τις ρωσικές ένοπλες δυνάμεις για την μετάδοση υποβρυχίων εικόνων. Το 2017, το Ερευνητικό Ινστιτούτο Θαλάσσιας Βιολογίας του Μουρμάνσκ εκπαιδεύσε φάλαινες, δελφίνια και φώκιες μπελούγκα για στρατιωτικούς σκοπούς. Στις ΗΠΑ τρέχει ένα πρόγραμμα εκπαίδευσης δελφινιών του Ειρηνικού, τα οποία διαθέτουν φυσικό ραντάρ, που είναι καλύτερο από οποιαδήποτε τεχνητή συσκευή, καθώς και θαλάσσια λιοντάρια της Καλιφόρνια, γνωστά για την απίστευτη υποβρύχια όρασή τους. Καμία ανθρώπινη τεχνολογία δεν θα μπορούσε να ανταγωνιστεί τις ικανότητες των δελφινιών. Τα θηλαστικά μπορούν να αναπτυχθούν μέσω αεροσκάφους φορτίου C-130 σε οπουδήποτε στον κόσμο μέσα σε 72 ώρες και έχουν επιδείξει ευελιξία σε ένα ευρύ φάσμα περιβαλλόντων και θερμοκρασιών, από την Αλάσκα έως τη Χαβάη. Μετά την πολεμική τους υπηρεσία, μερικά φρουρούσαν πυρηνικά υποβρύχια στα λιμάνια τους στο Μπρέμερτον της Ουάσιγκτον και στο Γκρότον του Κονέκτικατ⁴⁴ (Guy και Dixon, Russian spy' whale shines spotlight on military-grade animals 2019).

⁴² Garland Chad, 2020, Web-enabled birds and dogs could extend battlefield networks, military researchers say, διαθέσιμο στο <https://www.stripes.com/theaters/europe/web-enabled-birds-and-dogs-could-extend-battlefield-networks-military-researchers-say-1.627801>

⁴³ Είδος φάλαινας

⁴⁴ Guy Jack, Dixon Emily, 2019, Russian spy' whale shines spotlight on military-grade animals, διαθέσιμο στο <https://edition.cnn.com/2019/05/04/europe/marine-mammals-military-training-scli-intl/index.html>

Κεφάλαιο 3: Κουλτούρα καινοτομίας (Innovation Culture)

Έννοιες - Ορισμοί

Οργανισμοί, όπως είναι οι ένοπλες δυνάμεις, είναι υποχρεωμένοι να λαμβάνουν διδάγματα από την διάδραση με το περιβάλλον τους, προκειμένου να εξελίσσονται. Χρειάζεται μέσα από τις εναλλασσόμενες καταστάσεις, τις οποίες αντιμετωπίζουν και τις εξελίξεις, να αποκτούν γνώση και να προσαρμόζονται, αναβαθμίζοντας τις αποκρίσεις τους στα ερεθίσματα που δέχονται. Αυτό τους καθιστά ικανούς να αποκτούν και να μεταφέρουν τη γνώση, τροποποιώντας παράλληλα της συμπεριφορά τους, ώστε να αντικατοπτρίζει αυτή τη νέα γνώση και ιδέες. Η προσαρμογή αυτή δεν είναι ξένη προς τα πρότυπα που καθορίζει τόσο η ιστορία του οργανισμού, όσο και οι στόχοι του. Τα χαρακτηριστικά που είναι απαραίτητα σε ένα οργανισμό ώστε να είναι δεκτικός στην νέα γνώση και να βελτιώνεται από την απόκτηση της είναι:

- Ικανότητα εντοπισμού πληροφοριών που σχετίζονται με τη μάθηση και τη δημιουργία νέας γνώσης
- Ανάπτυξη μηχανισμών για την ανταλλαγή και τη διάχυση αυτής της γνώσης από ατομικό σε συλλογικό επίπεδο
- Πρόβλεψη διαδικασιών προσαρμογής και ενσωμάτωσης της νέας γνώσης στις λειτουργίες του οργανισμού, στην συμπεριφορά του και στον τρόπο που δρα η ηγετική του ομάδα 45 (Shultz 2016).

Οι επιτυχημένοι οργανισμοί είναι σε θέση να προσδιορίσουν τα αίτια της αναποτελεσματικότητάς τους, αναπτύσσοντας τα μέσα, για την εξασφάλιση πληροφοριών και γνώσεων σχετικά με αυτές τις ελλείψεις. Για έναν στρατιωτικό οργανισμό αυτό είναι μια βασική ικανότητα που πρέπει να έχει καθώς η επίγνωση της αδυναμίας (δηλαδή δυνητικά στοιχείου που θα εκμεταλλευθεί ο εχθρός), είναι το πρώτο βήμα για την αποκατάσταση της. Συχνά η αποκατάσταση αυτή επιτυγχάνεται με καινοτόμες λύσεις. Καινοτομία ορίζεται ως η διαδικασία εφαρμογής οποιασδήποτε νέας ιδέας επίλυσης προβλημάτων. Στον όρο αυτό περιλαμβάνονται ιδέες για αναδιοργάνωση, βελτίωση της επικοινωνίας και μείωση του κόστους. Επίσης μπορεί να περιγραφεί και ως η δημιουργία, αποδοχή και εφαρμογή νέων ιδεών, διαδικασιών,

⁴⁵ Shultz, R. (2016). Military Innovation in War: It Takes a Learning Organization, σελ. 10

προϊόντων ή υπηρεσιών. Κοινός παρονομαστής των θεωρήσεων για την καινοτομία, αποτελεί η εφαρμογή και η εκτέλεση των ιδεών (Vesnesky 2020).

Στο σημερινό πολύπλοκο, ταχέως μεταβαλλόμενο περιβάλλον, που χαρακτηρίζεται από ποικιλία αλληλεξαρτήσεων, οι ηγέτες πλέον είναι υποχρεωμένοι να αποκεντρώσουν την εξουσία, προκειμένου να καλλιεργήσουν την πρωτοβουλία των υφισταμένων στο λειτουργικό επίπεδο. Με τον τρόπο αυτό καλλιεργούν τη αντίληψη για συλλογική μάθηση, προσαρμοστικότητα και αλλαγή. Η καθολική συμμετοχή σε διαδικασίες αναβάθμισης, πολλαπλασιάζει τις πιθανότητες εντοπισμού των αδυναμιών, αυξάνει τη διαθεσιμότητα εναλλακτικών λύσεων για την επιλογή της βέλτιστης.

Κρίσιμος παράγοντας για την ανάπτυξη τέτοιου είδους δυναμικών λειτουργιών εντός των οργανισμών, είναι η απόκτηση κουλτούρας καινοτομίας. Επιχειρώντας τον προσδιορισμό αυτού του σύνθετου όρου, είναι χρήσιμο να διασαφηνιστούν οι επί μέρους. Η έννοια του οργανισμού καθιερώνει την υποχρεωτική ύπαρξη ενός αντικειμενικού, διοικητικού στόχου και τη λογική διάταξη των διαδικασιών, των πόρων και των ανθρώπων προς την ίδια κατεύθυνση. Η έννοια της κουλτούρας προσδίδει στον οργανισμό κοινωνικοπολιτικούς σκοπούς, αναβαθμίζοντας τον από τη στείρα τεχνική διάσταση του. Προερχόμενη από την πολιτιστική ανθρωπολογία, καθιερώνει συμπεριφορικές θεωρίες στις λειτουργίες των οργανισμών που συνήθως εκδηλώνονται με προώθηση των σκοπών τους, διαχείριση προς αύξηση της απόδοσης τους και απόκτηση συγκριτικού πλεονεκτήματος. Οι θεωρίες αυτές αναφέρονται σε βαθύτερες έννοιες που σχετίζονται με τις επικρατούσες αξίες και πεποιθήσεις που επικρατούν στους οργανισμούς αλλά και σε πρωτόκολλα συμπεριφοράς των μελών τους (Corbett και Rastrick 2000). Συνθέτοντας τις έννοιες αυτές, προκύπτει ότι η οργανωσιακή κουλτούρα είναι ένα σύνθετο σύνολο κοινών αξιών, πεποιθήσεων, υποθέσεων και συμβόλων που διαφοροποιούν κάθε οργανισμό από τους άλλους και οδηγούν την εξέλιξη τους στο ανταγωνιστικό περιβάλλον.

Η καινοτομία σχετίζεται με την εξέλιξη του οργανισμού. Πρόκειται για τη δημιουργική καταστροφή των τρεχουσών συνθηκών του τομέα που δραστηριοποιείται ο οργανισμός και την ανάπτυξη νέων, στις οποίες είναι ήδη προσαρμοσμένος και έτοιμος να ηγηθεί των υπολοίπων. Σε πιο περιορισμένη έκταση μπορεί να

χαρακτηριστεί ως η ενσωμάτωση νέων μεθόδων ή οργανωτικών δομών στην λειτουργία των οργανισμών (είτε αυτές σχετίζονται με αλληλεπιδράσεις με το περιβάλλον είτε όχι) (Morente, Ferràs και Žižlavský 2018). Όταν το περιβάλλον που δραστηριοποιείται ένας οργανισμός είναι ευμετάβλητό, τότε η καινοτομία είναι ζωτικής σημασίας για την ίδια την επιβίωση του (Hogan and Coote 2014).

Η κουλτούρα καινοτομίας σε ένα οργανισμό ορίζεται ως η ανάγκη να εμφανιστεί ο μέγιστος αριθμός καινοτόμων ιδεών μέσα σε μια συγκεκριμένη περίοδο. Προσδιορίζει ένα τρόπο σκέψης και συμπεριφοράς που δημιουργεί, αναπτύσσει και καθιερώνει αξίες και στάσεις που μπορούν να εγείρουν, καθιερώσουν και υποστηρίξουν ιδέες και αλλαγές που συνεπάγονται βελτίωση της λειτουργίας και της αποτελεσματικότητας. Δεν είναι αφύσικο οι ιδέες αυτές να οδηγούν σε σύγκρουση με τη συμβατική και παραδοσιακή συμπεριφορά. Η εποικοδομητική διαλογική διαδικασία σύγκλιση των δύο τάσεων είναι το κλειδί για την επιτυχή μετάβαση στην νέα κατάσταση, καθώς δημιουργεί τις προϋποθέσεις για να εξασφαλιστούν οι ελάχιστες απαιτήσεις της, που είναι:

- Η διοίκηση να είναι πρόθυμη να αναλάβει το αντίστοιχο ρίσκο
- Καθολική συμμετοχή
- Περιβάλλον που να ευνοεί τη δημιουργικότητα
- Ύπαρξη κοινής ευθύνης (Claver, και συν. 2000).

Η Κουλτούρα Καινοτομίας στις Ένοπλες Δυνάμεις

Η καινοτομία στους στρατιωτικούς οργανισμούς είναι ένας συνδυασμός ικανοποίησης γραφειοκρατικών απαιτήσεων και αναγκαιότητας προσαρμογής, με στόχο τη διατήρηση ισορροπίας δυνάμεων με τον αντίπαλο. Υπό μία άλλη θεώρηση είναι συνεισφορά των στρατιωτικών και των πολιτικών ηγεσιών στον προσδιορισμό του τύπου των ενόπλων δυνάμεων, που θα μπορούσε να εξυπηρετήσει καλύτερα τα συμφέροντα του κράτους. Η τεχνολογία, η γεωστρατηγική κατάσταση μιας χώρας, οι δυνατότητες του αναμενόμενου αντιπάλου και οι δυνατότητες του ίδιου του έθνους, τίθενται υπ' όψη και με βάση αυτά παράγεται ένα στρατιωτικό δόγμα. Αυτό θα πρέπει να είναι εφικτό και επιθυμητό και να περιγράφει στην ουσία τον τρόπο, με τον οποίο πρέπει να πολεμά. Οι στρατιωτικοί ηγέτες στρέφονται στην προβλεψιμότητα, τη

σταθερότητα και τη βεβαιότητα για να παράγουν επιθετικά αλλά στάσιμα στρατιωτικά δόγματα, που διατρέχουν τον κίνδυνο να ευθυγραμμιστούν ελάχιστα με τους στρατηγικούς στόχους. Η στροφή των στρατιωτικών στην καινοτομία πραγματοποιείται όταν αντιμετωπίζουν ήττα ή αποτυχία ή η επιθυμία για οργανωτική επέκταση (με απώτερο στόχο την αύξηση της επιρροής σε ένα αβέβαιο περιβάλλον ή την απόκτηση πρόσθετων πόρων). Προκειμένου να υπάρξει καινοτομία, χρειάζεται η παρέμβαση της πολιτικής ηγεσίας, για να διατηρήσει το στρατιωτικό δόγμα ενσωματωμένο στην υψηλή στρατηγική, ως μέρος ενός συνολικού προτύπου εξισορροπητικής συμπεριφοράς στη διεθνή σκηνή.

Στον στρατιωτικό τομέα, η καινοτομία οδηγείται από τον ανταγωνισμό μεταξύ των ενόπλων δυνάμεων, που εξελίσσεται γύρω από τον καταμερισμό των σπάνιων πόρων. Οι νέες ή τροποποιημένες απαιτήσεις των υπηρεσιών είναι αυτές που πυροδοτούν την αναζήτηση για καινοτομία. Στις ιστορικές περιόδους των βιομηχανικών επαναστάσεων, αναπόφευκτα, η στρατιωτική καινοτομία συνδέθηκε με την τεχνολογική καινοτομία (Shultz 2016).

Η καινοτομία ως επίκληση του αστάθμητου παράγοντα

Η καινοτομία αποδείχθηκε σε πολλές περιπτώσεις ιστορικά, ως ο βασικός παράγοντας που επηρέασε την έκβαση πολέμων. Διαχρονικά, εμφανιζόταν νέες μεθοδολογίες, τεχνικές, εξοπλισμοί και μέσα, τα οποία αφινιδίαζαν τον αντίπαλο και παρείχαν σε αυτούς που τα χρησιμοποίησαν πρώτοι συγκριτικό πλεονέκτημα. Σε πολλές δε περιπτώσεις, η εφαρμογή καινοτόμων ιδεών, έκρινε την έκβαση πολέμων εναντίον υπέρτερων αντιπάλων. Παραδείγματα τέτοιου είδους καινοτομιών υπήρξαν η χρήση της άκαπνης πυρίτιδας από τους Μπόερ, στο Σπίουν Κοπ⁴⁶ (Durschmied 2006), η χρήση των οπισθογεμών τυφεκίων έναντι των πιο αργών στην γέμιση εμπροσθογεμών καθώς και η χρήση των πυροβόλων τα οποία μπορούσαν να μετακινηθούν σε ορεινούς όγκους⁴⁷. Η επίδραση των καινοτομιών σε ορισμένες περιπτώσεις αλλάξαν σε τέτοιο

⁴⁶ Erik Durschmied, 2006, Ο Αστάθμητος παράγων στην ιστορία, σελ. 211-242

⁴⁷ Παράδειγμα τέτοιου είναι τα πυροβόλα Σβαιντερ. Ήταν ορεινό ταχυβόλο, γαλλικής κατασκευής και ελληνικής σχεδίασης, με ραβδωτή κάνη 75χιλ, υδραυλικό σύστημα οπισθοδρόμησης, κλείστρο έμφραξης, και σύστημα κάνης που εμπνεύστηκε ο Ταγματάρχης Πυροβολικού Παναγιώτης

βαθμό τις ισορροπίες του πολέμου, που ταυτίστηκε με τον αστάθμητο παράγοντα. Υπό την έννοια αυτή, η στροφή των κρατών με περιορισμένη πολεμική βιομηχανία, προσωπικό ή πόρους για διάθεση σε εξοπλισμούς, δύναται μέσω της καινοτομίας να ενισχύει την πιθανότητα εύνοιας από τον αστάθμητο παράγοντα.

Πλεονεκτήματα - Προϋποθέσεις

Ο τρόπος διαχείρισης των πόρων των οργανισμών, μπορεί να αναπτύξει την ικανότητα των στελεχών του να μαθαίνουν και να καινοτομούν για να ξεπερνούν τις αστοχίες που μπορεί να έχουν επιπτώσεις στη λειτουργική τους απόδοση. Τα χαρακτηριστικά τα οποία ενισχύουν τις σχετικές προσπάθειες περιλαμβάνουν:

- Την ικανότητα των οργανισμών να ανταποκρίνονται με επιτυχία σε απρόβλεπτες προκλήσεις χωρίς να υφίστανται αρνητικές επιπτώσεις στη λειτουργία τους.
- Η ικανότητα επίλυσης των προβλημάτων που μπορεί να προκύπτουν.
- Η αμφισβήτηση και επανεξέταση των καθιερωμένων οργανωτικών πρακτικών.
- Η συλλογή γνώσης που είναι απαραίτητη για την διατήρηση ή αναβάθμιση των λειτουργικών ικανοτήτων των οργανισμών. Αυτή είναι αποτέλεσμα συστηματικής μάθησης.
- Η διατήρηση κλίματος που ευνοεί τη μάθηση, από το διοικητικό προσωπικό
- Οι καινοτομίες που ενσωματώνονται στις λειτουργίες των οργανισμών, να διατηρούνται αλλά η εφαρμογή τους να μην είναι άκαμπτη⁴⁸ (Shultz 2016).

Δαγκλής. Χρησιμοποιούσε ολομερείς φύσιγγες. Χαρακτηριστικό τους είναι η μικρή ελαστικότητα των πυρών και η πρόκληση μεγαλύτερης φθοράς στην κάνη. Μεταφερόταν με κτήνη και ήταν συναρμολογούμενα. Η περιορισμένη δυνατότητα ανύψωσης και η χρήση ολομερών φυσιγγίων, περιόριζε την κάλυψη που μπορούσε να παρέχει. Οι χειριστές του μπορούσαν να το αρμολογήσουν σε μικρό σχετικά χρόνο (mikrasiatikhekstrateia.gr, 2013; ΓΕΣ, 2021).

⁴⁸ Shultz, 2016, σελ.12-16

Οι αδυναμίες που αποτελούν παράγοντες ανάσχεσης της επικράτησης της κουλτούρας της τεχνολογίας συνοψίζονται στις παρακάτω:

- Οι οργανισμοί διστάζουν να πειραματίζονται υπό τον φόβο της αποτυχίας: Το ενδεχόμενο της αποτυχημένης εφαρμογής του μετασχηματισμού, οδηγεί πολλές φορές τους οργανισμούς είτε να αποφύγουν τον μετασχηματισμό είτε να τον καθυστερήσουν (προκειμένου να μελετήσουν την αντίστοιχη εφαρμογή σε άλλους οργανισμούς). Αυτό οδηγεί σε υστέρηση έναντι του ανταγωνισμού.
- Δεν έχει ακόμα αναγνωριστεί ο θετικός αντίκτυπος της προηγμένης ψηφιοποίησης:
- Υπάρχει έλλειμμα φαντασίας και στρατηγικής και ικανότητα που ακόμα δεν είχε εντοπιστεί
- Παρουσιάζεται έλλειμμα ευελιξίας και ανεπαρκής ενθάρρυνση για την καινοτομία
- Εντοπίζεται έλλειψη κατάλληλων ικανοτήτων και ανεπαρκής κουλτούρα καινοτομίας (Vey, και συν. 2017).

Η εφαρμογή της καινοτομίας στις σύγχρονες ένοπλες δυνάμεις, συνδέεται άμεσα με τις τεχνολογίες της πληροφορικής και των τηλεπικοινωνιών. Αν και στις περιπτώσεις, η εξέλιξη στους τομείς αυτούς διαμοιράζεται σε παγκόσμια κλίμακα, παρουσιάζονται έντονες διαφοροποιήσεις στα πρότυπα ενσωμάτωσης της στρατιωτικής καινοτομίας. Αυτό κυρίως οφείλεται στη διαφορετική φιλοσοφία με την οποία αντιμετωπίζει την οργανωτική καινοτομία η ηγεσία κάθε έθνους. Η επιδίωξη και η ικανότητα της εξέτασης εναλλακτικών επιλογών για την ικανοποίηση νέων απαιτήσεων ποικίλει. Η εφαρμογή της καινοτομίας ευνοείται σε ηγετικά σχήματα στα οποία η αβεβαιότητα και η έλλειψη σαφούς καθοδήγησης από πάνω προς τα κάτω παρέχει μεγαλύτερο περιθώριο για ανεξάρτητη πρωτοβουλία. Κάτω από αυτό το πλαίσιο, η καινοτομία αναδεικνύεται μέσα από την αλληλεπίδραση και το διάλογο που στηρίζεται σε καθιερωμένα πρότυπα συμπεριφοράς. Με την πάροδο του χρόνου, οι εντάσεις μεταξύ αυτών των ανταγωνιστικών ερμηνειών του σκοπού μιας νέας τεχνολογίας αμβλύνονται με τρόπο που να ευθυγραμμίζεται με την ευρύτερη αποστολή και την κυρίαρχη κουλτούρα. Η διαδικασία προς την καθιέρωση καινοτομιών στις ένοπλες δυνάμεις, επηρεάζεται από τις εμπειρίες και τις αντιλήψεις των ανθρώπων που

θα κληθούν να μελετήσουν και τη σκοπιμότητα και τη μεθοδολογία της μετάβασης. Η εξειδίκευση του προσωπικού των στρατιωτικών οργανισμών, διαμορφώνει διαφορετικές – πολλές φορές αποκλίνουσες - υποκουλτούρες και επομένως διαφορετικές θεωρήσεις των προκλήσεων και των πιθανώς εναλλακτικών λύσεων. Το ζήτημα αυτό αποκτά μεγαλύτερη πολυπλοκότητα από το γεγονός ότι η καινοτομία που βασίζεται στην τεχνολογική πρόοδο, επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από φορείς εκτός ενόπλων δυνάμεων.

Ένα ζήτημα το οποίο προκύπτει αμέσως μετά την αποδοχή της ανάγκης για στροφή στην καινοτομία, είναι η εκτίμηση του απαιτητού χρόνου για τη μετάβαση. Στις περισσότερες περιπτώσεις η μετάβαση είναι μία χρονοβόρα διαδικασία. Το μεγαλύτερο ποσοστό αυτού του χρόνου αναλώνεται στην εξοικείωση του προσωπικού στην λειτουργία υπό τα νέα δεδομένα που διαμορφώνονται. Ο χρόνος αυτός είναι ανάλογος του βάθους της μεταρρύθμισης αλλά και τους εύρους στο οποίο αυτή υλοποιείται. Μέσα από εκπαιδευτικές διαδικασίες το προσωπικό καλείται να υιοθετήσει νέες πρακτικές και νέους τρόπους σκέψης. Επομένως, όταν ο χρόνος αυτός είναι διαθέσιμος (κυρίως σε ειρηνικές περιόδους), οι ηγεσίες χρειάζεται να καταστρώνουν μέσο – μακροπρόθεσμες διαδικασίες ενσωμάτωσης τους και να παρουσιάζουν υπομονή και καρτερικότητα για την εμφάνιση των αποτελεσμάτων. Όταν ο χρόνος είναι περιορισμένος, τότε θα πρέπει να εξετάζεται η περιορισμένη εφαρμογή των καινοτόμων ιδεών ώστε να μην επηρεάζουν αρνητικά τα επίπεδα αποτελεσματικότητας (Carpenter 2006).

Προσεγγίσεις για την Καινοτομία

Η μελέτη και η εφαρμογή της καινοτομίας στη λειτουργία των κάθε είδους οργανισμών, μπορεί να ενταχθεί σε δύο διαφορετικές σχολές σκέψης:

- Την πάνω προς τα κάτω, που εστιάζει στη σημασία του δόγματος, των πολιτικοστρατιωτικών σχέσεων και των πολιτικών που εφαρμόζονται μεταξύ και εντός των υπηρεσιών, ως κινητήριες δυνάμεις της καινοτομίας.

- Την από κάτω προς τα πάνω προσέγγιση που τροφοδοτεί την προσπάθεια της καινοτομίας από απαιτήσεις που παρουσιάζονται σε τακτικό επίπεδο.

Οι δύο τάσεις αυτές δρουν παράλληλα και προσδιορίζουν την διαδικασία της εφαρμογής της καινοτομίας ως μία διαδικασία που εξελίσσεται τόσο εσωτερικά στην ιεραρχία των ενόπλων δυνάμεων, όσο και με την άσκηση εξωτερικών πιέσεων, κυρίως από πολιτικούς παράγοντες.

Καινοτομία από πάνω προς τα κάτω. Η προσέγγιση της καινοτομίας από πάνω προς τα κάτω προκύπτει είτε ως απάντηση απαιτήσεων που θέτει το εξωτερικό περιβάλλον, είτε ως συνέπεια αλλαγής στις περί απειλών αντιλήψεις. Εστιάζει αλληλεπίδραση πολιτικών και στρατιωτικών παραγόντων. Αυτή η μορφή καινοτομίας παρουσιάζεται κυρίως κατά τον στρατηγικό σχεδιασμό που διεξάγεται σε ειρηνικές περιόδους. Η βασικότερη δυσκολία που παρουσιάζεται για την επίτευξη των καινοτόμων αλλαγών είναι η αντίσταση των ίδιων των ηγετών σε αυτές, όταν αδυνατούν να αντιληφθούν τα πλεονεκτήματα που μπορούν αυτές να προσφέρουν. Η αδυναμία αυτή έχει να κάνει με την επιχειρησιακή εμπειρία τους που επηρεάζει την όψη που έχουν για τη λειτουργία των οργανισμών και την επικείμενη επίδραση των αλλαγών σε αυτούς. Το πρόβλημα γίνεται εντονότερο όταν η προσωπικότητα του ηγέτη είναι άκαμπτη στα επιχειρήματα για την αλλαγή. Στις περιπτώσεις των ενόπλων δυνάμεων και καθώς – στις περισσότερες περιπτώσεις – η πολιτική ηγεσία του κράτους λαμβάνει την απόφαση για μεγάλες αλλαγές, το κλειδί είναι η πρόθεση των κυβερνήσεων. Επομένως, η οποία απόφαση, αρνητική ή θετική έναντι της καινοτομίας, χρειάζεται να αποκτήσει ερείσματα στην πολιτική ηγεσία. Η όλη διαδικασία της από πάνω προς τα κάτω καινοτομίας, αποτελεί μία αντιπαράθεση επιχειρημάτων που έχει εκ των προτέρων την πολιτική ηγεσία σε θέση ισχύος. Η επιτυχία της ενσωμάτωσης της καινοτομίας, εφ' όσον αποφασιστεί, είναι συνάρτηση του βαθμού κατά τον οποίο η πολιτική ηγεσία καταφέρνει να πείσει την στρατιωτική για την σκοπιμότητα των αλλαγών. Υπό το πρίσμα αυτό, φαίνεται ό η εξωτερική πολιτική πίεση και η φύση των πολιτικοστρατιωτικών σχέσεων μπορούν να οδηγήσουν στην καινοτομία (Bury and Catignani 2019).

Καινοτομία από κάτω προς τα πάνω. Η προσέγγιση της από κάτω προς τα πάνω καινοτομίας εξετάζει την αλλαγή που προκύπτει ως συνέπεια από απαιτήσεις που εντοπίζονται από εσωτερικούς παράγοντες. Η ανάγκη για αλλαγή υποδεικνύεται από δρώντες εντός των ενόπλων δυνάμεων στην ηγεσία τους. Συνήθως η ανάγκη προκύπτει από υστέρηση σε τακτικό επίπεδο ή από την παρουσίαση ευκαιριών για αναβάθμιση της αποδοτικότητας των λειτουργιών. Η οργανωτική κουλτούρα που επικρατεί στις ένοπλες δυνάμεις επηρεάζει τη μορφή και την πιθανότητα μετασχηματισμού. Το κατά πόσο η ανταλλαγή επιχειρηματολογίας είναι ικανή να αντισταθμίσει εγγενείς τάσεις και παραδοχές της στρατιωτικής ηγεσίας, είναι το κλειδί για αυτή τη διαλογική διαδικασία. Η καινοτομία είναι προϊόν ιδεολογικών συγκρούσεων εντός του στρατεύματος μεταξύ των αναδύομενων μεταρρυθμιστών και των θεματοφυλάκων των μακροχρόνιων διαδικασιών. Είναι εποικοδομητική όταν η παρόρμηση από το όραμα περιορίζεται από τον ρεαλισμό και ταυτόχρονα όταν η συνειδητοποίηση της υστέρησης είναι ικανή να κινητοποιήσει την δεκτικότητα των αλλαγών στο υψηλό ηγετικό επίπεδο.

Αντιμετωπίζοντας τον Rosen, ο Zisk υποστηρίζει ότι η καινοτομία προκύπτει από μια πιο σύνθετη διαδικασία οικοδόμησης συμμαχιών μεταξύ ομάδων συμφερόντων εντός των οργανισμών και εντός της ευρύτερης κοινότητας της αμυντικής πολιτικής. Υποστηρίζει ότι, ενόψει της αντίστασης, «τέτοιες ομάδες... επεκτείνουν τα δίκτυά τους στο πολιτικό περιβάλλον για να δημιουργήσουν συνασπισμούς για την υποστήριξη των συμφερόντων τους». 19 Αυτό το άρθρο διερευνά λεπτομερώς και εμπειρικά πώς συνέβησαν τέτοιες διαδικασίες οικοδόμησης συμμαχιών σε σχέση με τις προσπάθειες μετασχηματισμού της Εφεδρείας του Βρετανικού Στρατού. Συγκεκριμένα, διερευνούμε πώς ανώτεροι αξιωματικοί της ΤΑ, ως η μη κυρίαρχη («κακή») ομάδα συμφερόντων του στρατού όσον αφορά την εσωτερική πολιτική επιρροή, τους πόρους και τους αριθμούς, συνενώθηκαν με βασικές πολιτικές προσωπικότητες για να ξεκινήσουν ένα πρόγραμμα καινοτομίας που προσπάθησε να τοποθετήσει το άλλοτε περιφερειακό Η ΤΑ στον πυρήνα της δομής των δυνάμεων του στρατού (Bury και Catignani 2019).

Ανάπτυξη Κουλτούρας Καινοτομίας

Η κουλτούρα της καινοτομίας ευδοκιμεί σε οργανισμούς οι οποίοι έχουν αναπτύξει μεταξύ των δρώντων τους ένα κλίμα που χαρακτηρίζεται από:

- Τον υψηλό βαθμό συνεργασίας μεταξύ των μελών του. Όσο εντονότερη είναι η συνεργασία μεταξύ των δρώντων σε ένα τμήμα του οργανισμού και μεταξύ των τμημάτων, τόσο διευκολύνεται η μετάδοση πληροφοριών και γνώσης και γίνεται πληρέστερο το παραγόμενο προϊόν.
- Την ανταμοιβή της συνεισφοράς των δρώντων στην επιτυχία του οργανισμού. Η ανταποδοτικότητα ενισχύει το αίσθημα της δίκαιης αντιμετώπισης που είναι προϋπόθεση για την ενσυνείδητη ταύτιση του ατόμου με τους στόχους του οργανισμού.
- Τον βαθμό κατά τον οποίο η διοίκηση του οργανισμού ενθαρρύνει την πρωτοβουλία των δρώντων αλλά και καταμερίζει τις ευθύνες τους στη λειτουργία του. Ο δρώντας απελευθερώνεται να χρησιμοποιήσει την δημιουργική του σκέψη επ' ωφελείας του οργανισμού.
- Τη διαφάνεια στις σχέσεις μεταξύ του οργανισμού και των δρώντων του αλλά και μεταξύ των δρώντων μεταξύ τους, που είναι ένα ακόμα στοιχείο που ενισχύει το αίσθημα της δίκαιης αντιμετώπισης του ατόμου από τον οργανισμό.
- Την ανάπτυξη πολυκαναλικής και με ποικιλία θεματολογίας ενδοεπικοινωνίας. Η διευκόλυνση και ενθάρρυνση της επικοινωνίας μεταξύ των δρώντων των οργανισμών δρουν καταλυτικά στη διάχυση των πληροφοριών και της γνώσης εντός του οργανισμού.
- Την υψηλή διαθεσιμότητα των μελών του σε ικανότητες, γνώσεις και δεξιότητες, που αντανακλούν στο βαθμό που ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις του οργανισμού.
- Τον υψηλό επαγγελματισμό και ευσυνειδησία των δρώντων του οργανισμού.

- Την ορθή εκτίμηση των κινδύνων που διατρέχει και αξιολόγηση των ρίσκων που χρειάζεται να αναλάβει το οργανισμός και οι εργαζόμενοι ατομικά. Μέσα από ρεαλιστικές εκτιμήσεις, καθορίζεται ο βαθμός κατά το οποίο η διοίκηση του οργανισμού επιτρέπει τον πειραματισμό.
- Τον σαφή καθορισμό των πρωτοκόλλων των διαδικασιών λήψης απόφασης. Με τον τρόπο αυτό ελέγχονται οι καινοτόμες δράσεις που προκύπτουν από τα απελευθερωμένα στελέχη του οργανισμού προκειμένου να περάσουν στην ρεαλιστική εφαρμογή τους.
- Τον σαφή καθορισμό των προϋποθέσεων για να χαρακτηριστεί η λειτουργία του οργανισμού επιτυχημένη που αποτελεί το μέτρο για τη σκοπιμότητα της μετάβασης και της ανάληψης του σχετικού ρίσκου (Hogan and Coote 2014).

Κεφάλαιο 4: Η ενσωμάτωση στις Ελληνικές Ένοπλες Δυνάμεις

Η ενσωμάτωση των νέων τεχνολογιών στη σχεδίαση των πολεμικών επιχειρήσεων απαιτεί συστηματική μελέτη με δύο βασικούς στόχους:

- Την αναζήτηση κατάλληλων προσεγγίσεων που είναι ικανές να παρέχουν πλεονέκτημα ή να αναβαθμίζουν τις τρέχουσες δυνατότητες.
- Την αναζήτηση της εφικτότητας και του τρόπου ενσωμάτωσης τους στο τρέχον οικοσύστημα.

Η επιτυχής ενσωμάτωση τους προϋποθέτει την επίτευξη αμοιτέρων των παραπάνω στόχων ώστε οι ένοπλες δυνάμεις να περάσουν από έναν μετασχηματισμό δομών, διαδικασιών και χρησιμοποιούμενων τεχνολογιών για την ανάπτυξη νέων πηγών στρατιωτικής ισχύος. Ο κατάλληλος μετασχηματισμός θα αυξήσει εκθετικά τη στρατηγική και επιχειρησιακή αντίδραση στα εξωτερικά ερεθίσματα, την ταχύτητα, την ευελιξία, την εμβέλεια και την αποτελεσματικότητά (με όρους ακρίβειας, καταστροφής του εχθρού, βιωσιμότητας των φιλίων δυνάμεων).

Στις επόμενες παραγράφους αρχικά αναφέρονται οι περιορισμοί που επηρεάζουν αρνητικά την ισχύ των Ελληνικών ενόπλων δυνάμεων και για τους οποίους είναι χρήσιμο να εξεταστεί η δυνατότητα άρσης τους, με την εφαρμογή καινοτόμων ιδεών προσανατολισμένων στον δικτυοκεντρικό πόλεμο. Στη συνέχεια περιγράφονται οι αρχές που εκτιμάται ότι θα πρέπει να βασιστεί η ενσωμάτωση των νέων τεχνολογιών στις Ελληνικές Ένοπλες Δυνάμεις. Επιπλέον προκρίνονται οι εφαρμογές του που θα μπορούσαν να αναβαθμίσουν τις δυνατότητες τους, είτε βραχυπρόθεσμα είτε μακροπρόθεσμα. Έμφαση δίνεται σε εφαρμογές που συμβάλλουν στον περιορισμό των απαιτήσεων σε ανθρωπίνους πόρους.

Βασικοί Περιορισμοί Ισχύος των Ελληνικών Ενόπλων Δυνάμεων

Το δημογραφικό πρόβλημα, η κακή οικονομική συγκυρία της Χώρας καθώς και η έλλειψη πολεμικής και συμβατικής βιομηχανίας, είναι τρεις από τους κυριότερους παράγοντες που αποτελούν τροχοπέδη στην ανάπτυξη της Ελληνικής στρατιωτικής ισχύος.

Δημογραφικό⁴⁹. Το κυριότερο πρόβλημα που αντιμετωπίζουν οι ελληνικές ένοπλες δυνάμεις είναι η λειψανδρία. Οι μονάδες αντιμετωπίζουν σημαντικό έλλειμμα επάνδρωσης που πολλές φορές οδηγεί σε περιορισμό των μέτρων ασφαλείας. Ο ελληνικός στρατός βασίζεται κυρίως στο έφεδρο δυναμικό. Ωστόσο και η επιστράτευση είναι πλέον ένα δύσκολο σταυρόλεξο για δυνατούς λύτες καθώς συχνά παρουσιάζονται δυσκολίες για την επάνδρωση θέσεων που αντιστοιχούν σε κρίσιμες ειδικότητες. Βασικές αιτίες είναι τα πρότυπα που ακολουθούν οι νέοι άνθρωποι και είναι εντελώς ξένα από την δημιουργία οικογένειας. Επιπλέον η έλλειψη ευκαιριών για απασχόληση ή/και σταδιοδρομία και η απροθυμία τους να αγωνιστούν να διεκδικήσουν αυτά που δικαιούνται στον τόπο τους οδηγεί μεγάλο πλήθος Ελλήνων στο εξωτερικό. Κάθε χρόνο μεγάλος αριθμός Ελλήνων πρώτης σειράς εφεδρείας αποσύρονται από την δεξαμενή των εφέδρων δυσχεραίνοντας την επιστρατευτική προπαρασκευή. Η μείωση των γεννήσεων επιδεινώνει το δημογραφικό πρόβλημα. Τις τελευταίες δεκαετίες οι γεννήσεις Ελλήνων φθίνουν με ραγδαίο ρυθμό και ο πληθυσμός συρρικνώνεται σε επικίνδυνα χαμηλά επίπεδα. Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με την ανεμπόδιστη λαθρομετανάστευση μουσουλμάνων στην ελληνική επικράτεια συνιστούν έναν άκρως επικίνδυνο συνδυασμό για την ίδια την επιβίωση του έθνους. Η μείωση των γεννήσεων οφείλεται σε μια σειρά από αιτίες που σχετίζονται:

- Με την παιδεία και τα πρότυπα των Ελλήνων: Από την δεκαετία του 1960 και μετά το πρότυπο της επιτυχημένης γυναίκας άλλαξε ριζικά. Ο ρόλος της μητέρας οικοκυράς που μέχρι και μερικά χρόνια μετά τον Β΄ παγκόσμιο πόλεμο αποτέλεσε τίτλο τιμής, στην

⁴⁹ Στατιστικά στοιχεία σχετικά με το δημογραφικό πρόβλημα της Ελλάδας αναφέρονται στο Παράρτημα Στ.

- σύγχρονη εποχή έχει απαξιωθεί σχεδόν ολοκληρωτικά για την Ελληνίδα. Οι γονείς των νέων γυναικών θεωρούν ως εφιαλτικό σενάριο, οι θυγατέρες τους να δηλώνουν ως επάγγελμα οικοκυρά και κύρια τους ασχολία να είναι η ορθή διαπαιδαγώγηση των και φροντίδα των παιδιών. Οι ίδιες οι γυναίκες δίνουν μεγάλη αξία στην επαγγελματική τους αποκατάσταση και ανέλιξη. Επιλέγουν συνειδητά να αναβάλλουν επί μακρό την μητρότητα με αποτέλεσμα να χάνονται γενιές Ελλήνων. Η Ελληνίδα που στρέφεται στην μόρφωση θα τεκνοποιήσει. (αν το αποφασίσει) μετά την ηλικία των 30 ετών μένοντας στο ένα – το πολύ δύο παιδιά. Η άνεργη Ελληνίδα αποφεύγει την τεκνοποιία για οικονομικούς λόγους καθώς η υιοθέτηση του δυτικού μοντέλου ζωής δημιούργησε εικονικές ανάγκες και προτεραιότητες ικανές να αναβάλλουν την δημιουργία οικογένειας. Πολλές επίσης είναι οι περιπτώσεις όπου η ψυχολογική ανασφάλεια των γυναικών στην γόνιμη ηλικία τους οδηγεί στην αναβολή απόκτησης τέκνων. Ο λόγος είναι ο φόβος για την απώλεια της θηλυκότητας και της ομορφιάς. Η ύπαρξη του φόβου αυτού είναι αποτέλεσμα της παιδιάς που λαμβάνουν οι Έλληνες και προτεραιοτήτων βάζουν στους στόχους της ζωής τους.
- Την άσχημη οικονομική κατάσταση της Χώρας: Μεγάλο μέρος του Ελληνικού πληθυσμού δυσκολεύεται να εξασφαλίσει την επιβίωση του με αποτέλεσμα να αποθαρρύνεται στο σχεδιασμό της δημιουργίας οικογένειας.
 - Την έλλειψη πολιτικής προστασίας και ενίσχυσης της Ελληνικής οικογένειας: Ο θεσμός της οικογένειας και πολύ περισσότερο οι πολυμελείς οικογένειες δεν απολαμβάνουν επαρκή προστασία από το Ελληνικό νομοθετικό πλαίσιο (Κόλμερ 2019).

Ο πληθυσμός της Ελλάδας, εκτιμάται ότι σε τρεις δεκαετίες θα κυμαίνεται από 8.5 (απαισιόδοξο σενάριο) μέχρι 10 (αισιόδοξο σενάριο) εκατομμύρια ανθρώπους. Ο

ενεργός πληθυσμός αναμένεται να μειωθεί από το 65% που είναι σήμερα, στο 55%⁵⁰, μέχρι το 2050, ενώ το ποσοστό των ανθρώπων πάνω από 65 ετών αναμένεται να προσεγγίσει το 35% (Γεωργακόπουλος 2016)⁵¹.

Αποβιομηχάνιση. Η Ελληνική βιομηχανία για σχεδόν μισό αιώνα παρουσιάζει έντονη συρρίκνωση⁵². Ειδικότερα από τη δεκαετία του 1990, έχει χάσει περίπου το 1/3 της ήδη αποδυναμωμένης δυναμικότητας της. Κύριες αιτίες είναι η υπέρμετρη φορολογία, η αυξημένη διαφθορά, η πολιτική αστάθεια και το ότι η χώρα στερήθηκε ενός μακροχρόνιου πλάνου βιομηχανικής ανάπτυξης. Από τη μεταπολίτευση και μετά, το Ελληνικό οικονομικό περιβάλλον δεν ευνοούσε τις επενδύσεις στον τομέα της μεταποίησης με αποτέλεσμα η παραγωγή, οι εξαγωγές και η απασχόληση εργατικού δυναμικού στον τομέα, να πέσει σε χαμηλά επίπεδα (Κράλογλου 2013). Χαρακτηριστικά του μοντέλου ανάπτυξης που ακολουθεί τις τελευταίες δεκαετίες η Ελλάδα είναι:

- Η αδυναμία εκμετάλλευσης των πλούσιων φυσικών πόρων από τη μεταποιητική βιομηχανία
- Η περιορισμένη ανάπτυξη
- Η υστέρηση στους τομείς εφαρμογής της σύγχρονης τεχνολογίας και της καινοτομίας
- Ο περιορισμός της επιχειρηματικότητας από τη δημόσια διοίκηση⁵³ (Ναυτεμπορική 2008).

Η τρέχουσα κατάσταση της Ελληνικής βιομηχανίας, καθιστά τη Χώρα ανίκανη να εκμεταλλευτεί του πλούσιος φυσικούς της πόρους και να παράγει βιομηχανικά προϊόντα. Η αμυντική βιομηχανία ακολούθησε την ίδια πτωτική τάση με αποτέλεσμα να μην είναι σε θέση να τροφοδοτήσει τις ένοπλες δυνάμεις με οπλικά

⁵⁰ Ο εν δυνάμει οικονομικά ενεργός πληθυσμός (δηλαδή όλοι οι πολίτες ηλικίας 20-69 ετών που δυνητικά θα μπορούσαν να δουλέψουν) θα μειωθεί από 7 εκ. το 2015 σε 4,8-5,5 εκ. το 2025

⁵¹ Στο Παράρτημα Στ παρουσιάζονται σχετικά στατιστικά στοιχεία.

⁵² Στο Παράρτημα Ζ παρουσιάζονται σχετικά στατιστικά στοιχεία.

⁵³ Ναυτεμπορική, 2008, Στο μικροσκόπιο το ελληνικό μοντέλο ανάπτυξης, διαθέσιμο στο <https://www.naftemporiki.gr/finance/story/186091/sto-mikroskopio-to-elliniko-montelo-anaptuksis>

συστήματα και πυρομαχικά Ελληνικής προέλευσης. Αποτέλεσμα αυτού είναι να επιβαρύνεται ο οικονομικός προϋπολογισμός με υπέρογκα πόσα για εξοπλισμούς. Η παρατεταμένη οικονομική κρίση έφερε τη Χώρα σε αδυναμία να ικανοποιήσει τις υψηλές απαιτήσεις των ενόπλων δυνάμεων.

Οικονομική Κατάσταση. Η Ελληνική οικονομία βιώνει για παραπάνω από μία δεκαετία, βαθιά οικονομική κρίση. Οι συνέπειες είναι δραματικές σε κοινωνικό επίπεδο καθώς μεγάλο μέρος των Ελλήνων πλέον αδυνατούν να εξασφαλίσουν τη διαβίωση τους. Η απώλεια της αγοραστικής δύναμης, μείωσε την κίνηση στην αγορά, με αποτέλεσμα να αναστείλουν τη λειτουργία τους πολλές επιχειρήσεις και να διογκωθεί η ανεργία⁵⁴.

Ανάπτυξη Δυνατοτήτων Ενσωμάτωσης

Τα μικρότερα κράτη, λόγω της έλλειψης πόρων, αναγκάζονται να αναζητούν δημιουργικούς και καινοτόμους τρόπους για να υιοθετήσουν την τεχνολογία με σκοπό να ξεπεράσουν, ή τουλάχιστον να αντισταθμίσουν, τα πλεονεκτήματα που μπορεί να έχει ένας υπέρτερος αντίπαλος (σε ποσότητα και ποιότητα πόρων). Οι αναζητήσεις αυτές οδηγούν στον εντοπισμό ασύμμετρων πλεονεκτημάτων, μέσω μεθοδολογιών και τεχνολογιών για την ανάπτυξη ικανοτήτων, δογμάτων, εκπαιδευτικών διαδικασιών και επιχειρησιακών πρακτικών. Τις περισσότερες φορές τα κράτη αυτά δεν έχουν πρόσβαση στο πλήρες φάσμα των πιο πρόσφατων τεχνολογιών, οπότε αναγκάζονται να προσαρμόσουν την υιοθέτηση τους, στις δυνατότητες τους.

Οι σύγχρονες τεχνολογικές λύσεις χαρακτηρίζονται από τη συγχώνευση τεχνολογιών και πλατφορμών και την σύνθεση συστήματος συστημάτων. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται ταχύτερη μεταφορά δεδομένων σε βελτιωμένα δίκτυα, διασύνδεση στοιχείων, χρήση αυτόνομων συστημάτων, απομακρυσμένη κατασκευή αντικειμένων και ανάπτυξη τεχνητής νοημοσύνης για την διαχείριση μεγάλων όγκων δεδομένων. Αυτές οι εξελίξεις είναι ικανές να οδηγήσουν σε δραματικό και γρήγορο

⁵⁴ Σχετικά στατιστικά στοιχεία αναφέρονται στο Παράρτημα Η

μετασχηματισμό των στρατιωτικών επιχειρήσεων. Η δυσκολία έγκειται στην παρακολούθηση και προσαρμογή στον γρήγορο ρυθμό της εξέλιξης των σχετικών τεχνολογιών. Ως εκ τούτου, οποιοσδήποτε είναι σε θέση να αναπτύξει διασυνδέσεις μεταξύ της καινοτομίας με γνώμονα την ανάπτυξη στρατιωτικών ικανοτήτων, πιθανότατα θα απολαύσει μια σειρά από επιχειρησιακά πλεονεκτήματα.

Στην εφαρμογή των καινοτόμων λύσεων θα πρέπει να προηγείται ένας σχεδιασμός για την ομαλή μετάβαση από την πρότερα κατάσταση στη νέα. Η πρόωρη αντικατάσταση των τρεχουσών δυνατοτήτων με τις νέες, ενέχει τον κίνδυνο να αναπτυχθεί ένα παρατεταμένο διάστημα ολικής απώλειας συστημάτων. Η νέα τεχνολογία πρέπει να υιοθετηθεί σταδιακά και να βασίζεται σε υπάρχουσες πλατφόρμες και συστήματα. Η εξέλιξη πρέπει να επέλθει από μία δομημένη διαδικασία σταδιακής επαύξησης των επιχειρησιακών δυνατοτήτων, με παράλληλη ανάπτυξη γνώσεων σχετικά με τον τρόπο χρήσης της νέας τεχνολογίας. Η αποκτηθείσα γνώση θα αποτελέσει στη συνέχεια το θεμέλιο για αποφάσεις σχετικά με μεγάλες τεχνολογικές αλλαγές προς υποστήριξη μιας πιο ολοκληρωμένης κίνησης για τη δημιουργία και την εφαρμογή νέων δυνατοτήτων. Αυτή η σταδιακή προσέγγιση υποστηρίζει την οικοδόμηση εμπιστοσύνης, μεταξύ των υπευθύνων λήψης αποφάσεων.

Η προτεινόμενη προσέγγιση επιτρέπει επίσης μια προσαρμοσμένη ευθυγράμμιση νέων και αναδυόμενων τεχνολογιών με την ανάγκη ανάπτυξης ενός θεσμικού πλαισίου σύμφωνα με τη στρατηγική κουλτούρα, τις αξίες και τις πολιτικές μιας χώρας. Αυτή η προσέγγιση απαιτεί μια στρατηγική βάση, στην οποία καθορίζονται το πότε και πώς γίνονται τεχνολογικά άλματα, λαμβάνοντας παράλληλα υπόψη τη διατήρηση μιας σχετικής στρατιωτικής ικανότητας προκειμένου να είναι σε θέση να αντιμετωπίζει προληπτικά τις τρέχουσες προκλήσεις ασφαλείας. Επιπλέον η διαδικασία ενσωμάτωσης των νέων τεχνολογιών καθοδηγείται από ισορροπημένες έννοιες και δόγματα που οδηγούν στον εντοπισμό καταστάσεων που η νέα τεχνολογία θα προσφέρει άμεσα θετικά αποτελέσματα.

Στην περίπτωση αυτή χρειάζεται να αναπτυχθούν νέα μοντέλα συνεργασίας και αλληλεξάρτησης μεταξύ των δημοσίων φορέων, των ιδιωτικών συμφερόντων οργανισμών, των φορέων διαχείρισης καινοτομίας και των ερευνητικών κοινοτήτων. Οι ηγέτες κρατών με περιορισμένους πόρους οφείλουν να εμποδίζουν την

εξάρτηση από έργα και να αναστέλλουν την εξέλιξη τους, αν εκτιμάται ότι ο κύκλος ζωής τους θα ολοκληρωθεί σύντομα. Η απόκτηση γνώσης σχετικά με τις συνέπειες των νέων τεχνολογιών είναι ένας ισχυρό κίνητρο για έρευνα για να προσδιοριστούν ενδεχόμενες αδυναμίες φίλιων και αντιπάλων. Απαραίτητο στοιχείο των διαδικασιών εξέλιξης είναι να διεξάγονται με ρυθμό που να συνάδει με την αντίστοιχη ανάπτυξη των εξεταζόμενων τεχνολογιών. Η βαθιά και επιχειρησιακά εννοιολογική γνώση αυξάνει επίσης την επιτυχία ενός κράτους ως πελάτη τόσο στην εγχώρια όσο και στη διεθνή αμυντική αγορά. Τα κράτη που στερούνται θεσμοθετημένων μηχανισμών απόκτησης γνώσης και εμπειρογνομosύνης για τις νέες τεχνολογίες συχνά κινδυνεύει να εξαρτηθεί πλήρως από εξωτερικούς παραγωγούς. Αυτό θα μπορούσε να δημιουργήσει στρατηγικές εξαρτήσεις που θα μπορούσαν να περιορίσουν την ανεξάρτητη λήψη αποφάσεων, ειδικά σε μια κρίση ή σε περιόδους πολέμου. Ένα στοιχείο το οποίο ενισχύει το πλεονέκτημα που αποκομίζει μία στρατιωτική δύναμη από την ενσωμάτωση των τεχνολογιών του δικτυοκεντρικού πολέμου, είναι η αυτάρκεια της στην παραγωγή του υλικού και λογισμικού που χρειάζεται (Luzin 2022). Η εξάρτηση από την προμήθεια υλικού και λογισμικού από αλλοεθνείς προμηθευτές αντιστοιχεί στην εξάρτηση από τους προμηθευτές συμβατικού πολεμικού υλικού. Η διαφορά έγκειται στο γεγονός ότι η εξάρτηση σε επίπεδο υλικού και λογισμικού μπορεί να περιοριστεί πιο εύκολα και την απόκτηση της κατάλληλης τεχνογνωσίας και τη συστηματική έρευνα⁵⁵ (Luzin 2022).

Η καινοτομία και η τεχνολογική ανάπτυξη συχνά οδηγούν σε προκλήσεις διαφορετικού βαθμού. Τα κράτη αντιμετωπίζουν πολλές στρατηγικές επιλογές, οι οποίες βασίζονται στις απαιτήσεις που δημιουργούνται από και μέσω της συνεχιζόμενης καινοτομίας και τεχνολογικής ανάπτυξης. Για αυτό το λόγο είναι σημαντικό να προσδιορίζονται οι ευκαιριών που παρουσιάζονται, για την αντιμετώπιση των τρεχουσών και των μελλοντικών απειλών, με συμβατικό ή ασύμμετρο τρόπο. Η ικανότητα εξεύρεσης ρεαλιστικών μεταβάσεων και συμβιβασμών θα συνεχίσει να αποτελεί αναγκαιότητα για την επιτυχή ανάπτυξη των εννοιών της

⁵⁵ Pavel Luzin, 2022, Electronic Warfare: Russia's Approach

αμυντικής πολιτικής των κρατών με περιορισμένους πόρους⁵⁶ (Claesson και Carlander 2021).

Χώρες με Ένοπλες δυνάμεις υψηλών δυνατοτήτων έχουν επενδύσει στην έρευνα. Για παράδειγμα, οι Ρωσικές Ένοπλες δυνάμεις διαθέτουν μια σειρά από κέντρα μελετών και εκπαίδευσης με αντικείμενο της ενσωμάτωση των νέων τεχνολογιών στις στρατιωτικές επιχειρήσεις. Παράλληλα έχουν αναπτύξει και μηχανισμούς συνεργασίας με τον ιδιωτικό τομέα σε επίπεδο έρευνας αλλά και βιομηχανικής υλοποίησης (Luzin 2022). Οι ΗΠΑ έχουν αναπτύξει ένα πλήρες δίκτυο έρευνας στο οποίο περιλαμβάνονται κυβερνητικοί και ιδιωτικών συμφερόντων οργανισμοί, ενώ σημαίνουντα ρόλο έχει η ακαδημαϊκή κοινότητα. Το DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency), στοχεύει περισσότερο στην μετασχηματιστική αλλαγή, παρά στις σταδιακές προόδους, λειτουργώντας στο οικοσύστημα των συμμετεχόντων οργανισμών, με συνεχή εστίαση στις στρατιωτικές υπηρεσίες. Από το πρόγραμμα αυτό έχουν προκύψει καινοτόμες στρατηγικές λύσεις και τακτικές επιλογές. Σήμερα τα στελέχη της επιβλέπουν περίπου 250 προγράμματα έρευνας και ανάπτυξης (DARPA 2022).

Η περίπτωση της Ελλάδας

Η Ελλάδα καλείται να παραμένει ανά πάσα στιγμή έτοιμη να ανταποκριθεί σε προκλήσεις και απειλές που προέρχονται κυρίως από τον Τουρκικό αναθεωρητισμό. Η Τουρκία ωστόσο δεν αποτελεί την μοναδική πηγή απειλών. Η Χώρα συνορεύει με έθνη τα οποία σε διαφορετικές ιστορικές περιόδους τέθηκαν αντίπαλοι σε πολεμικές συγκρούσεις. Επιπροσθέτως υπάρχουν μία σειρά από ζητήματα με γειτονικά κράτη τα οποία διατηρούν τις πιθανότητες συγκρούσεων πάντα υπαρκτές⁵⁷. Σε ένα τέτοιο περιβάλλον, οι ένοπλες δυνάμεις καλούνται να αντιπαρέλθουν τα προβλήματα που τίθενται από ευρύτερα κοινωνικά, οικονομικά και πολιτικά ζητήματα όπως είναι το

⁵⁶ Claesson Michael, Carlander Zebulon, 2021, Are new and emerging technologies game changers for smaller powers, διαθέσιμο στο <https://warontherocks.com/2021/12/are-new-and-emerging-technologies-game-changers-for-smaller-powers/>

⁵⁷ Παραδείγματα τέτοιων αναφέρονται οι αξιώσεις Τσάμηδων στην Θεσπρωτία, Τουρκίας σε σχέση με τη μουσουλμανική μειονότητα, κρατιδίου των Σκοπίων για τη Μακεδονία.

δημογραφικό, η αποβιομηχάνιση και η παρατεταμένη οικονομική κρίση. Η στροφή σε ένα σαφώς πιο δικτυοκεντρικό μοντέλο σχεδιασμού και υλοποίησης των στρατιωτικών επιχειρήσεων, μπορεί να αποδώσει σημαντικά πλεονεκτήματα.

Επιτήρηση – Εντοπισμός. Η επιτήρηση και ο εντοπισμός απειλών με παραδοσιακές μεθόδους και μέσα απαιτούν την απασχόληση μεγάλου πλήθους προσωπικού. Οι αποστολές αυτές γίνονται δυσκολότερες όταν οι εκτάσεις που πρέπει να ελέγχονται είναι μεγάλες και δυσπρόσιτες. Όπως έχει ήδη αναφερθεί, η Ελλάδα αντιμετωπίζει έντονο δημογραφικό πρόβλημα και αστυφιλία. Ο συνδυασμός αυτός έχει συμβάλλει στην ερήμωση της υπαίθρου και των παραμεθωρίων περιοχών, με συνέπεια να απαιτείται η ανάπτυξη πολυπληθών δυνάμεων για την αποτελεσματική εξασφάλιση τους. Το πρόβλημα αυτό μπορεί να αμβλυνθεί σε σημαντικό βαθμό με την ανάπτυξη δικτύων αισθητήρων σε περιοχές οι οποίες προσφέρονται για παράνομη ή βίαιη είσοδο στη Χώρα. Τα δίκτυα αυτά είναι προτιμότερο να αποτελούν απολήξεις διαδικτύων που εξυπηρετούν την ανάπτυξη υποδομών fog computing. Οι τελικές διατάξεις τους θα αποτελούν τοπικά κέντρα ελέγχου, όπου τα δεδομένα θα μεταφέρονται και να υφίστανται επεξεργασία με τεχνικές μηχανικής μάθησης, προκειμένου να ανιχνεύονται ασυνήθιστα μοντέλα κίνησης και παρουσίας στις ελεγχόμενες περιοχές. Με τον τρόπο αυτό αποφεύγεται η ανάπτυξη προσωπικού για την επιτήρηση των περιοχών αυτών επί τόπου, ενώ η αυτοματοποιημένη (πλήρως ή μερικώς) επεξεργασία των δεδομένων, απαλλάσσει και από την απαίτηση χρησιμοποίησης προσωπικού για την αξιολόγηση τους. Οι επεξεργασμένες πληροφορίες μπορούν, είτε στα κέντρα των υποδομών του fog είτε σε ανωτέρου επιπέδου κέντρα που εξυπηρετούνται από cloud υποδομές (ανάλογα με την βαθμό του επείγοντος και την αξιολόγηση της κατάστασης), να αποτελούν τις παραμέτρους για την λήψη αποφάσεων.

Μη επανδρωμένα μέσα που μπορούν να κινούνται σε διαφορετικές διαστάσεις του χώρου, μπορούν επίσης να αποτελούν κόμβους δικτύων αισθητήρων, προκειμένου να ενισχύουν την εμβέλεια παρατήρησης. Σε περιπτώσεις όπου οι αποστολές που αναλαμβάνονται αφορούν τον εντοπισμό συγκεκριμένων αντικειμένων ή προσωπικού, οι στατικοί ή κινητοί αισθητήρες θα προσέφεραν καλύτερες υπηρεσίες αν είχαν την δυνατότητα εκτέλεσης αλγορίθμων μηχανικής μάθησης, συγκρίνοντας τις εικόνες ή

τους ήχους που συλλέγουν με ήδη καθορισμένα μοντέλα. Με τον τρόπο αυτό θα επιτυγχάνετο ο έγκαιρος εντοπισμός διαφόρων τύπων αντικειμένων και ενεργειών αλλά και προειδοποιήσεις για την εμφάνιση απειλών. Και στις περιπτώσεις αυτές, επιτυγχάνεται σημαντική οικονομία στην απασχόληση προσωπικού.

Κατάδειξη Στόχων. Η παραδοσιακές μέθοδοι κατάδειξης στόχων, με την εμπλοκή προσωπικού, έχει μειωμένη αποδοτικότητα σε σχέση με την ακρίβεια των τελικών προσβολών τους. Αυτό οφείλεται στη συμμετοχή του ανθρώπινου παράγοντα στον υπολογισμό των παραμέτρων της προσβολής. Η χρήση μη επανδρωμένων μέσων πέρα από την μειωμένη απαίτηση για απασχόληση προσωπικού, δίνει τη δυνατότητα για μεγαλύτερη προσέγγιση των υποψηφίων στόχων, ώστε να παραχθούν πιο αξιόπιστοι παράμετροι της θέσης τους. Επιπλέον επιστρέφουν στα κέντρα διοίκησης (που μπορεί να εξυπηρετούνται από διατάξεις edge – fog – cloud computing) γρήγορα, ακριβή δεδομένα. Για τον ίδιο σκοπό θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν δορυφόροι – στην δυνητική περίπτωση που η Χώρα θα είχε τη δυνατότητα να αναπτύξει εξ' ολοκλήρου ένα δικό της σύστημα. Αν τα μέσα αναζήτησης και εντοπισμού στόχων, είναι εφοδιασμένα με διατάξεις για εκτέλεση αλγορίθμων μηχανικής μάθησης σε αυτά, τότε θα ήταν σε θέση να μεταδίδουν στα κέντρα λήψης αποφάσεων το είδος και τη θέση των στόχων που εντοπίζουν, απαλλάσσοντας προσωπικό από την αξιολόγηση των αποκτηθέντων δεδομένων.

Προστασία Κρίσιμων Υποδομών. Η ανάπτυξη δικτύων αισθητήρων, με τη χρήση στατικών αλλά και κινουμένων αισθητήρων (χρησιμοποιώντας μη επανδρωμένα οχήματα ή ζώα), μπορεί να παρέχει στα κέντρα διοίκησης διαφορετικών επιπέδων, κρίσιμα δεδομένα για την ανάπτυξη συνθηκών απειλών (δολιοφθορές, επιθέσεις). Η έγκαιρη και ακριβής προειδοποίηση μπορεί να αποβεί σωτήρια για την εξασφάλιση τους από εχθρικές προσβολές ή τον περιορισμό του πλήγματος που επιφέρεται σε αυτές. Οι παραδοσιακές μέθοδοι απαιτούν την απασχόληση προσωπικού είτε για τη συνεχόμενη φυσική παρουσία στις κρίσιμες υποδομές είτε για την παρακολούθηση μέσω καμερών. Αν και η δεύτερη λύση είναι λιγότερο απαιτητική σε απασχόληση προσωπικού, απαιτεί την συχνή εναλλαγή του για να μπορεί να είναι αποδοτικό αλλά

– καθώς υπεισέρχεται σε μεγάλο βαθμό η επίδραση του ανθρώπινου παράγοντα – η ακρίβεια εντοπισμού των απειλών είναι περιορισμένη.

Αναγνωρίσεις σε εχθρική τοποθεσία. Οι αναγνώριση σε εχθρική τοποθεσία απαιτεί την ανάπτυξη κατάλληλα εκπαιδευμένων δυνάμεων στην περιοχή ενδιαφέροντος, την κίνηση εντός αυτής, συλλογή πληροφοριών και τη χαρτογράφηση. Η μεθοδολογία αυτή εμπεριέχει υψηλό ρίσκο, απαιτεί σχολαστική προετοιμασία και είναι ευάλωτη σε αστοχίες καθώς για τους ενεργώντες η περιοχή δράσης είναι αρχικά άγνωστη.

Η αναγνώριση σε ελεγχόμενες από τον εχθρό τοποθεσίες μπορεί να γίνει:

- Με την χρήση μη επανδρωμένων αεροσκαφών, εξοπλισμένων με συσκευές καταγραφής και μετάδοσης εικόνας. Με τον τρόπο αυτό αποφεύγεται το υψηλό ρίσκο για το προσωπικό.
- Με την εξέταση των περιοχών ενδιαφέροντος από δορυφορικά συστήματα είτε κλειστά είτε ανοικτά στο ευρύ κοινό.
- Με την ανάπτυξη κατάλληλου ad-hoc δικτύου αισθητήρων, οι οποίοι μπορεί να εκτοξευτούν ή να διασκορπιστούν από επανδρωμένο ή μη μέσο.

Σε κάθε περίπτωση από αυτές αποφεύγεται η έκθεση του προσωπικού σε κινδύνους. Επιπλέον η απαίτηση για την υπηρετήση τέτοιων συστημάτων από προσωπικό, είναι σαφώς πιο περιορισμένη σε σχέση με τις συμβατικές μεθοδολογίες.

Προσβολή στόχων. Τα μη επανδρωμένα μέσα έχουν τη δυνατότητα να προσεγγίζουν σε πιο κοντινές αποστάσεις τους στόχους τους επιτυγχάνοντας σημαντικές επιδόσεις στην προσβολή τους. Πρόκειται για ρεαλιστικές μεθοδολογίες που εφαρμόζουν ένοπλες δυνάμεις άλλων εθνών με επιτυχία. Η προσβολή στόχων μπορεί επίσης να πραγματοποιηθεί από συστήματα κατευθυνόμενων βλημάτων των οποίων η πλοήγηση μπορεί να ρυθμίζεται από δίκτυα αισθητήρων που μπορεί να είναι τοποθετημένοι σε σταθερούς ή κινητούς φορείς.

Προσαρμογή των Ελληνικών Ενόπλων Δυνάμεων

Για να προσαρμοστούν οι Ελληνικές Ένοπλες Δυνάμεις στις απαιτήσεις του δικτυοκεντρικού πολέμου, χρειάζεται η Χώρα να προετοιμαστεί κατάλληλα. Οι προϋποθέσεις που χρειάζεται να εξασφαλιστούν, απαιτούν την επένδυση σε μεγάλη προσπάθεια καθώς η Ελλάδα έμεινε πολύ πίσω στη υιοθέτηση των νέων τεχνολογιών της πληροφορικής και τηλεπικοινωνιών, ανέπτυξε ένα εχθρικό κλίμα για την ανάπτυξη της βιομηχανίας και – κυρίως – η Ελληνική κοινωνία στερείται κουλτούρας καινοτομίας. Το τρίπτυχο πάνω στο οποίο θα πρέπει να εδραστεί η προσπάθεια για την ενσωμάτωση των δικτυοκεντρικών δυνατοτήτων στο οικοσύστημα των Ελληνικών Ενόπλων Δυνάμεων αποτελείται από τη βιομηχανική ανάπτυξη, την επιστημονική έρευνα και την συνεργασία φορέων και οργανισμών του δημοσίου και ιδιωτικού τομέα που με οποιοδήποτε τρόπο δραστηριοποιούνται στο χώρο ανάπτυξης και εφαρμογής των σχετικών τεχνολογιών.

Βιομηχανική Ανάπτυξη. Η ανάπτυξη δικτυοκεντρικών συστημάτων είναι σαφώς προτιμότερο να σχεδιάζονται και να παράγονται στην Ελλάδα. Οι πολιτικές των Ελληνικών κυβερνήσεων τα τελευταία περίπου πενήντα χρόνια, περιόρισαν σε μεγάλο βαθμό τις δυνατότητες της εγχώριας βιομηχανίας. Προκειμένου να καταστεί η και πάλι ικανή να παράγει προϊόντα υψηλής τεχνολογίας, θα πρέπει οι Έλληνες επιχειρηματίες να αποκτήσουν κίνητρα να επενδύσουν στο χώρο. Τα κίνητρα αυτά μπορεί να είναι οικονομικά όπως φορολογικές ελαφρύνσεις, επιδοτήσεις, εξασφάλιση δημοσίων συμβάσεων. Η επανεκκίνηση της βιομηχανίας, θα μπορούσε να αποτρέψει την μετανάστευση καταρτισμένων Ελλήνων στο εξωτερικό που θα επάνδρωναν θέσεις εργασίες εξειδικευμένων απαιτήσεων. Η επιμονή στην ενεργοποίηση του Ελληνικού παράγοντα για την επανεκκίνηση της βιομηχανίας που θα υποστηρίξει την μετάβαση των Ενόπλων Δυνάμεων σε μία πιο δικτυοκεντρική προσέγγιση, αποτελεί προϋπόθεση για την επιτυχία. Ο εξοπλισμός της Χώρας είναι προσιτός και ελεγχόμενος από την ίδια, όταν εξαρτάται από το δικό της ανθρώπινο δυναμικό. Μόνο έτσι θα μπορέσει να μειώσει τις εξαρτήσεις από τον ξένο παράγοντα.

Η εκβιομηχάνιση της Χώρας θα δημιουργήσει επίσης τις προϋποθέσεις για την ανάπτυξη της απαραίτητης τεχνολογίας όχι μόνο για την ενδεδειγμένη παρακολούθηση

των εξελίξεων των νέων τεχνολογιών στην πληροφορική και τις τηλεπικοινωνίες, αλλά ακόμα και για την συμμετοχή σε αυτές. Το ανθρώπινο δυναμικό υπάρχει (οι νέοι επιστήμονες στρέφονται στο εξωτερικό ενώ οι επιχειρηματίες επενδύουν σε γειτονικές χώρες). Η στελέχωση νέων βιομηχανικών μονάδων με αυτό και η αποδοτική τους λειτουργία, θα αποτελέσει τη βάση για τον εξοπλισμό των Ενόπλων Δυνάμεων με συστήματα τεχνολογίας αιχμής. Απομένει στις Ελληνικές κυβερνήσεις να καλλιεργήσουν ένα φιλοβιομηχανικό κλίμα καταπολεμώντας τη διαφθορά και την αναξιοκρατία και ευνοώντας τις επενδύσεις. Για το σκοπό αυτό χρειάζονται βραχυπρόθεσμες και – κυρίως – μακροπρόθεσμες δράσεις που έχουν συνέπεια και συνέχεια.

Έρευνα. Ο δεύτερος πυλώνας που χρειάζεται για να στηριχθεί η προσπάθεια εκσυγχρονισμού των Ελληνικών Ενόπλων δυνάμεων από εσωτερικούς πόρους, είναι η επιστημονική έρευνα. Η ακαδημαϊκή κοινότητα θα πρέπει να ενισχυθεί με τους απαραίτητους πόρους για την σχεδίαση και υλοποίηση καινοτόμων ερευνητικών προγραμμάτων με στόχο την ανάπτυξη πρωτοπόρων μεθοδολογιών και τεχνικών. Στις δράσεις αυτές είναι απαραίτητο να συμμετέχουν και σχετικοί στρατιωτικοί φορείς οι οποίοι να είναι προσανατολισμένοι όχι μόνο στην εφαρμοσμένη υψηλή τεχνολογία αλλά – κυρίως – στην έρευνα. Οι φορείς αυτοί θα πρέπει να ενισχυθούν με προσωπικό και μέσα. Καθώς το αντικείμενο τους χαρακτηρίζεται από γοργούς ρυθμούς εξέλιξης, είναι απαραίτητο να συμμετέχουν συνεχώς σε εκπαιδεύσεις και επιμορφώσεις. Αν και είναι παγκόσμιο φαινόμενο τις τελευταίες δεκαετίες, οι νέες τεχνολογίες να εμφανίζονται πρώτα για να εξυπηρετήσουν εμπορικούς σκοπούς και μετά να προσαρμόζονται στις απαιτήσεις του στρατιωτικού τομέα, η Ελλάδα θα πρέπει να καινοτομήσει. Επενδύοντας ανθρώπινο δυναμικό και έρευνα θα μπορέσει να επωφεληθεί από πρωτοπόρα τεχνογνωσία (την οποία θα μπορεί να εξάγει κατά το δοκούν) και πρότυπα αμυντικά συστήματα, ενισχύοντας την ισχύ της.

Συνεργασία. Με ανεπτυγμένη βιομηχανία και ισχυρές προϋποθέσεις για επιστημονική έρευνα, θα έχουν δημιουργηθεί οι απαραίτητες συνθήκες για την συνεργασία των δημοσίων και ιδιωτικών φορέων και οργανισμών με κοινό σκοπό τον

εξοπλισμό των Ελληνικών Ενόπλων Δυνάμεων με Ελληνικά Συστήματα Εκμετάλλευσης των καινοτόμων δικτυοκεντρικών δυνατοτήτων. Δεσπόζων παράγοντας της συνεργασίας αυτής θα είναι οι φορείς των Ενόπλων Δυνάμεων καθώς θα είναι αυτοί που θα θέτουν τις απαιτήσεις με όρους προσανατολισμένους στην επίτευξη του στρατιωτικού πλεονεκτήματος. Οι δημόσιοι και ιδιωτικοί φορείς που έχουν ως αντικείμενο την επιστημονική έρευνα και την εφαρμογή των αποτελεσμάτων της, θα προτείνουν τρόπους ικανοποίησης των δοθέντων απαιτήσεων. Η στρατιωτική και πολιτική ηγεσία θα αξιολογεί τις προτεινόμενες λύσεις και θα αναθέτει την υλοποίηση τους στους αντίστοιχους οργανισμούς. Στα στάδια της σχεδίασης και ανάπτυξης των νέων συστημάτων θα συμμετέχουν και οι φορείς έρευνας των Ενόπλων Δυνάμεων προκειμένου να γίνονται κοινωνοί της απαραίτητης τεχνογνωσίας για την υποστήριξη των νέων συστημάτων.

Η μετάβαση σε ένα τέτοιο μοντέλο συνεργασίας για την ανάπτυξη συστημάτων θα πρέπει να γίνει ομαλά και σίγουρα υπό την προϋπόθεση ανάπτυξης ικανής βιομηχανικής και ερευνητικής υποδομής. Οι στόχοι των συνεργασιών αρχικά θα πρέπει να είναι η ενίσχυση – εκσυγχρονισμός των ήδη υπάρχοντων αμυντικών συστημάτων ώστε να είναι ικανά να αναλαμβάνουν δικτυοκεντρικές αποστολές. Με την ωρίμανση του σχήματος της συνεργασίας, οι φορείς της Χώρας θα είναι σε θέση να αναπτύσσουν νέα συστήματα, τα οποία επιβάλλεται να είναι συμβατά με τα ήδη υπάρχοντα. Κατά συνέπεια η μετάβαση σε μία κατάσταση επίτευξης ενός βαθμού αυτάρκειας σε εξοπλισμό δικτυοκεντρικού πολέμου θα πρέπει να σχεδιαστεί σε ένα μεσο-μακρόπροσθεσμο ορίζοντα με πρόβλεψη βραχυπρόθεσμης προσαρμογής σε τρέχουσες απαιτήσεις.

Συμπεράσματα – Προτάσεις

Η γεωγραφική θέση της Ελλάδας της προσδίδει σημαντική γεωπολιτική αξία. Αποτελεί συγκοινωνιακό κόμβο μεταξύ ανατολής και δύσης ενώ τα τελευταία χρόνια αναδεικνύεται έντονα και η αξία της στον ενεργειακό τομέα. Αυτή η αξία της την εντάσσει στο επίκεντρο των περιφερειακών και παγκοσμίων ανταγωνισμών για την υπεροχή στη περιοχή της Ανατολικής Μεσογείου. Η κατάσταση αυτή απαιτεί συνεχή εγρήγορση για την διατήρηση τη στρατιωτικής ισχύος σε υψηλά επίπεδα. Μία χώρα με υψηλή στρατιωτική ισχύ δεν αποκομίζει όφελος μόνο ως προς την αποτρεπτική της ικανότητα σε επιθετικές ενέργειες άλλων χωρών. Μπορεί επίσης να συμμετέχει σε διαπραγματεύσεις και συμφωνίες από θέση ισχύος καθώς αποτελεί πάντα ελκυστικό εταίρο.

Η στρατιωτική ισχύς της Ελλάδας επηρεάζεται αρνητικά από το έντονο δημογραφικό πρόβλημα που αντιμετωπίζει και την έλλειψη επαρκών πόρων για εξοπλισμούς. Δεν διαθέτει δηλαδή πλέον σε επάρκεια δύο πολύ βασικούς παράγοντες που διαμορφώνουν την στρατιωτική της ισχύ. Αυτό την αναγκάζει να επιδιώξει από την μία τον περιορισμό της δημογραφικής της συρρίκνωσης (ώστε σύντομα να επανέλθει σε ρυθμούς αύξησης του πληθυσμού της) και την αναστροφή της κατάστασης της οικονομίας της και από την άλλη να αναζητήσει εναλλακτικούς τρόπους για επίτευξη ικανοποιητικού επιπέδου στρατιωτικής ισχύος. Η στροφή στο δικτυοκεντρικό μοντέλο των επιχειρήσεων, δείχνει να είναι μία από τις λύσεις που μπορούν να αμβλύνουν τα προβλήματα καθώς εκτιμάται ότι θα περιορίσει τις απώλειες σε ανθρώπινο δυναμικό κατά την διάρκεια των πολεμικών επιχειρήσεων, θα μειώσει την απαίτηση για ανθρώπινο δυναμικό και τις ανάγκες για διάθεση οικονομικών πόρων για εξοπλισμούς. Οι τεχνολογίες που παρουσιάστηκαν και οι οποίες ήδη εφαρμόζονται σε υψηλών δυνατοτήτων στρατούς σε όλο τον κόσμο, είναι εφικτό να εφαρμοστούν και στο πλαίσιο των Ελληνικών ενόπλων δυνάμεων. Η απαιτούμενη επένδυση αφορά κυρίως τους ανθρώπινους πόρους και δευτερευόντως τους οικονομικούς (οι οποίοι κυρίως αφορούν τη χρηματοδότηση των σχετικών ερευνών).

Η Χώρα ωστόσο έχει μείνει σχετικά πίσω σε θέματα ανάπτυξης συστημάτων δικτυοκεντρικού πολέμου, την ίδια ώρα που η Τουρκία τα τελευταία

χρόνια κινείται δυναμικά σε αυτό το πεδίο. Η υστέρηση αυτή δεν είναι αποτέλεσμα της έλλειψης ικανού ανθρώπινου δυναμικού για την υποστήριξη της σχετικής έρευνας. Είναι κυρίως αποτέλεσμα μίας κουλτούρας που έχει αναπτυχθεί και η οποία είναι προσανατολισμένη στην αναζήτηση του εύκολου και γρήγορου αποτελέσματος. Συνήθως αυτή υλοποιείται με την σχεδίαση και υλοποίηση εξοπλιστικών προγραμμάτων, η ικανοποίηση των οικονομικών υποχρεώσεων των οποίων γίνεται με δανεισμό. Με τον τρόπο αυτό αποκτά εξάρτηση από τον εξωτερικό παράγοντα και επιδεινώνεται η οικονομική της κατάσταση. Ο προσανατολισμός αυτός έχει στερήσει από την Ελλάδα την δημιουργία των προϋποθέσεων για την ανάπτυξη δικτυοκεντρικών αμυντικών συστημάτων, ικανών να αμβλύνουν το πρόβλημα της έλλειψης προσωπικού και οικονομικών πόρων. Συνεπώς, η απόφαση για στροφή στο δικτυοκεντρικό μοντέλο, απαιτεί πρωτίστως την εξασφάλιση προϋποθέσεων σε βραχυπρόθεσμο και μακροπρόθεσμο ορίζοντα.

Σε τεχνικό επίπεδο χρειάζεται η ανάπτυξη των απαραίτητων υποδομών για τη κατασκευή του υλικού και την ανάπτυξη του λογισμικού που αναγκαστεί για την υλοποίηση των εργαλείων του δικτυοκεντρικού πολέμου. Αυτό μπορεί να γίνει με την ενίσχυση τόσο των δυνατοτήτων του ευρύτερου δημοσίου τομέα όσο και του ιδιωτικού. Ήδη στη δημόσια διοίκηση έχουν γίνει γενναία βήματα για την εκμετάλλευση των δυνατοτήτων των τηλεπικοινωνιών. Αν και η απόσταση που χρειάζεται να διανυθεί είναι μεγάλη, οι εφαρμογές της ψηφιακής διακυβέρνησης μπορούν να προσαρμοστούν στις απαιτήσεις για την Εθνική Άμυνα. Ιδιωτικοί οργανισμοί και επιχειρήσεις που έχουν επενδύσει σε δικτυοκεντρικές τεχνολογίες, έχουν καταφέρει να αναβαθμίσουν σε σημαντικό βαθμό την αποδοτικότητα και την παραγωγικότητα τους. Η ενίσχυση της προσπάθειας για εφαρμογή δικτυοκεντρικών λύσεων σε ιδιωτικό και δημόσιο τομέα, θα αυξήσει τις πιθανότητες για ανάπτυξη δικτυοκεντρικών εφαρμογών επ' ωφελείας της Εθνικής Άμυνας. Παράλληλα θα ενθαρρύνει τους κάθε είδους οργανισμούς να συνεχίσουν να επενδύουν σε αντίστοιχες μελέτες και πειραματισμούς.

Πέρα από την υποστήριξη της έρευνας σε επίπεδο οργανισμών, απαιτείται η απόκτηση εξειδικευμένης τεχνογνωσίας από το Ελληνικό ανθρώπινο δυναμικό, σε ατομικό επίπεδο. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με την κατάλληλη σχεδίαση της τεχνικής εκπαίδευσης τόσο στο δημόσιο όσο και στον ιδιωτικό τομέα. Ένας τέτοιος σχεδιασμός

προϋποθέτει την ανάπτυξη προγραμμάτων εκπαίδευσης και κατάρτισης σε τεχνολογίες σχετικές με το δικτυοκεντρικό μοντέλο. Τα προγράμματα αυτά θα πρέπει να σχεδιάζονται, υλοποιούνται και αναπροσαρμόζονται με βάση τις εξελίξεις στις τεχνολογίες της πληροφορικής και των τηλεπικοινωνιών. Είναι ανάγκη να αναπτυχθεί μία πολιτική παρακολούθησης των εξελίξεων, αξιολόγησης της εφικτότητας και της σκοπιμότητας ενσωμάτωσης τους στην Εθνική Άμυνα (και γενικότερα στη δημόσια διοίκηση και την επιχειρηματικότητα) και ανάλογης προσαρμογής της τεχνικής εκπαίδευσης.

Σε επίπεδο οργανωσιακή κουλτούρας – τόσο στις ένοπλες δυνάμεις όσο και στο περιβάλλον τους – θα πρέπει να κυριαρχήσει η επιδίωξη της καινοτομίας, καθώς είναι σημαντικός παράγοντας για να διασφαλιστεί η υποστήριξη και η συνέχεια των πλεονεκτημάτων που θα προσδώσει η δικτυοκεντρική στροφή. Οι δικτυοκεντρικές επιχειρήσεις βασίζονται σε τεχνολογίες που αναπτύσσονται και ωριμάζουν ταχύτατα ενώ και η σχετική τεχνογνωσία διαχέεται γρήγορα. Προκειμένου το συγκριτικό πλεονέκτημα να παραμένει στον σε αυτόν που κατέχει την πατρότητα της καινοτομίας αφενός θα πρέπει να διασφαλίζεται η κατά το δυνατό προστασία της όπως επίσης και η μέριμνα για τη γρήγορη αξιοποίηση της και αναβάθμισή της. Απαιτείται επομένως συνεχής εγρήγορση για διατήρηση του ρυθμού εξέλιξης υλικών, δομών και μεθοδολογιών.

Πέραν αυτού του σχετικά βραχυπρόθεσμου στόχου είναι ανάγκη να επιτευχθεί και μία γενικότερη και βαθύτερη μεταβολή της στάσης των Ελλήνων – τόσο σε κοινωνικό επίπεδο όσο και σε επίπεδο ηγεσίας (κυρίως) - απέναντι στην προσέγγιση του στόχου της Εθνικής Άμυνας. Η νέα αυτή προσέγγιση θα πρέπει να στηρίζεται στη συνεχή μεθοδική και συστηματική επιστημονική έρευνα που στόχο θα έχει την εκμετάλλευση των τεχνολογιών της πληροφορικής και των τηλεπικοινωνιών για αμυντικούς σκοπούς. Με τον τρόπο αυτό, σταδιακά και κλιμακωτά θα μπορέσει να μειωθεί η εξάρτηση της Εθνικής ισχύος από εξωγενείς παράγοντες, να αυξηθεί η επάρκεια της Χώρας στο να διασφαλίζει την ακεραιότητα και την ανεξαρτησία της και να καταστεί ένας εταίρος για τους συμμάχους της που να μπορεί να παρέχει περιζήτητες και πολύτιμες υπηρεσίες. Είναι επιτακτική ανάγκη να απεμπλακεί η Εθνική αμυντική πολιτική από καιροσκοπικές και ευκαιριακές πρακτικές και να χαραχθεί ένας μακροπρόθεσμος σχεδιασμός, για την εκμετάλλευση του ημεδαπού

επιστημονικού δυναμικού προς διάδοση και αναβάθμιση της τεχνογνωσίας. Βασικός παράγοντας του σχεδιασμού αυτού θα αποτελεί η Εθνική παιδεία η ,οποία θα εμφυσήσει στον Έλληνα το αίσθημα του καθήκοντος στην συμμετοχή σε επιστημονικές και τεχνολογικές δράσεις αναβάθμισης των δυνατοτήτων της Χώρας στον αμυντικό τομέα.

Η προσαρμογή των υπαρχόντων οπλικών συστημάτων προκειμένου να καταστούν ικανά να συμμετέχουν αποτελεσματικά σε επιχειρήσεις δικτυοκεντρικού πολέμου, είναι μία κίνηση η οποία θα έχει αποτελέσματα άμεσα. Ωστόσο, οι εξελίξεις στις σχετικές τεχνολογίες είναι τόσο γρήγορες που αδυναμία παρακολούθησης της, οδηγεί εκ νέου σε υστέρηση. Για το λόγο αυτό, μαζί με την μέριμνα για άμεσα αποτελέσματα, απαιτείται η μακροπρόθεσμη σχεδίαση για την ανάπτυξη κουλτούρας καινοτομίας στις Ένοπλες Δυνάμεις και στην Ελληνική Κοινωνία γενικότερα. Μέσα από την ρεαλιστική πρωτοβουλία, τον πειραματισμό και τη ενθάρρυνση εφαρμογής καινοτόμων δράσεων, καλλιεργείται το κατάλληλο κλίμα για την εξέλιξη. Η κουλτούρα καινοτομίας, σε συνδυασμό με κυβερνητικές πολιτικές υποστήριξης της εκβιομηχάνισης της Ελλάδας και της επιστημονικής έρευνας, θα εξασφαλίσουν τις κατάλληλες συνθήκες για συνεργασίες που να μπορούν να αποδώσουν προϊόντα Ελληνικής παραγωγής. Με δεδομένη την ανάπτυξη της βιομηχανίας και της επιστημονικής έρευνας, ένας τέτοιος στόχος με έμφαση τις δικτυοκεντρικές επιχειρήσεις είναι εφικτός.

Σε χαμηλότερο επίπεδο, η έρευνα για την ενσωμάτωσης των δυνατοτήτων του δικτυοκεντρικού πολέμου στις ένοπλες δυνάμεις χρειάζεται να εστιάσει:

- Στην χρήση μη επανδρωμένων μέσων
- Στην ανάπτυξη δικτύων αισθητήρων υψηλής αυτονομίας
- Στην δυνατότητα επεξεργασίας δεδομένων όσο το δυνατόν εγγύτερα στα πεδία των μαχών.

Εξελίξεις στα πεδία αυτά θα επιφέρουν μείωση των απαιτήσεων για επάνδρωση θέσεων και οπλικών συστημάτων, θα μειώσουν τη θνησιμότητα και θα κάνουν τις Ελληνικές Ένοπλες Δυνάμεις περισσότερο ευέλικτες. Αντίθετα η εξακολούθηση επένδυσης σε συμβατικές μορφές επιχειρήσεων, θα καταστήσει σύντομα τον τρόπο δράσης τους αναχρονιστικό και αναποτελεσματικό.

Ακόμα και αν η στροφή στο δικτυοκεντρικό μοντέλο πετύχει απόλυτα, ο τρέχων ρυθμός δημογραφικής συρρίκνωσης της Ελλάδας θα άρει τα όποια πλεονεκτήματα προκύψουν. Το δημογραφικό πρόβλημα θα εξακολουθήσει να αποτελεί παράγοντα μείωσης της Εθνικής ισχύος σε βαθμό τέτοιο που η στροφή στο δικτυοκεντρικό μοντέλο και δεν μπορεί να αποτελέσει λύση. Η επίλυση του απαιτεί τη λήψη μέτρων για μακροπρόθεσμο και βραχυπρόθεσμο ορίζοντα. Στα μακροπρόθεσμα μέτρα θα πρέπει να ενταχθούν ο επαναπροσδιορισμός των προτύπων που προβάλλονται στους νέους ώστε να εκλαμβάνουν τη δημιουργία οικογένειας ως σημαντικό βήμα για την τελείωση τους. Στα βραχυπρόθεσμα θα πρέπει να θεσπιστούν άμεσα μέτρα ενίσχυσης των πολυτέκνων οικογενειών, των ανύπαντρων μητέρων καθώς και των ανθρώπων που αναγκάζονται να στραφούν στην τεχνητή γονιμοποίηση. Η καινοτομία και το δικτυοκεντρικό μοντέλο όχι μόνο δεν είναι πανάκεια για την Εθνική Άμυνα αλλά χωρίς επαρκές, ποιοτικό και πρόθυμο ανθρώπινο δυναμικό θα αποδειχθούν ματαιότητα.

Βιβλιογραφία

- Alberts, David. «Network Centrik Warfare: Developing and Laveranging information superiority.» *Library of Congress Cataloging-in-Publication Data*. Φεβρουάριος 2000. http://www.dodccrp.org/files/Alberts_NCW.pdf (πρόσβαση Φεβρουάριος 12, 2022).
- Ali, Omer, Mohamad Khairi Ishak, Muhammad Kamran, Liaquat Bhatti, Imran Khan, και Ki-Il Kim. «A Comprehensive Review of Internet of Things: Technology Stack, Middlewares, and Fog/Edge Computing Interface.» *mdpi*. 27 Ιανουαρίου 2022. <https://www.mdpi.com/1424-8220/22/3/995> (πρόσβαση Φεβρουαρίου 15, 2022).
- Bendett, Samuel. «The Rise of Russia’s Hi-Tech Military.» *The Fletcher's School*. 1 Ιουνίου 2019. <https://sites.tufts.edu/fletcherrussia/files/2019/06/The-Rise-of-Russia%E2%80%99s-Hi-Tech-Military-Samuel-Bendett.pdf> (πρόσβαση Φεβρουάριος 11, 2022).
- Bonomi, Flavio, Rodolfo Milito, Preethi Natarajan, και Jiang Zhu. «Fog Computing: A Platform for Internet of Things and Analytics.» *University of Buffalo*. 1 Μαρτίου 2019. https://cse.buffalo.edu/faculty/tkosar/cse710_spring19/bonomi-bdiot14.pdf (πρόσβαση Φεβρουαρίου 2, 2022).
- Bury, Patrick, και Sergio Catignani. «Future Reserves 2020, the British Army and the politics of military innovation during the Cameron era.» *Academic*. 1 Μαΐου 2019. <https://academic.oup.com/ia/article/95/3/681/5426078?login=false> (πρόσβαση Απριλίου 2, 2022).
- Carpenter, Martin. «An army organizatioanal culture of innovation: A strategic imperative for transformation.» *U.S. Army War College*. 15 Μαρτίου 2006. <https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/ADA449358.pdf> (πρόσβαση Μαρτίου 11, 2022).
- Chui, Michael, Mark Collins, και Mark Patel. «The Internet of Things: Catching up to an accelerating opportunity.» *McKinsey*. 1 Νοεμβρίου 2021. <https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/business%20functions/mckinsey%20digital/our%20insights/iot%20value%20set%20to%20accelerate%20through%202030%20where%20and%20how%20to%20capture%20it/the-internet->

of-things-catching-up-to-an-accelerating-opportunity (πρόσβαση Φεβρουαρίου 2, 2022).

Claesson, Michael, και Zebulon Carlander. «Are new and emerging technologies game changers for smaller powers.» *warontherocks*. 29 Δεκεμβρίου 2021. <https://warontherocks.com/2021/12/are-new-and-emerging-technologies-game-changers-for-smaller-powers/> (πρόσβαση Ιανουρίου 31, 2022).

Claver, Enrique, Juan Llopis, Daniel Garcia, και Hipolito Molina. «Organizational culture for innovation and new technological behaviour.» *University of Alicante*. 2000. <https://core.ac.uk/download/pdf/16355666.pdf> (πρόσβαση Μαρτίου 11, 2022).

Congressional Research Service. «National Security Implications of Fifth Generation (5G) .» *Congressional Research Service*. 4 Ιουνίου 2021. <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/IF/IF11251> (πρόσβαση Ιανουαρίου 20, 2022).

Corbett, Lawrence, και Kate Rastrick. «Quality performance and organizational culture: A New Zealand study.» *Emerald*. 1 Φεβρουαρίου 2000. <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/02656710010300126/full/html> (πρόσβαση Μαρτίου 11, 2022).

DARPA. «About DARPA.» *DARPA*. 2022. <https://www.darpa.mil/about-us/about-darpa> (πρόσβαση Μάρτιος 21, 2022).

Durschmied, Erik. *Ο Αστάθμητος παράγων στην Ιστορία*. Αθήνα: Ενάλιος, 2006.

Fernandez, Candela. «The Use Of Military Drones: The Impact On Land Forces And Legal Implications.» *Finabel*. 14 Ιανουαρίου 2021. <https://finabel.org/the-use-of-military-drones-the-impact-on-land-forces-and-legal-implications/> (πρόσβαση Φεβρουαρίου 11, 2022).

Garland, Chad. «Web-enabled birds and dogs could extend battlefield networks, military researchers say.» *Stripes*. 29 Απριλίου 2020. <https://www.stripes.com/theaters/europe/web-enabled-birds-and-dogs-could-extend-battlefield-networks-military-researchers-say-1.627801> (πρόσβαση Μαρτίου 12, 2022).

- Garstka, John, David Alberts, και Frederick Stein. *Network Centric Warfare: Developing and Leveraging Information Superiority*. Washigton: Library of Congress, 2000.
- Guy, Jack, και Emily Dixon. «'Russian spy' whale shines spotlight on military-grade animals.» *CNN*. 4 Μαΐου 2019. <https://edition.cnn.com/2019/05/04/europe/marine-mammals-military-training-scli-intl/index.html> (πρόσβαση Μαρτίου 20, 2022).
- Hogan, Suellen, και Leonard Coote. «Organizational culture, innovation, and performance: A test of Schein's model.» *Science Direct*. 1 Αυγούστου 2014. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0148296313003342?via%3Dihub> (πρόσβαση Μαρτίου 11, 2022).
- IEEE. *Towards a definition of the Internet of Things (IoT)*. 1 1 2015. https://iot.ieee.org/images/files/pdf/IEEE_IoT_Towards_Definition_Internet_of_Things_Revision1_27MAY15.pdf (πρόσβαση 4 30, 2020).
- Iorga, Michaela, Larry Feldman, Robert Barton, Michael J. Martin, Nedim Goren, και Charif Mahmoudi. «Fog Computing Conceptual Model.» *US National Institute of Standards and Technology*. 1 Μαρτίου 2013. <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/SpecialPublications/NIST.SP.500-325.pdf> (πρόσβαση Μαρτίου 1, 2022).
- Job, Minimol Anil. «Big Data as a Service - BDAAS - in Cloud.» *IPASJ International Journal of Computer Science*. 1 Ιανουαρίου 2017. https://www.aou.org.bh/research/Documents/Research/IT/Dr_Minimol/Journals/2017B.pdf (πρόσβαση Ιανουαρίου 12, 2022).
- Klager, Gene. «Networked Sensors for the Combat Forces.» *Research Gate*. 1 Νοεμβρίου 2004. https://www.researchgate.net/publication/241548398_Networked_Sensors_for_the_Combat_Forces_NSfCF (πρόσβαση Ιανουαρίου 21, 2022).
- Kodheli, Oltjon, και συν. «Satellite Communications in the New Space Era: A Survey and Future Challenges.» *arxiv*. 2 Μαρτίου 2020. <https://arxiv.org/pdf/2002.08811.pdf> (πρόσβαση Φεβρουαρίου 11, 2022).

- Kumar, Santosh, και R Goudar. «Cloud Computing – Research Issues, Challenges, Architecture, Platforms and Applications: A Survey.» *researchgate*. 1 Δεκεμβρίου 2012. https://www.researchgate.net/profile/Drsantosh-Bharti/post/What_are_Privacy_Security_Issues_in_Cloud_Computing/attachment/59d641a479197b807799d959/AS%3A435848035475456%401480925677256/download/95-F0048.pdf (πρόσβαση Μαρτίου 1, 2022).
- Landreth, James, και Andrew Pfau. «Forcing the Apex predator: Unmanned systems and SSN(X).» *cimsec*. 7 Δεκεμβρίου 2021. <https://cimsec.org/forging-the-apex-predator-unmanned-systems-and-ssnx/> (πρόσβαση Φεβρουαρίου 11, 2022).
- Lechler, Armin. «Open Architecture.» *springer*. 2022. https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F978-3-642-20617-7_6537.pdf (πρόσβαση Μαρτίου 1, 2022).
- Lee, Ki, Greg Dupier, και John Pisano. «How the U.S. Military is using edge computing.» *Booz Allen*. 22 Ιανουαρίου 2022. <https://www.boozallen.com/s/insight/blog/how-the-us-military-is-using-edge-computing.html> (πρόσβαση Ιανουαρίου 22, 2022).
- Luzin, Pavel. «Electronic Warfare: Russia's Approach.» *Eurasia Program*, 1 Φεβρουαρίου 2022.
- Mell, Peter, και Timothy Grance. «The NIST Definition of Cloud Computing.» *NIST*. 1 1 2011. <http://csrc.nist.gov/publications/nistpubs/800-145/SP800-145.pdf> (πρόσβαση 2 13, 2016).
- Miller, David. «The Future of Unmanned Maritime Systems.» *The army's vision and strategy*. 16 Νοεμβρίου 2020. https://www.army.mil/article/240881/the_future_of_unmanned_maritime_systems (πρόσβαση Ιανουαρίου 30, 2022).
- Miller, Mike. «Viewpoint: The Rise of Edge Computing in Defense.» *National Defence Magazine*. 7 Οκτωβρίου 2021. <https://www.nationaldefensemagazine.org/articles/2021/10/7/the-rise-of-edge-computing-in-defense#mainContent> (πρόσβαση Ιανουαρίου 21, 2022).

- Mishra, Lalita, και Shirshu Varma. «Internet of Things for Military Applications.» *IEEE*. 13 Μαΐου 2020. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9083730> (πρόσβαση Μαρτίου 10, 2022).
- Morente, Fran, Xavier Ferràs, και Ondřej Žižlavský. «Innovation Cultural Models: Review and Proposal for Next Steps.» *Universidad del Rosario, Colombia*. 2018. <https://www.redalyc.org/journal/1872/187254470003/187254470003.pdf> (πρόσβαση Ιανουαρίου 22, 2022).
- Murshed, Sarwar, Cristomer Murphy, Daqing Hou, Nazar Khan, Ganesh Ananthanarayanan, και Faraz Hussain. «Machine Learning at the Network Edge: A Survey.» *Cornell University*. 23 Μαΐου 2021. <https://arxiv.org/abs/1908.00080>.
- Orfanus, Dalimir, Edison Pignaton de Freitas, και Frank Eliassen. «Self-Organization as a Supporting Paradigm for Military UAV Relay Networks.» *researchgate*. 2016. https://www.researchgate.net/profile/Frank-Eliassen/publication/293012446_Self-Organization_as_a_Supporting_Paradigm_for_Military_UAV_Relay_Networks/links/5805cead08aee314f68e2e91/Self-Organization-as-a-Supporting-Paradigm-for-Military-UAV-Relay-Networks. (πρόσβαση Φεβρουαρίου 1, 2022).
- Ragab, Ali Muhammad Ali. «Qualifying naval weapons to enter the era of network-centric warfare.» *aljundi*. 1 Ιανουαρίου 2022. <https://www.aljundi.ae/en/studies-and-analysis/qualifying-naval-weapons-to-enter-the-era-of-network-centric-warfare/> (πρόσβαση Φεβρουαρίου 11, 2022).
- River, Patuxent. «MQ-4C Triton UAS program provides fleet with "expeditionary" capability to increase overseas operations.» *US Naval Air Systems Command*. 20 Απριλίου 2021. <https://www.navair.navy.mil/news/MQ-4C-Triton-UAS-program-provides-fleet-expeditionary-capability-increase-overseas-operations> (πρόσβαση Μαρτίου 11, 2022).
- Sareen, Pankaj. «Cloud Computing: Types, Architecture, Applications, Concerns, Virtualization and Role of IT Governance in Cloud.» *Academia*. 3

- Μαρτίου 2013. <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/51531005/V3I3-0320-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1648231805&Signature=Re93yofkRQmrx9-BQD1zkkXTpjF~Upz3BX-YjEdKRNgUjWpyzrcHQR7XQ2QYBmp-XCQUPfCb7ASjUHieVVjk2oqvROyT5VCXmUjvoBINmcHeVFAmxHZ3WdStyF7LuJtNdi1hMPU6o9MV9-hF> (πρόσβαση Μαρτίου 2, 2022).
- Shultz, Richard. «Military Innovation in War: It Takes a Learning Organization.» *Joint Special Operations University*. 2016. https://www.sofx.com/wp-content/uploads/2016/07/JSOU16-6_Shultz_TF714_final1.pdf.
- Tortonesi, M., και συν. «Leveraging Internet of Things within the military network environment — Challenges and solutions.» *IEEE*. 9 Φεβρουαρίου 2017. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7845503> (πρόσβαση Μαρτίου 12, 2022).
- Vesnesky, Joseph. «Harnessing Business: Decision-Making and Innovation in the US Army.» *School of Advanced Military Studies*. 23 Μαρτίου 2020. <https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/AD1159933.pdf> (πρόσβαση Μαρτίου 2022, 22).
- Vey, Karin, Tanja Fandel-Meyer, Jan S. Zipp, και Christian Schneider. «Learning & Development in Times of Digital Transformation: Facilitating a Culture of Change and Innovation.» *University of St. Gallen*. 30 Μαρτίου 2017. <https://online-journals.org/index.php/i-jac/article/view/6334>.
- Yushi, Lan, Jiang Fei, και Yu Hui. «Study on application modes of military Internet of Things (MIOT).» *IEEE*. 1 Αυγούστου 2012. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6273031/> (πρόσβαση Μαρτίου 10, 2022).
- Zhang, Dell. «Parallel Computing and Distributed Systems.» *Birkberk University of London*. 1 1 2015. http://www.dcs.bbk.ac.uk/~dell/teaching/cc/dell_cc_02.pdf (πρόσβαση 12 22, 2015).
- Βέττας, Νίκος, και συν. «Ο τομέας μεταποίησης στην Ελλάδα: Τάσεις και προοπτικές.» *IOBE*. 1 Μαΐου 2017.

- http://iobe.gr/docs/research/res_05_f_06062017_rep_gr.pdf (πρόσβαση Μαρτίου 20, 2022).
- Γεωργακόπουλος, Θεόδωρος. «Το Δημογραφικό Πρόβλημα Της Ελλάδας: Μια Έρευνα.» *dianeosis*. 1 Σεπτεμβρίου 2016. https://www.dianeosis.org/2016/09/greece_demographic_crisis/ (πρόσβαση Μαρτίου 11, 2022).
- Κόλμερ, Κωνσταντίνος. «Οι ένοχοι της δημογραφικής γενοκτονίας των Ελλήνων.» *slpress*. 7 Ιανουρίου 2019. <https://slpress.gr/koinonia/oi-enochoi-tis-dimografikis-genoktonias-ton-ellinon/> (πρόσβαση Μαρτίου 22, 2022).
- Κράλογλου, Γιώργου. «Η αποβιομηχάνιση στην Ελλάδα είναι νομοτέλεια.» *Capital*. 18 Σεπτεμβρίου 2013. <https://www.capital.gr/o-giorgos-kraloglou-grafei/1872471/i-arobiomixanisi-stin-ellada-einai-nomoteleia> (πρόσβαση Μαρτίου 22, 2022).
- Κτενάς, Χρήστος. «Εικόνες: Το Αμερικανικό Ναυτικό δοκιμάζει μη επανδρωμένα κάθε τύπου στο κυνήγι υποβρυχίων. Ριζικές αλλαγές και διδάγματα.» *Πτήση και Διάστημα*. 30 Απριλίου 2021. <https://www.ptisidiastima.com/usnavy-test-multiple-umanned-in-asw/> (πρόσβαση Φεβρουαρίου 11, 2022).
- Μπελεγράτης, Σπύρος. «Η Διάχυση της Τεχνολογικής Προόδου υπό το Πρίσμα της Άμυνας και Ασφάλειας του Μέλλοντος.» *Εθνικές Επάλξεις*, Οκτώβριος - Δεκέμβριος 2021: 42-46.
- Ναυτεμπορική. «Στο μικροσκόπιο το ελληνικό μοντέλο ανάπτυξης.» *Ναυτεμπορική*. 30 Νοεμβρίου 2008. <https://www.naftemporiki.gr/finance/story/186091/sto-mikroskopio-to-elliniko-montelo-anaptuksis> (πρόσβαση Μαρτίου 18, 2022).
- Πλούμης, Μιχαήλ. «Τεχνολογία και Πόλεμος: Προς μία Νέα Οργανωτική Δομή για την Επιχειρησιακή Σχεδίαση.» *Εθνικές Επάλξεις*, Ιανουάριος-Μάρτιος 2021: 36-36.
- Σιμοπούλου, Εύη. «Ισραηλινοί «θόλοι» θα προστατεύουν την Ελλάδα από τουρκικά UAV και πυραύλους.» *Newsbomb*. 12 Φεβρουαρίου 2022. <https://www.newsbomb.gr/ellada/ethnika/story/1283054/israilinoi-tholoi-tha>

prostateyoyin-tin-ellada-apo-toyrkika-dron-kai-pyrayloys
Φεβρουαρίου 14, 2022).

(πρόσβαση

Παράρτημα Α: Υπηρεσίες και υλοποιήσεις του Cloud Computing

Οι υπηρεσίες που προσφέρουν οι πάροχοι λύσεων cloud computing διακρίνονται στις ακόλουθες κατηγορίες:

- **Λογισμικό ως υπηρεσία (Software as a Service - SaaS):** Οι χρήστες των υπηρεσιών αυτών χρησιμοποιούν λογισμικό το οποίο είναι εγκατεστημένο στην υποδομή του παρόχου και το οποίο μπορούν να το προσπελάσουν μέσω του διαδικτύου. Με τη χρήση αυτού του είδους των υπηρεσιών, οι τελικοί χρήστες δεν έχουν τον έλεγχο της υποδομής cloud. Ωστόσο απαλλάσσονται από την μέριμνα για τη βελτιστοποίηση της αποδοτικότητας των εφαρμογών που χρησιμοποιούν, την μεγιστοποίηση της διαθεσιμότητας τους, την ανάκτηση τους από καταστροφές και της συντήρησης τους.
- **Πλατφόρμα ως υπηρεσία (Platform as a Service - PaaS):** Πρόκειται για υπηρεσίες που προσφέρουν πλατφόρμα ανάπτυξης που υποστηρίζει τον πλήρη κύκλο ζωής λογισμικού. Οι χρήστες της δύνανται να αναπτύσσουν υπηρεσίες και εφαρμογές εξ' ολοκλήρου στην πλατφόρμα αυτή. Η διαφορά μεταξύ SaaS και PaaS είναι ότι το SaaS φιλοξενεί μόνο ολοκληρωμένες εφαρμογές, ενώ το PaaS προσφέρει μια πλατφόρμα ανάπτυξης που φιλοξενεί ολοκληρωμένες και σε εξέλιξη εφαρμογές cloud. Αυτό απαιτεί το PaaS, εκτός από την υποστήριξη του περιβάλλοντος φιλοξενίας εφαρμογών, να διαθέτει υποδομή ανάπτυξης συμπεριλαμβανομένου περιβάλλοντος προγραμματισμού, εργαλείων, διαχείρισης ρυθμίσεων. Με τις υπηρεσίες PaaS, ο χρήστης απαλλάσσεται από την απαίτηση για προμήθεια, εγκατάσταση, συντήρηση και αναβάθμιση – συχνά μεγάλου κόστους – λογισμικού ανάπτυξης εφαρμογών.
- **Υποδομή ως υπηρεσία (Infrastructure as a Service - IaaS):** Οι χρήστες των υπηρεσιών αυτών χρησιμοποιούν απευθείας υποδομές πληροφορικής - επεξεργαστές, αποθηκευτικά μέσα, δίκτυα και άλλους υπολογιστικούς πόρους – του παρόχου. Ο διαμοιρασμός

των πόρων αυτών σε πολλαπλούς χρήστες γίνεται με εικονοποίηση⁵⁸.

- Δεδομένα ως υπηρεσία (Data as a Service - DaaS): Οι σύγχρονες απαιτήσεις και δυνατότητες σε διαθεσιμότητες μεγάλου όγκου δεδομένων από τους κάθε προσανατολισμού και κλίμακας οργανισμούς, ανέδειξε την προσέγγιση της DaaS. Οι υπηρεσίες αυτού του τύπου επιτρέπουν στους χρήστες τους να έχουν πρόσβαση στο περιεχόμενο μεγάλων βάσεων δεδομένων χωρίς να αναγκάζονται να τις σχεδιάζουν, αναπτύσσουν, συντηρούν και εξασφαλίζουν (Kumar και Goudar 2012).
- Μεγάλα Δεδομένα ως Υπηρεσία (Big Data as a Service – BDaaS): Ο όγκος των δεδομένων που παράγονται και καταναλώνονται αυξάνεται ραγδαία, στην σύγχρονη εποχή. Η αυξανόμενη χρήση των μέσων κοινωνικής δικτύωσης και η χρήση έξυπνων συσκευών παράγουν μεγάλες ποσότητες δεδομένων. Η κατάλληλη διαχείριση αυτών των δεδομένων, παρέχει στους οργανισμούς πολύτιμες πληροφορίες για τις διαδικασίες λήψης αποφάσεων. Αυτοί οι μεγάλοι όγκοι δεδομένων αναφέρονται ως Big Data και η διαχείριση τους απαιτεί συχνά διαθεσιμότητα πόρων υψηλών δυνατοτήτων, εξειδικευμένο λογισμικό και γνώσεις διαχείρισης και ανάλυσης τους. Το Big Data-as-a-Service παρέχει κοινές υπηρεσίες που σχετίζονται με μεγάλα δεδομένα στους χρήστες για τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας και τη μείωση του κόστους (Job 2017).
- Δοκιμαστικό περιβάλλον ως υπηρεσία (Test Environment as a Service - TEaaS): Η υπηρεσία αυτή προσφέρει στους χρήστες της περιβάλλον δοκιμής στο οποίο το λογισμικό και τα σχετικά

⁵⁸ Η εικονοποίηση είναι μία μεθοδολογία που χρησιμοποιείται εκτενώς στο IaaS cloud για την παροχή κακι απόσπαση φυσικών πόρων με ad-hoc τρόπο για την κάλυψη της αυξανόμενης ή μειωμένης ζήτησης πόρων από τους χρήστες του νέφους. Η βασική στρατηγική της εικονοποίησης είναι η δημιουργία ανεξάρτητων εικονικών μηχανών (Virtual Machine - VM) που είναι απομονωμένες τόσο από το υποκείμενο υλικό όσο και από άλλα VM.

δεδομένα φιλοξενούνται κεντρικά. Σε αυτά μπορούν να έχουν πρόσβαση χρήστες με σκοπό την δοκιμαστική χρήση τους.

- Backend as a service (BaaS): Αναφέρεται στη βιβλιογραφία και ως "Mobile Backend as a Service" (MBaaS). Είναι ένα μοντέλο παροχής υπηρεσιών στους προγραμματιστές web και mobile εφαρμογών, που τους δίνει τη δυνατότητα να συνδέουν τις εφαρμογές τους με αποθηκευτικές διατάξεις προσβάσιμες δημόσια, που διαθέτουν δεδομένα που είναι απαραίτητα για την λειτουργία ή την αναβάθμιση τους (Job 2017).

Ως προς το καθεστώς ιδιοκτησίας των cloud υποδομών και της πρόσβασης των χρηστών σε αυτές, οι υλοποιήσεις του διακρίνονται (Zhang 2015):

- Δημόσιο Νέφος (Public Cloud): Το Δημόσιο Νέφος συντίθεται από ένα σύνολο από υπολογιστικούς πόρους οι οποίοι παρέχονται στον πελάτη μέσω του διαδικτύου. Το υλικό και το λογισμικό που χρησιμοποιούνται βρίσκονται εξ ολοκλήρου εγκατεστημένα στις εγκαταστάσεις του παρόχου. Ο πελάτης το μόνο που χρειάζεται να έχει είναι κατάλληλη πρόσβαση στο διαδίκτυο ώστε να δύναται να χρησιμοποιεί τις υπηρεσίες του.
- Αποκλειστικό Νέφος (Dedicated Cloud): Στην διαμόρφωση αποκλειστικού υπολογιστικού νέφους τόσο το υλικό μέρος όσο και το λογισμικό είναι εγκατεστημένα στην πλευρά του παρόχου και λειτουργούν αποκλειστικά για έναν συγκεκριμένο πελάτη. Η αρχιτεκτονική και τα επίπεδα υπηρεσιών καθορίζονται από τον πάροχο. Βασικό πλεονέκτημα της αποκλειστικής χρήσης των υπηρεσιών υπολογιστικού νέφους είναι το ότι οι υπολογιστικοί πόροι δεν διαμοιράζονται με άλλους πελάτες. Από την άλλη το κόστος πρόσβασης σε τέτοιου είδους υπηρεσίες είναι μεγαλύτερο.
- Ιδιωτικό Νέφος (Private Cloud): Το ιδιωτικό νέφος συνίσταται από ένα σύνολο υπολογιστικών πόρων που προσφέρονται με την μορφή υπηρεσιών που καθορίζονται, σχεδιάζονται και ελέγχονται από έναν οργανισμό. Η προσέγγιση αυτή απαντά στην ανάγκη για τη διατήρηση του ελέγχου του συνόλου του πληροφοριακού

συστήματος κυρίως λόγω ιδιαίτερων απαιτήσεων των εφαρμογών που τρέχουν σε αυτό. Χαρακτηρίζεται από σημαντικό κόστος απόκτησης και λειτουργίας του.

- **Ιδιωτική Υποδομή Νέφους (Private Cloud Appliance):** Πρόκειται για μία προσέγγιση κατά την οποία η ανάπτυξη και συντήρηση της υποβόσκουσας υποδομής είναι αρμοδιότητα του παρόχου. Η διαχείριση του λογισμικού γίνεται από τον πελάτη. Επιλέγεται κυρίως από οργανισμούς που διαχειρίζονται ευαίσθητα δεδομένα και πληροφορίες που δεν πρέπει να είναι προσβάσιμες από τρίτους.
- **Κοινοτικό Νέφος (Community Cloud):** Είναι μορφή υπολογιστικού νέφους όπου η υποδομή του είναι κατανεμημένη σε διαφορετικούς οργανισμούς. Συνήθως χρησιμοποιείται για να παρέχει υποστήριξη στις απαιτήσεις κοινοτήτων που περιλαμβάνουν οντότητες με απαιτήσεις για ασφάλεια και λειτουργικότητα.
- **Υβριδικό Νέφος (Hybrid Cloud):** Είναι νέφη τα οποία συνδυάζουν τα χαρακτηριστικά τόσο των δημοσίων όσο και των ιδιωτικών νεφών δημιουργώντας μία περισσότερο ευέλικτη κατηγορία που συνδυάζουν τα πλεονεκτήματα των δύο αυτών προσεγγίσεων.

Παράρτημα Β: Χαρακτηριστικά του fog computing

Τα χαρακτηριστικά της προσέγγισης του fog computing⁵⁹ είναι:

- α. Προσδιορισμός της φυσικής και λογικής τοποθεσίας της συσκευής και περιορισμός της λανθάνουσας καθυστέρησης: Καθώς οι fog κόμβοι που λαμβάνουν τα αιτήματα εξυπηρέτησης, γνωρίζουν τη φυσική και λογική τους θέση στο δίκτυο, επιλέγουν τον τρόπο που θα επικοινωνήσουν με τους υπόλοιπους κόμβους ή με την υποδομή του υπολογιστικού νέφους, προκειμένου να ανταποκριθούν στην αίτηση στον μικρότερο δυνατό χρόνο⁶⁰.
- β. Γεωγραφική κατανομή: Οι εφαρμογές που χρησιμοποιούν οι συσκευές στην προσέγγιση του fog, χρησιμοποιούν διάσπαρτες αλλά γεωγραφικά αναγνωρίσιμες συσκευές ή εικονικά στοιχεία που συνδέονται στενά με τις έξυπνες τελικές συσκευές ή τα δίκτυα πρόσβασης και παρέχουν υπολογιστικούς πόρους σε αυτές τις συσκευές. Ένας κόμβος έχει επίγνωση της γεωγραφικής κατανομής και της λογικής του θέσης στο πλαίσιο του συμπλέγματός του. Επιπλέον, παρέχουν κάποια μορφή διαχείρισης δεδομένων και υπηρεσιών επικοινωνίας μεταξύ των δικτύων σε κατανεμημένες αρχιτεκτονικές.
- γ. Διαλειτουργικότητα - Συντονισμός: Η απρόσκοπτη υποστήριξη ορισμένων υπηρεσιών απαιτεί τη συνεργασία διαφορετικών παρόχων. Τα υπολογιστικά στοιχεία, σε μία fog διάταξη, μπορούν να διαλειτουργούν με αποτέλεσμα και οι υπηρεσίες ενοποιούνται.

⁵⁹ Το Fog και το Cloud χρησιμοποιούν τους ίδιους πόρους (δικτύωση, υπολογισμός και αποθήκευση) και μοιράζονται πολλούς από τους ίδιους μηχανισμούς και χαρακτηριστικά (εικονοποίηση, πολλαπλή μίσθωση). Συμπληρώνει το υπολογιστικό νέφος και δεν το υποκαθιστά. Προέκυψε κυρίως ως απαίτηση διαχείρισης των δεδομένων του Διαδικτύου των Πραγμάτων για τη προσθήκη ενός ακόμα επιπέδου επεξεργασίας και διαχείρισης στην αρχιτεκτονική του υπολογιστικού νέφους.

⁶⁰ Επειδή οι κόμβοι συχνά τοποθετούνται κοντά στις έξυπνες τελικές συσκευές, η ανάλυση και η απόκριση στα δεδομένα που δημιουργούνται από αυτές τις συσκευές είναι πολύ πιο γρήγορη από ό,τι από μια κεντρική υπηρεσία cloud ή κέντρο δεδομένων.

- Αλληλεπιδράσεις σε πραγματικό χρόνο. Οι εφαρμογές που κάνουν χρήση των υπηρεσιών του fog, μπορούν να αλληλεπιδρούν με το περιβάλλον τους σε πραγματικό χρόνο.
- Επεκτασιμότητα και ευελιξία συμπλεγμάτων fog κόμβων.
- Ανομοιογένεια. Οι κόμβοι έχουν την δυνατότητα να χρησιμοποιούνται σε μεγάλη ποικιλία περιβαλλόντων, να συμμετέχουν σε συμπλέγματα κόμβων ή συμπλέγματα συμπλεγμάτων και να υποστηρίζουν κατάλληλες αντιδράσεις σε μεταβολές που συμβαίνουν στα περιβάλλοντα αυτά προσαρμόζοντας κατάλληλα τις λειτουργίες τους.

Οι υλοποιήσεις του fog συνήθως αφορούν συσκευές που δικτυώνονται με ασύρματα κανάλια επικοινωνίας, έχουν σχετικά υψηλή επικοινωνία και υποστηρίζουν την κινητότητα ⁶¹ (Iorga, και συν. 2013).

Τα χαρακτηριστικά του το καθιστούν κατάλληλο για εφαρμογές όπου:

- Ο λανθάνων χρόνος πρέπει να είναι μικρός ή έστω προβλέψιμος
- Τα συστατικά τους στοιχεία (είτε σε επίπεδο υλικού είτε σε επίπεδο λογισμικού), είναι κατανεμημένα σε διαφορετικές περιοχές.
- Η λειτουργία τους απαιτεί προσαρμογή σε κίνηση (πχ παρακολούθηση κίνησης σε σιδηροδρομικές γραμμές).
- Το αντικείμενο τους είναι η παρακολούθηση και ο έλεγχος συστημάτων μεγάλης κλίμακας⁶² (Bonomi, et al. 2019)

⁶¹ Iorga Michaela, Feldman Larry, Barton Robert, Martin Michael, Goren Nedim, Mahmoudi Charif, 2013, Fog Computing Conceptual Model

⁶² Bonomi Flavio, Milito Rodolfo, Natarajan Preethi, Zhu Jiang, 2019, Fog Computing: A Platform for Internet of Things and Analytics

Παράρτημα Γ: Βασικά Στοιχεία Μηχανικής Μάθησης

Ένας από τους τρόπους που οι ζώντες οργανισμοί αποκτούν γνώση είναι η εμπειρία. Οι ζώντες οργανισμοί με βάση τις παρελθούσες εμπειρίες παράγουν πρότυπα καταστάσεων τα οποία αναγνωρίζουν αν επαναληφθούν στο μέλλον. Η αναγνώριση των προτύπων αυτών είναι ικανή να προσαρμόσει ανάλογα την συμπεριφορά τους. Η σύνδεση αιτίας και αποτελέσματος με βάση την εμπειρία θα πρέπει να είναι δοκιμασμένη και τεκμηριωμένη καθώς σε διαφορετική περίπτωση οδηγεί στην παραγωγή εσφαλμένων προτύπων. Η ποιότητα και η ακρίβεια των προτύπων που δημιουργούνται εξαρτώνται από την προηγούμενη γνώση.

Μηχανική μάθηση είναι τομέας της πληροφορικής που μελετά την δυνατότητα των ηλεκτρονικών υπολογιστών να μαθαίνουν και να προσαρμόζουν την εξέλιξη των λειτουργιών τους όχι με βάση κάποιο πρόγραμμα αλλά με βάση τα δεδομένα εισόδου και προβλέψεις, που κάνουν για τις επερχόμενες καταστάσεις, χρησιμοποιώντας τα. Η δημιουργία των προτύπων που καθορίζει την συμπεριφορά του ηλεκτρονικού υπολογιστή με βάση τα δεδομένα εισόδου ονομάζεται εκπαίδευση. Τα δεδομένα που θα χρησιμοποιηθούν για τον σκοπό αυτό επιλέγονται προσεκτικά.

Η μηχανική μάθηση χρησιμοποιείται κυρίως για εργασίες που εκτελούνται από τον ανθρώπινο παράγοντα και για τις οποίες ο προγραμματισμός ηλεκτρονικού υπολογιστή για την ολοκλήρωσή τους είναι αδύνατος. Επίσης χρησιμοποιούνται για την ανάλυση μεγάλου όγκου δεδομένων και για λειτουργίες των οποίων η εξέλιξη και το αποτέλεσμα εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από το περιβάλλον στο οποίο τρέχουν.

Οι μεθοδολογίες της μηχανικής μάθησης διακρίνονται σε δύο κατηγορίες:

- Μεθοδολογίες επιτηρούμενης μάθησης: Πρόκειται για μεθοδολογίες κατά τις οποίες παρέχονται τόσο δεδομένα εισόδου όσο και επιθυμητά δεδομένα εξόδου. Τα δεδομένα εισόδου ταξινομούνται ως προς τα δεδομένα εξόδου και η ταξινόμηση αυτή αποτελεί μία βάση για την πρόβλεψη μελλοντικών εξόδων. Με βάση τα ζεύγη αυτά εισόδου – εξόδου παράγεται το μοντέλο το οποίο θα αποτελέσει τον οδηγό για τις μελλοντικές εκτιμήσεις. Τα μοντέλα που παράγονται με τις μεθόδους της κατηγορίας αυτής χαρακτηρίζονται γενικά από υψηλή ακρίβεια. Το βασικό

- μειονέκτημα των μεθόδων αυτών είναι ότι απαιτούν τον προσδιορισμό προτύπων για κάθε κατηγορία δεδομένων. Οι μεθοδολογίες επιτηρούμενης μάθησης διακρίνονται περαιτέρω σε:
- Μεθοδολογίες ταξινόμησης: Οι μεταβλητές εξόδου αποτελούν διακριτές τιμές που αντιστοιχούν σε κατηγορίες ταξινόμησης.
 - Μεθοδολογίες παλινδρόμησης: Οι μεταβλητές εξόδου αντιστοιχούν σε συνεχείς τιμές.
 - Μεθοδολογίες μάθησης χωρίς επιτήρηση: Η μη επιτηρούμενη μηχανική μάθηση στοχεύει στην ανίχνευση προτύπων στα ίδια τα δεδομένα εισόδου προκειμένου να μοντελοποιήσει την υποκείμενη δομή ή κατανομή τους. Με τον τρόπο αυτό παράγουν γνώση. Οι μεθοδολογίες αυτές διακρίνονται σε:
 - Μεθοδολογίες συσταδοποίησης: Οι μεταβλητές εξόδου είναι διακριτές τιμές που αντιστοιχούν σε κατηγορίες που δεν είναι γνωστές εκ των προτέρων.
 - Μεθοδολογίες συσχέτισης: Αναζητούνται συσχετίσεις μεταξύ των χαρακτηριστικών - παραμέτρων των δεδομένων.

Μία άλλη διάκριση των μεθοδολογιών μηχανικής μάθησης σχετίζεται με τον βαθμό κατά τον οποίο ο αναλυτής επεμβαίνει στην διαμόρφωση των δεδομένων εισόδου. Με βάση τα κριτήρια αυτά διακρίνονται σε:

- Παθητικές μεθοδολογίες όπου τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή του μοντέλου προέρχονται από απλή παρατήρηση του περιβάλλοντος.
- Ενεργητικές μέθοδοι όπου ο ενεργών την διαδικασία επεμβαίνει στην διαμόρφωση των δεδομένων που θα χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή των μοντέλων.

Παράρτημα Δ: Τεχνικές προσαρμογής των μοντέλων μηχανικής μάθησης σε συσκευές με περιορισμένους πόρους

Οι τεχνικές που χρησιμοποιούνται για την προσαρμογή μοντέλων Μηχανικής Μάθησης σε συσκευές περιορισμένων πόρων είναι οι εξής:

- Προσαρμογή των αλγορίθμων: Οι τεχνικές που έχουν ήδη εφαρμοστεί για την προσαρμογή των αλγορίθμων μηχανικής μάθησης σε περιβάλλοντα με περιορισμένους πόρους, αφορούν τα συνελκτικά (Convolutional) και ανατροφοδοτούμενα (Recurrent) νευρωνικά δίκτυα. Στην περίπτωση των πρώτων υλοποιούνται συνελίξεις διαχωρισμένες σε βάθος, αντικαθιστώντας το άθροισμα πολλαπλών συνελκτικών λειτουργιών από ένα σταθμισμένο άθροισμα αποτελεσμάτων που λαμβάνονται από μία μόνο συνελκτική λειτουργία⁶³. Οι σε βάθος διαχωρισμένες περιελίξεις χωρίζουν κάθε συνελκτικό στρώμα σε δύο ξεχωριστά στρώματα που εξυπηρετούν τον ίδιο σκοπό με ένα ενιαίο συνελκτικό στρώμα, ενώ επίσης μειώνουν σημαντικά το μέγεθος του μοντέλου και το υπολογιστικό κόστος κατά τη διάρκεια της εξαγωγής συμπερασμάτων. Στην περίπτωση των ανατροφοδοτούμενων νευρωνικών δικτύων⁶⁴, εφαρμόζεται κβαντισμός των βαρών ώστε να υπολογίζονται μόνο ακέραιες τιμές⁶⁵. Αν και έχει 2-4 φορές λιγότερες παραμέτρους από άλλα αποδοτικά μοντέλα RNN, παρέχει την ίδια ή μερικές φορές καλύτερη ακρίβεια. Είναι δυνατή η τοποθέτηση του FastGRNN σε 1-6 kilobyte αποθηκευτικό χώρο, γεγονός που καθιστά αυτόν τον αλγόριθμο κατάλληλο για συσκευές IoT.

⁶³ Ένα τυπικό μοντέλο CNN χρησιμοποιεί κάθε συνελκτικό επίπεδο για να δημιουργήσει ένα νέο σύνολο εξόδων φιλτράροντας και αθροίζοντας τα κανάλια εισόδου.

⁶⁴ Τα επαναλαμβανόμενα νευρωνικά δίκτυα (RNN) είναι ισχυρά νευρωνικά δίκτυα που χρησιμοποιούνται για την επεξεργασία διαδοχικών δεδομένων που χρησιμοποιούν τεχνικές για την ενίσχυση των αποτελεσμάτων τους μέσω της αύξησης του μεγέθους του μοντέλου που αναπτύσσουν.

⁶⁵ Ο χρόνος πρόβλεψης μειώνεται με τη χρήση τμηματικών γραμμικών προσεγγίσεων για να διασφαλιστεί ότι όλοι οι υπολογισμοί χρησιμοποιούν μόνο ακέραιους αριθμούς.

- Κατανεμημένη Αρχιτεκτονική Εκπαίδευσης: Η κατανεμημένη εκπαίδευση μοντέλων Deep Learning σε πολλαπλές συσκευές έχει δύο σημαντικά πλεονεκτήματα. Το ένα αφορά τα δεδομένα που συλλέγονται από τελικές συσκευές, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για εκπαίδευση/επαναπροσαρμογή στους διακομιστές άκρων (edge computing), μειώνοντας έτσι την επιβάρυνση της επικοινωνίας μετάδοσης σε έναν κεντρικό διακομιστή cloud. Το άλλο έχει να κάνει με την ελαχιστοποίηση της έκθεσης των δεδομένων στους κινδύνους της ροής τους στα δίκτυα. Επιπλέον το απόρρητο του συνόλου των δεδομένων εξασφαλίζεται καθώς αποφεύγεται η συγκέντρωση των δεδομένων σε μία τοποθεσία. Η κυριότερη τεχνική που χρησιμοποιείται είναι μία κατανεμημένη εκδοχή της Gradient Descent που ελαχιστοποιεί τη συνάρτηση απώλειας ενός μοντέλου εκμάθησης χρησιμοποιώντας την υπολογιστική ισχύ μόνο των συσκευών ακμών. Το τοπικό Gradient Descent εκτελείται σε πολλαπλές συσκευές στα άκρα των δικτύων, με βάση τα δεδομένα που λαμβάνονται σε κάθε συσκευή (δηλαδή σε τοπικά σύνολα δεδομένων). Αυτό παράγει τοπικά ενημερωμένα αντίγραφα του μοντέλου μηχανικής μάθησης. Αυτά τα αντίγραφα αποστέλλονται σε μια άλλη συσκευή edge, (αναφέρεται ως aggregator), η οποία υπολογίζει τον σταθμισμένο μέσο όρο όλων των τοπικά ενημερωμένων μοντέλων. Αυτό το μέσο μοντέλο αποστέλλεται πίσω σε όλες τις συσκευές άκρων, έτσι ώστε κάθε συσκευή να φέρει πλέον ένα μοντέλο με μέσο όρο δεδομένων εκπαίδευσης από όλες τις συσκευές άκρων. Η επόμενη επανάληψη εκτελεί τοπικές ενημερώσεις για άλλη μια φορά και η διαδικασία επαναλαμβάνεται έως ότου η κατανάλωση πόρων φτάσει σε έναν προκαθορισμένο κατώφλι. Μία άλλη τεχνική που ακολουθείται είναι η Ομοσπονδιακή μάθηση (Federal Learning), που αποτελεί μία οικογένεια κατανεμημένων μεθόδων μηχανικής μάθησης που περιλαμβάνουν τη συλλογική εκπαίδευση μοντέλων

κατανεμημένων νευρωνικών δικτύων κοινής πρόβλεψης σε συσκευές με περιορισμένους πόρους. Όλα τα δεδομένα εκπαίδευσης διατηρούνται στις τελικές συσκευές και η εκπαίδευση μοντέλων πραγματοποιείται σε ισχυρή τοπική υποδομή ή υποδομή υπολογιστικού νέφους. Η διαδικασία εκπαίδευσης ολοκληρώνεται σε δύο βήματα: στην τοπική εκπαίδευση και την καθολική εκπαίδευση. Στην τοπική εκπαίδευση, η τελική συσκευή κατεβάζει το μοντέλο από έναν κεντρικό διακομιστή cloud, υπολογίζει ένα ενημερωμένο μοντέλο χρησιμοποιώντας αυτά τα τοπικά δεδομένα για να βελτιώσει την απόδοση του μοντέλου. Μετά από αυτό, χρησιμοποιείται μια κρυπτογραφημένη υπηρεσία επικοινωνίας για την αποστολή μιας σύνοψης όλων των ενημερώσεων που έγιναν από την τελική συσκευή στον διακομιστή. Ο διακομιστής συγκεντρώνει αυτά τα ενημερωμένα μοντέλα για να δημιουργήσει ένα βελτιωμένο καθολικό μοντέλο. Αυτή η αποκεντρωμένη προσέγγιση μηχανικής μάθησης, διασφαλίζει τη βέλτιστη χρήση των διαθέσιμων τελικών συσκευών και δεν διαμοιράζει δεδομένα μεταξύ αυτών, γεγονός που συμβάλλει στην ενίσχυση της ασφάλειας και του απορρήτου των τοπικών δεδομένων. Η αποτελεσματικότητα της προσέγγισης αυτής εξασφαλίζεται με τεχνικές αντιμετώπισης της ετερογένειας των τελικών συσκευών αλλά και του επικοινωνιακού κόστους που απαιτεί. Για τη διασφάλιση του απορρήτου της επικοινωνίας μεταξύ των τελικών συσκευών και των διακομιστών χρησιμοποιούνται τεχνικές ενσωμάτωσης θορύβου, κρυπτογράφησης και blockchains.

- Συμπύεση των μοντέλων: Για την συμπύεση των μοντέλων χρησιμοποιούνται κυρίως δύο τεχνικές. Η πρώτη εφαρμόζει κβαντοποίηση των τιμών των παραμέτρων, κάτι που έχει επίπτωση στην ακρίβεια των προβλέψεων με κέρδος την οικονομία σε αποθηκευτικό χώρο αλλά και υπολογιστική πολυπλοκότητα. Η δεύτερη τεχνική εφαρμόζει κλάδεμα του μοντέλου, το οποίο μειώνει τον αριθμό των παραμέτρων του.

- Κατανεμημένα Συμπεράσματα Βαθιάς Μάθησης: Οι κατανεμημένες αρχιτεκτονικές Βαθιών νευρωνικών δικτύων επιτρέπουν τη διανομή τους στην υποδομή edge cloud, προκειμένου να διευκολύνεται η τοπική και γρήγορη εξαγωγή συμπερασμάτων σε συσκευές στα άκρα του δικτύου, όπου είναι δυνατόν. Η επιτυχία ενός μοντέλου κατανεμημένου νευρωνικού δικτύου εξαρτάται από τη διατήρηση του κόστους επικοινωνίας μεταξύ συσκευών όσο το δυνατόν χαμηλότερα. Έχουν γίνει αρκετές προσπάθειες διαχωρισμού και διανομής ενός μοντέλου μεταξύ συσκευών στα άκρα των δικτύων, με αποτέλεσμα την ταχύτερη εξαγωγή συμπερασμάτων. Το συμπέρασμα που προκύπτει από το βαθύ νευρωνικό δίκτυο μπορεί να διανεμηθεί είτε κατακόρυφα, κατά μήκος της αρχιτεκτονικής του συνδυασμού των νεφών, είτε οριζόντια, κατά μήκος πολλαπλών συσκευών στο ίδιο επίπεδο της αρχιτεκτονικής. (Murshed, et al. 2021).

Παράρτημα Ε: Βασικά Στοιχεία για το Διαδίκτυο των Πραγμάτων

Το Internet Of Things (IoT) είναι ένα πεδίο εφαρμογής του διαδικτύου που καλύπτει ένα μεγάλο πλήθος από δραστηριότητες, με την χρήση διαφορετικών τεχνολογιών και συστατικών σε μηχανισμούς χαμηλού επιπέδου (κυρίως υλικού). Τα λειτουργικά συστήματα των IoT συστατικών τρέχουν σε μικρής κλίμακας στοιχεία, εκτελώντας στοιχειώδεις λειτουργίες. Σε ανώτερο επίπεδο από αυτά, τοποθετούνται λειτουργίες διαχείρισης και επεξεργασίας των παραγομένων εξόδων. Οι λειτουργίες αυτές εξυπηρετούν ποικίλους εξειδικευμένους ή γενικούς σκοπούς. Στο μεσαίο επίπεδο της παραπάνω γενικευμένης και αφαιρετικής περιγραφής του IoT τοποθετούνται οι πλατφόρμες IoT. Πρόκειται για το μέσο πάνω στο οποίο υλοποιούνται οι λειτουργίες που σχετίζονται με την δικτύωση των συσκευών (IEEE 2015).

Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων είναι συνδυασμένη εξέλιξη πολλαπλών τομέων έρευνας, όπως κυβερνοφυσικά συστήματα, κατανεμημένη επεξεργασία, ενσωματωμένα συστήματα, κινητά ad-hoc δίκτυα⁶⁶, ασύρματα δίκτυα αισθητήρων, δίκτυα κινητής τηλεφωνίας, φορητοί υπολογιστές, υπολογιστικό νέφος, ανάλυση μεγάλων δεδομένων, ευφυείς πράκτορες, υπολογιστές χαμηλής ισχύος και τις επικοινωνίες μηχανής με μηχανή (Tortonesi, και συν. 2017). Προσδιορίζεται ως ένα ευρύ σύνολο από αισθητήρες και ενεργοποιητές, που συνδέονται μέσω δικτύων με υπολογιστικά συστήματα. Αυτά τα συστήματα μπορούν να παρακολουθούν ή να διαχειρίζονται τις ενέργειες συνδεδεμένων αντικειμένων και μηχανών. Το εύρος των εφαρμογών του διαδικτύου των πραγμάτων ολοένα και αυξάνεται με αποτέλεσμα να τυγχάνουν μεγαλύτερης υιοθέτησης από μεμονωμένους ανθρώπους και οργανισμούς. Παράλληλα όσο ωριμάζουν οι σχετικές τεχνολογίες, τόσο ενισχύεται η διεισδυτικότητα του. Οι τεχνολογίες αυτές σχετίζονται με την – ασύρματη κυρίως – δικτύωση, το υλικό μέρος των μικροϋπολογιστών, τη μηχανική μάθηση και την τεχνητή νοημοσύνη (Chui, Collins και Patel 2021).

Χαρακτηριστικό των δικτύων που συνθέτουν οι συσκευές που συμμετέχουν στο IoT, είναι η ετερογένεια τους. Οι κόμβοι που τα απαρτίζουν παρουσιάζουν μεταξύ

⁶⁶ Περιγράφονται στο Προσαρτημένο 1 του παρόντος

τους έντονες διαφορές και υστερούν σημαντικά σε τυποποίηση. Αυτό το γεγονός ωστόσο δεν εμποδίζει την ανάπτυξη και τη διεύρυνση τους που οδηγεί και τις εξελίξεις στις υποστηρίζουσες τεχνολογίες. Τα θεμελιώδη δομικά στοιχεία του IoT είναι:

- Η αναγνώριση: Τα δεδομένα που παράγουν οι συσκευές του IoT, κατά κανόνα συλλέγονται σε υποδομές για επεξεργασίες. Συχνά η επεξεργασία τους απαιτεί τη γνώση της προέλευσης τους. Επομένως είναι απαραίτητη η ανάπτυξη σχημάτων ταυτοποίησης των συσκευών.
- Η ανίχνευση και δικτύωση: Οι αισθητήρες IoT μπορούν να αναπτυχθούν ως μεμονωμένες συσκευές (ενεργοποιητές, αισθητήρες) ή ως ένα δίκτυο συσκευών που εκτελούν παρόμοια λειτουργία συλλογικά. Τα δίκτυα αυτά χρησιμοποιούνται συνήθως σε στρατιωτικές και βιομηχανικές ερευνητικές εφαρμογές όπου ένας μεγάλος αριθμός κόμβων IoT ανιχνεύουν, συλλέγουν και αναμεταδίδουν δεδομένα συλλογικά. Οι ρόλοι/συμπεριφορές των ενσωματωμένων αισθητήρων ενδέχεται να διαφέρουν ανάλογα με την εφαρμογή. Συνηθίζεται επίσης να χρησιμοποιούνται κόμβοι IoT εξοπλισμένοι με μια ποικιλία αισθητήρων, που ενεργοποιούνται ανάλογα με την κατάσταση. Οι λειτουργικές απαιτήσεις αυτών των έξυπνων αισθητήρων μπορεί επίσης να διαφέρουν, τις περισσότερες φορές όμως απαιτούν μια πλατφόρμα υλικού για την επεξεργασία της εισόδου και υποδομή δικτύωσης. Σε περιπτώσεις σχηματισμού δικτύων συσκευών, αυξάνονται οι απαιτήσεις ανίχνευσης, ενώ σε κάθε περίπτωση χρειάζεται να αναμεταδίδουν δεδομένα στο δίκτυό τους ή να συνδέονται με μια κεντρική πύλη διαχείρισης. Η περιορισμένη διαθεσιμότητα σε ενεργειακούς πόρους καθιστά τη διαχείριση της ενέργειας κομβική. Τέλος απαιτούνται μηχανισμοί ελέγχου και γνώσης του δικτύου των συσκευών ώστε να πραγματοποιείται έξυπνη δρομολόγηση των δεδομένων.
- Η επικοινωνία: Τα περισσότερα από τα δίκτυα IoT χρησιμοποιούν ασύρματες επικοινωνίες χαμηλής ισχύος. Ένα τυπικό πρωτόκολλο

επικοινωνίας πρέπει να παρέχει οδηγίες για την κωδικοποίηση δεδομένων, τη μετάδοση και τους ελέγχους ροής, την αλληλουχία και τη διόρθωση σφαλμάτων. Η στοίβα υλικού υλοποιεί αυτά τα πρωτόκολλα για την ανάπτυξη βασικών εφαρμογών και διεπαφών για τη μετάδοση των δεδομένων προς τη συσκευή-στόχο.

- Ο υπολογισμός: Η πλειονότητα των συστημάτων IoT περιλαμβάνει ανίχνευση, επεξεργασία και αναμετάδοση δεδομένων στο cloud για υπολογισμούς. Οι συσκευές θα πρέπει να έχουν περιορισμένο ενσωματωμένο επεξεργαστή και χώρο αποθήκευσης, μειώνοντας έτσι το κόστος και την πολυπλοκότητα του συστήματος. Η βελτιστοποίηση του φόρτου εργασίας στον επεξεργαστή της συσκευής, είναι κρίσιμη και εκτελείται από την CPU μέσω του λειτουργικού συστήματος της συσκευής. Σε ετερογενή περιβάλλοντα, απαιτείται η παρουσία μίας πλατφόρμας η οποία θα διαχειρίζεται συνολικά της επεξεργασία των δεδομένων.
- Οι υπηρεσίες: Τα μοντέλα υπηρεσιών IoT, βασίζεται σε διαφορετικές κατηγορίες. Οι υπηρεσίες ταυτοποίησης, συγκέντρωσης πληροφοριών και επίγνωσης των διαθέσιμων υπηρεσιών είναι κοινές σχεδόν για το σύνολο των συσκευών. Ανάλογα με τη σκοπιμότητα των δικτύων διατίθενται και άλλες υπηρεσίες
- Τα αναλυτικά στοιχεία: Απαιτείται ευφυΐα και αυτονομία σε επίπεδο συσκευής προκειμένου να επιτευχθεί η επεξεργασία κοντά στο άκρο του δικτύου. Η αυτονομία των μελλοντικών δικτύων IoT προβλέπεται να ελαχιστοποιήσει τα φορτία εργασίας με την ακριβή, αποτελεσματική και έξυπνη συλλογή, επεξεργασία και μοντελοποίηση των πληροφοριών. Για τον σκοπό αυτό απαιτείται ένα πλαίσιο σημασιολογίας για τη διάκριση μεταξύ ενός πλήθους αντικειμένων και των ιδιοτήτων τους στα δίκτυα IoT. Ένα τέτοιο σύστημα βοηθά στον καθορισμό και την κατανόηση του σωστού αντικειμένου και μπορεί να απαιτήσει τον κατάλληλο πόρο για το επιθυμητό χαρακτηριστικό ή συμπεριφορά, ενεργώντας έτσι ως η

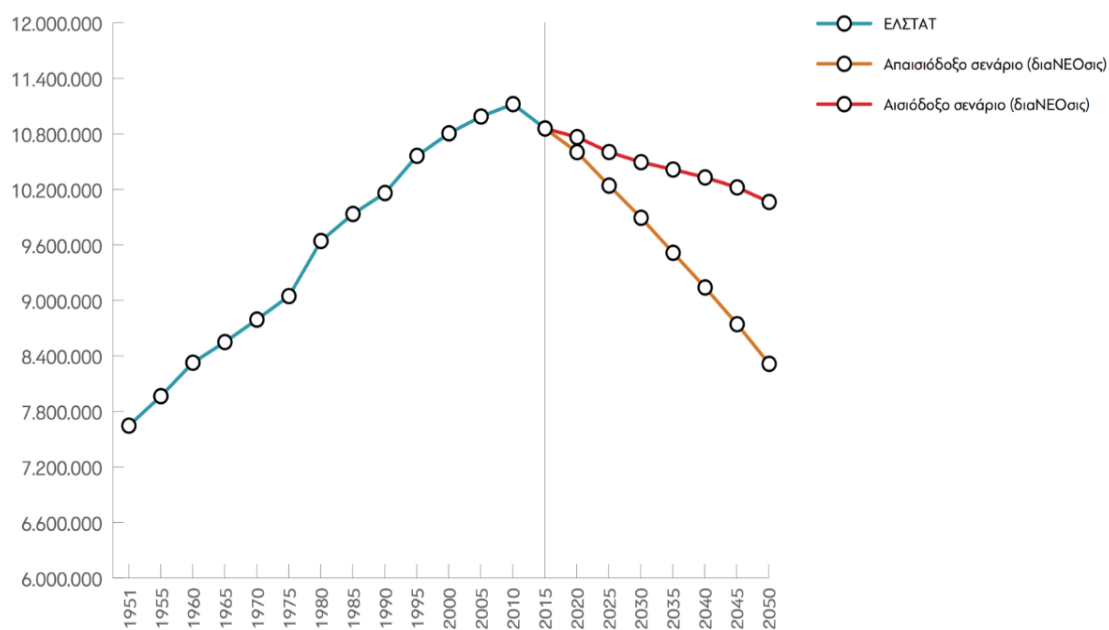
κεντρική νοημοσύνη ή ο εγκέφαλος της συνολικής λειτουργίας
(Ali, και συν. 2022).

Παράρτημα Στ: Στατιστικά Στοιχεία για το Δημογραφικό Πρόβλημα της Ελλάδας

Ο εκτιμώμενος πληθυσμός της Ελλάδας το 2050, σύμφωνα με τις εκτιμήσεις διαφορετικών φορέων

Φορέας προβολών	Πληθυσμός
IIASA-VID/ÖAW-WU (2010)	11,7
ELSTAT (2007)	11,5
OECD (2005)	10,6
UNPP (2015)	9,5
EUROSTAT (2013)	9,1
διαΝΕΟσις (2016)	8,8

Εξέλιξη – εκτίμηση του πληθυσμού από το 1951 έως το 2050



Η εκτιμώμενη σύνθεση του πληθυσμού το 2050

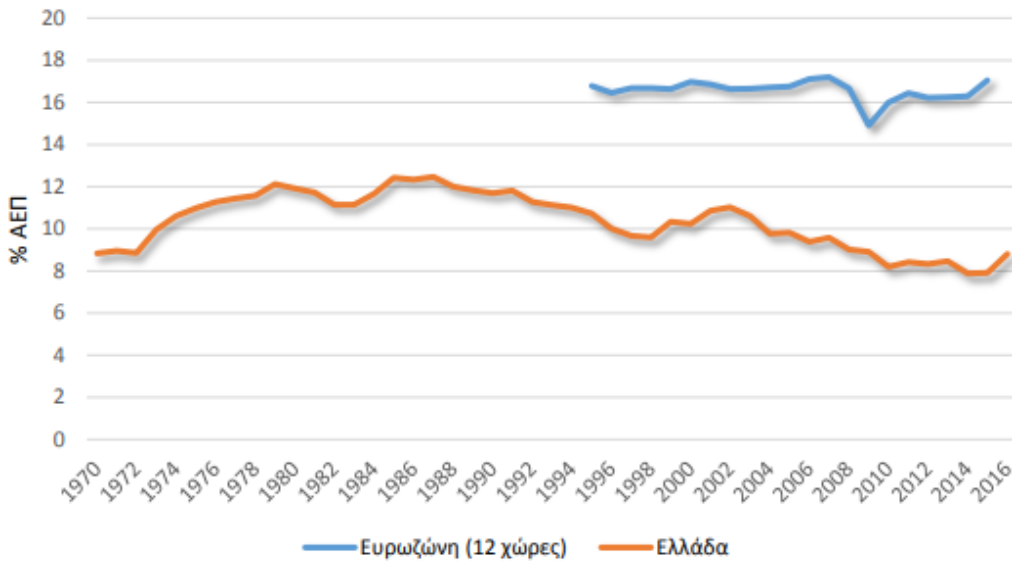
	1951	2015	2050
Πληθυσμός (σε εκατ.)	7,6	10,8	8,3-10
Μέση Ηλικία (έτη)	30	43,5	47-50
Κάτω των 14 ετών (%)	28	15	12-14,8
Άνω των 65 ετών (%)	7	21	30-33
Δείκτης Γήρανσης (65+ ετών/ 0-14 ετών)	0,24	1,44	2,04-2,73

Πηγή: Διανέοσις, διαθέσιμο στο
https://www.dianeosis.org/2016/09/greece_demographic_crisis/

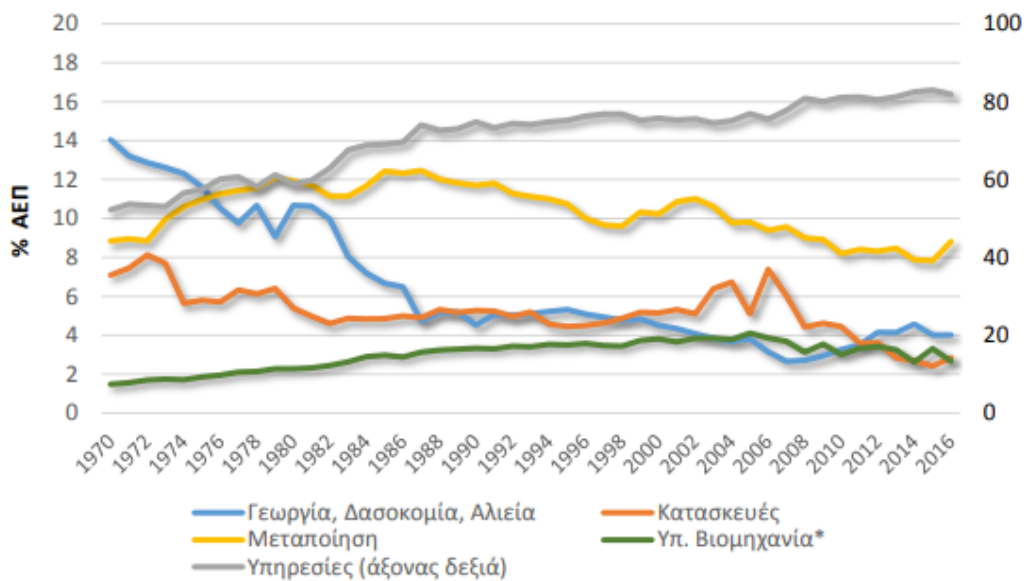
Παράρτημα Ζ: Στατιστικά Στοιχεία για την Ελληνική Βιομηχανία

Τα παρακάτω στατιστικά προέρχονται από το Ίδρυμα Οικονομικών και Βιομηχανικών Ερευνών (Βέττας, και συν. 2017).

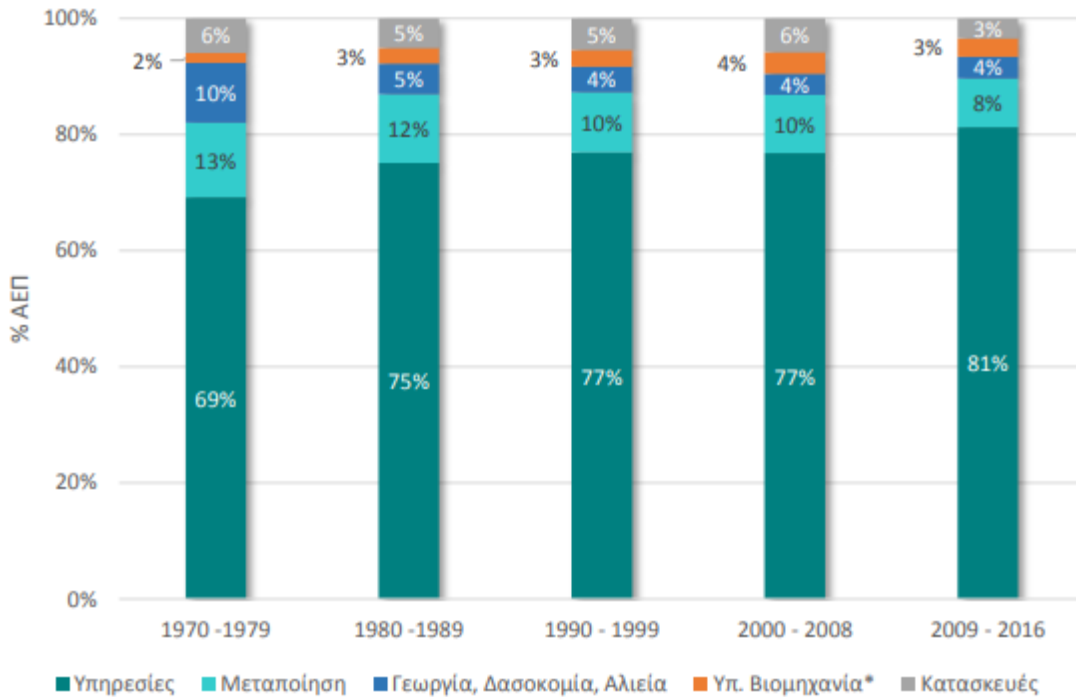
Ακαθάριστη Προστιθέμενη αξία του μεταποιητικού τομέα ως % ΑΕΠ στην Ελλάδα και την Ευρωζώνη.



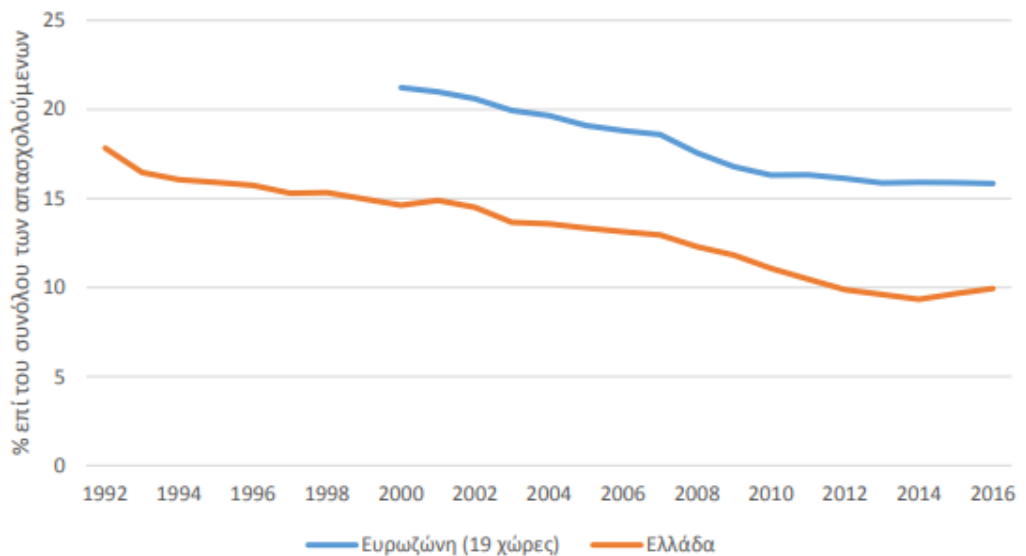
Ακαθάριστη Προστιθέμενη αξία Παραγωγής ως % ΑΕΠ στην Ελλάδα, ανά τομέα.



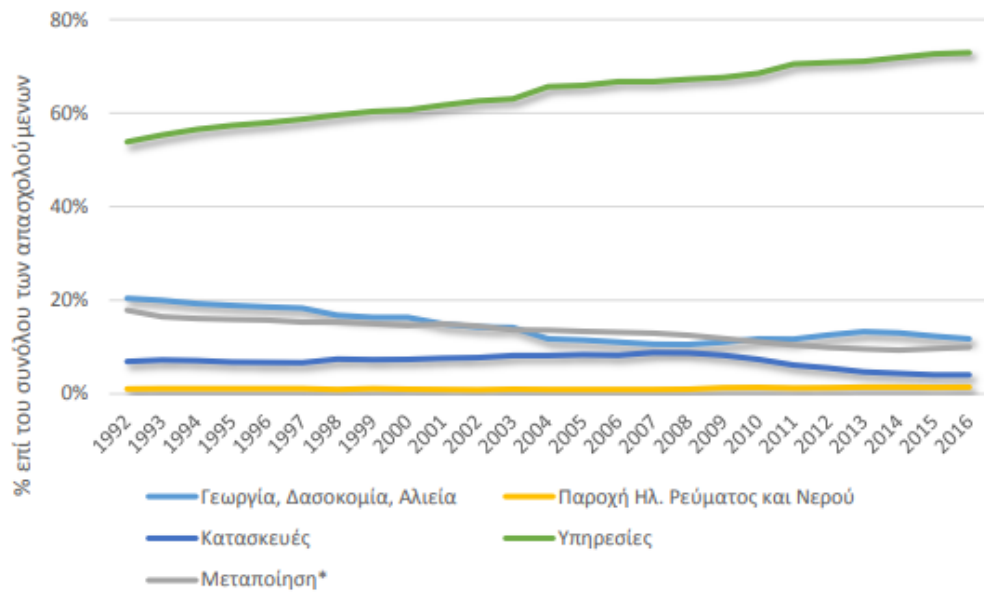
Ακαθάριστη Προστιθέμενη Αξία Τομέων της οικονομίας ως % ΑΕΠ



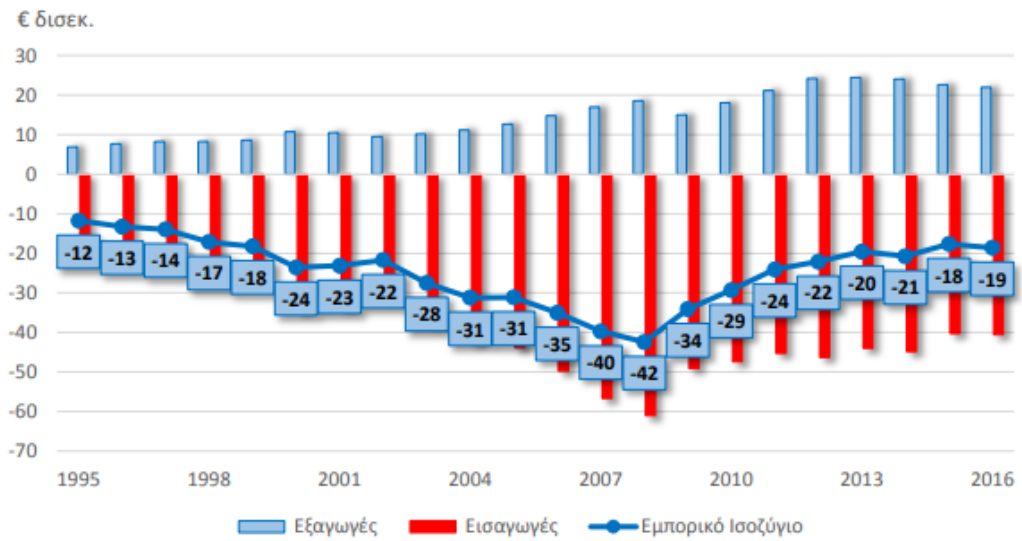
Ποσοστό απασχολούμενων στον τομέα της μεταποίησης στην Ελλάδα και την Ευρωζώνη



Ποσοστό απασχολούμενων ανά τομέα στο σύνολο της οικονομίας



Εμπορικό ισοζύγιο του μεταποιητικού τομέα



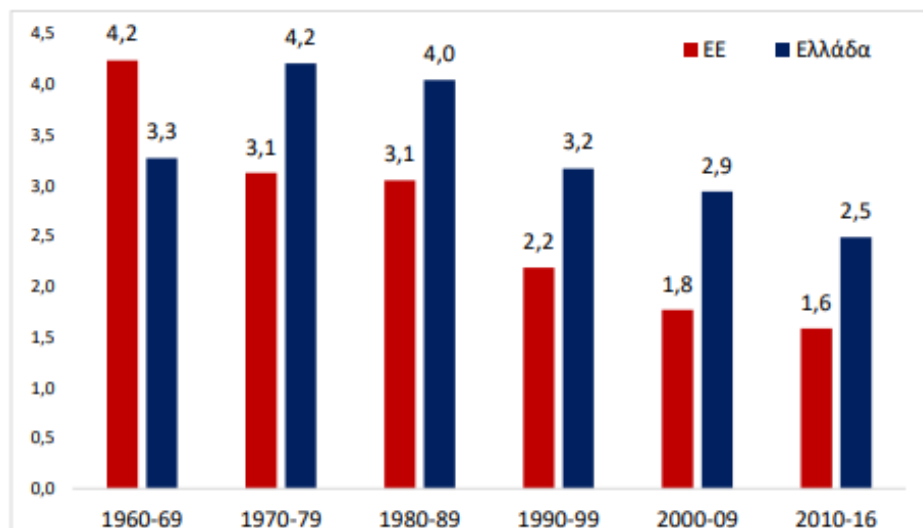
Παράρτημα Η: Στατιστικά Στοιχεία Σχετικά με την Ελληνική Οικονομία

Μεταβολή του ύψους του πληθωρισμού από το 2011



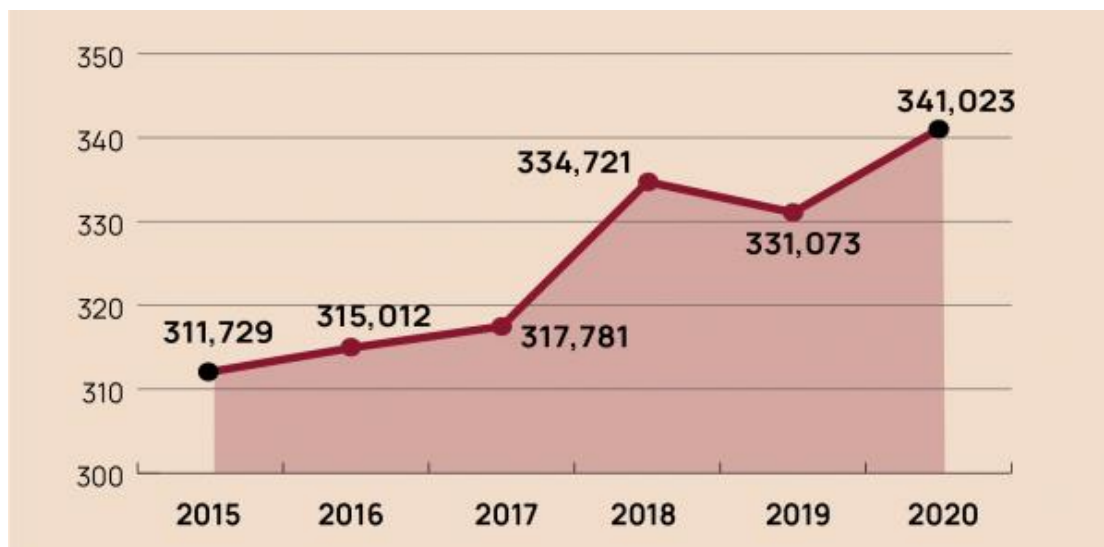
Πηγή: Οικονομικός Ταχυδρόμος, Διαθέσιμο στο: <https://www.ot.gr/2021/12/10/oikonomia/macro/elstat-sto-48-o-plithorismos-stin-ellada-to-noemvrio/>

Ύψος Αμυντικών Δαπανών ως ποσοστό του ΑΕΠ από το 1960



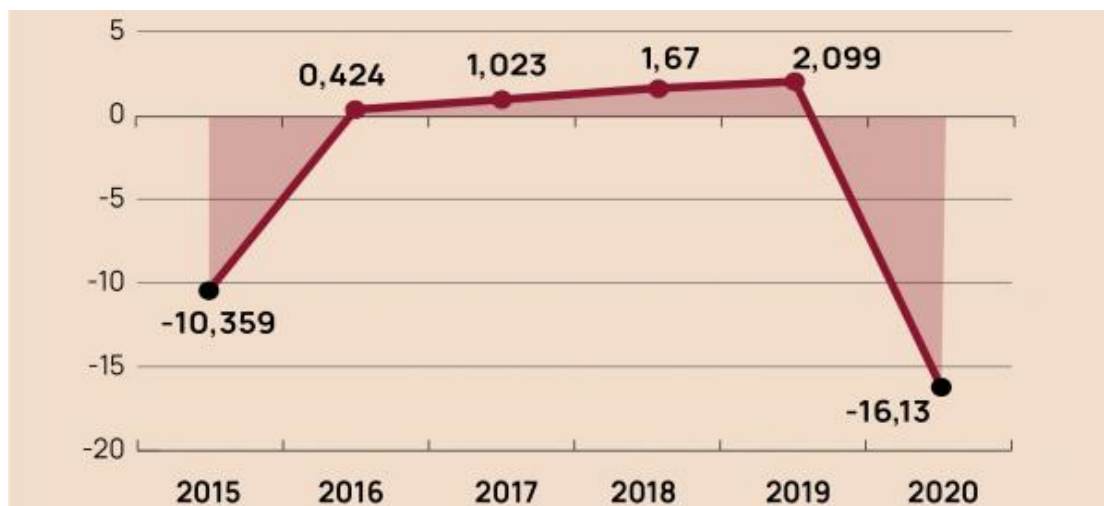
Πηγή: Χρήστος Κόλλιας, 2018, Άμυνα και οικονομία: μία διαχρονικά δύσκολη σχέση για την Ελλάδα, διαθέσιμο στο <https://ergopolis.econ.uth.gr/images/booklibrarydata/%CE%BA%CE%9F%CE%B9%CE%94%CE%91-2018-7.pdf>

Το ύψος του Ελληνικού χρέους από το 2015



Πηγή: Οικονομικός Ταχυδρόμος, Διαθέσιμο στο: <https://www.ot.gr/2021/07/08/academia/sta-ypsi-tin-teleytaia-pentaetia-to-xreos-kai-o-daneismos-tis-elladas/>

Το ύψος του Ελληνικού ελλείματος από το 2015



Πηγή: Οικονομικός Ταχυδρόμος, Διαθέσιμο στο: <https://www.ot.gr/2021/07/08/academia/sta-ypsi-tin-teleytaia-pentaetia-to-xreos-kai-o-daneismos-tis-elladas/>