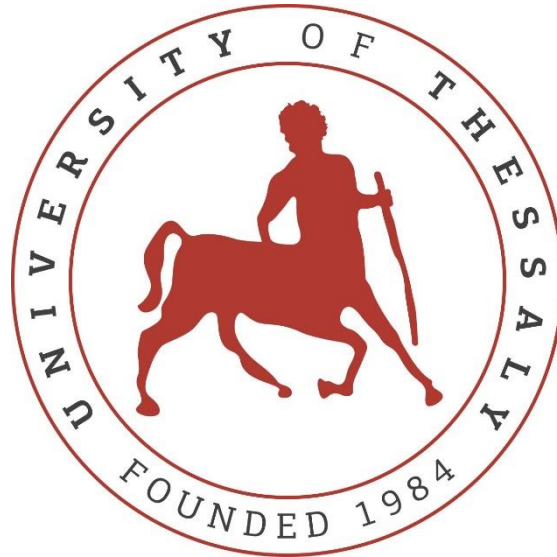


ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ,
ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΑΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

**«ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΠΛΑΙΣΙΟΥ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ ΕΞΥΠΝΩΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΩΝ
ΛΙΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΓΙΑ ΤΟΝ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟ
ΑΝΑΠΤΥΞΙΑΚΩΝ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΕΩΝ ΤΩΝ ΛΙΜΕΝΙΚΩΝ ΑΡΧΩΝ»**

ΕΚΠΟΝΗΣΗ: ΠΡΟΚΟΠΙΟΣ ΝΤΑΪΛΙΑΝΗΣ

ΕΠΗΒΛΕΠΩΝ: ΠΟΛΥΖΟΣ ΣΕΡΑΦΕΙΜ



UNIVERSITY OF THESSALY

SCHOOL OF ENGINEERING

DEPARTMENT OF PLANNING AND REGIONAL
DEVELOPMENT

SENIOR THESIS

THESIS:

DEVELOPMENT OF A FRAMEWORK OF
CLASSIFICATION OF SMART PORT FUNCTIONS AND
ITS APPLICATION FOR THE DETERMINATION OF
DEVELOPMENT GUIDELINES OF PORT AUTHORITIES

ELABORATION: NTAIΛIANIS PROKOPIOS

SUPERVISOR: POLYZOS SERAFEIM

VOLOS, 2021

ΔΗΛΩΣΗ

Βεβαιώνω ότι η παρούσα εργασία είναι δική μου, δεν έχει συγγραφεί από άλλο πρόσωπο με ή χωρίς αμοιβή, δεν έχει αντιγραφεί από δημοσιευμένη ή αδημοσίευτη εργασία άλλου και δεν έχει προηγουμένως υποβληθεί για βαθμολόγηση στο Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας ή αλλού. Βεβαιώνω ότι είμαι εν γνώσει των κανόνων περί λογοκλοπής του Τ.Μ.Χ.Π.Π.Α. και ότι στο πλαίσιο αυτού έχουν τηρηθεί όλοι οι κανόνες κατά την ακαδημαϊκή δεοντολογία, σχετικά με αναφορές, βιβλιογραφία, κ.λπ. , τόσο από έντυπες όσο και από ηλεκτρονικές πηγές. Σε περίπτωση λογοκλοπής αποδεχόμαστε όλες, ανεξαιρέτως τις ποινές που προβλέπουν οι εκάστοτε Κανονισμοί του Π.Θ. ή και του Τ.Μ.Χ.Π.Π.Α..

Ημερομηνία: 22/02/2022

Όνοματεπώνυμο: Νταϊλιάνης Προκόπιος

Υπογραφή:

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	12
ABSTRACT.....	13
Σκοπός εργασίας.....	14
Δομή της εργασίας.....	15
Κεφάλαιο 1^ο	16
1. Εισαγωγή.....	16
1.1 Η Βιομηχανία 4.0.....	16
1.2 Λιμένες 4.0 ή έξυπνοι λιμένες.....	17
1.3 Τομείς που εστιάζουν οι έξυπνοι λιμένες	22
Κεφάλαιο 2^ο	23
2. Η έννοια της βιωσιμότητας στους λιμένες	23
2.1 Βιωσιμότητα και ζητήματα που απασχολούν ανά πυλώνα στην ναυτιλιακή βιομηχανία.....	24
2.2 Βιωσιμότητα και «έξυπνοι» λιμένες.....	26
2.2.1 Λειτουργικότητα	27
2.2.1.1 Παραγωγικότητα (Productivity).....	27
2.2.1.2 Αυτοματοποίηση.....	27
2.2.1.3 Ευφρείς υποδομές.....	28
2.2.2 Περιβάλλον.....	29
2.2.2.1 Περιβαλλοντικά συστήματα διαχείρισης (ΠΣΔ)	30
2.2.2.2 Έλεγχος των ρύπων.....	31
2.2.2.3 Ρύπανση του αέρα.....	31
2.2.2.4 Μείωση της ηχορύπανσης	31
2.2.2.5 Διαχείριση των αποβλήτων	31
2.2.2.6 Διαχείριση του νερού	32
2.2.3 Ενέργεια	32
2.2.3.1 Αποτελεσματικότητα στην κατανάλωση ενέργειας.....	32
2.2.3.2 Παραγωγή και χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.....	32
2.2.3.3 Διαχείριση της ενέργειας.....	33
2.2.4 Ασφάλεια και προστασία.....	33
2.2.4.1 Συστήματα για την διαχείριση της ασφάλειας του λιμένα	34
2.2.4.2 Συστήματα για την διαχείριση της προστασίας του λιμένα	34

2.2.4.3	<i>Ολοκληρωμένα συστήματα παρακολούθησης και βελτιστοποίησης</i>	35
Κεφάλαιο 3^ο	35
3.	Βιβλιογραφική επισκόπηση αξιολόγησης βιωσιμότητας και νέων τεχνολογιών στα λιμάνια	35
3.1	<i>Εισαγωγή</i>	35
3.2	<i>Πλαίσιο αξιολόγησης Ενσωμάτωσης Καινοτομίας (Notteboom,2015)</i>	36
3.2.1	<i>Ρομποτική και αυτοματοποίηση (Robotics and automation)</i>	36
3.2.2	<i>Αυτόνομα οχήματα για λιμενικές υπηρεσίες (Autonomous vehicles for port operations)</i>	37
3.2.2.1	<i>Αυτόνομα φορτηγά και αυτοκίνητα</i>	37
3.2.3	<i>Το Δίκτυο των πραγμάτων (Internet of Things)</i>	39
3.2.4	<i>Προσομοίωση και εικονική πραγματικότητα (Simulation and virtual reality)</i>	41
3.3	<i>Πλαίσιο αξιολόγησης Βαθμού Ευφύιας (Molavi et al, 2019)</i>	41
3.4	<i>Πλαίσιο αξιολόγησης Συνολική Βιωσιμότητα (Portopia, 2017)</i>	43
3.5	<i>Πλαίσιο αξιολόγησης Ψηφιακής Ετοιμότητας (Robert, 2020)</i>	54
Κεφάλαιο 4^ο	59
4.	Έξυπνες λειτουργίες σε διάφορα λιμάνια ανά τον κόσμο	59
4.1	<i>Αμβούργο</i>	59
4.2	<i>Ρότερνταμ</i>	61
4.3	<i>Βαλένθια</i>	62
4.4	<i>Αμβέρσα</i>	63
4.5	<i>Άμστερνταμ</i>	64
4.6	<i>Βαρκελώνη</i>	64
4.7	<i>Σεβίλλη</i>	64
4.8	<i>Αλχεθίρας</i>	65
4.9	<i>Λιβόρνο</i>	65
4.10	<i>Σαβάνα</i>	65
4.11	<i>Χιούστον</i>	66
4.12	<i>Λονγκ Μπιτς</i>	66
4.13	<i>Όκλαντ</i>	66
4.14	<i>Έβεργκλεϊντς</i>	67
4.15	<i>Λος Άντζελες</i>	67
4.16	<i>Νέα Υόρκη και Νιου Τζέρσυ</i>	67

4.17	<i>Βιρτζίνια</i>	68
4.18	<i>Σιάτλ και Τακόμα</i>	68
4.19	<i>Μόντρεαλ</i>	69
4.20	<i>Βανκούβερ</i>	70
4.21	<i>Χάλιφαξ</i>	70
Κεφάλαιο 5°		71
5	Μεθοδολογικό πλαίσιο.....	71
Κεφάλαιο 6°		79
6.1	<i>Ταξινόμηση των έξυπνων λειτουργιών με τα πλαίσια αξιολόγησης</i>	79
6.1.1	<i>Πίνακας 14: Αμβούργο</i>	79
6.1.2	<i>Πίνακας 15: Βαλένθια</i>	89
6.1.3	<i>Πίνακας 16: Αμβέρσα</i>	91
6.1.4	<i>Πίνακας 17: Βαρκελώνη</i>	93
6.1.5	<i>Πίνακας 18: Σεβίλλη</i>	96
6.1.6	<i>Πίνακας 19: Λιβόρνο</i>	98
6.1.7	<i>Πίνακας 20: Ρότερνταμ</i>	101
6.1.8	<i>Πίνακας 21: Άμστερνταμ</i>	108
6.1.9	<i>Πίνακας 22: Χιούστον</i>	110
6.1.10	<i>Πίνακας 23: Λος Άντζελες</i>	112
6.1.11	<i>Πίνακας 24: Νέα Υόρκη και Νιου Τζέρσυ</i>	114
6.1.12	<i>Πίνακας 25: Βανκούβερ</i>	117
6.1.13	<i>Πίνακας 26: Βιρτζίνια</i>	120
6.1.14	<i>Πίνακας 27: Μόντρεαλ</i>	123
6.1.15	<i>Πίνακας 28: Έβεργκλεϊντς</i>	125
6.1.16	<i>Πίνακας 29: Όκλαντ</i>	126
6.1.17	<i>Πίνακας 30: Λονκ Μπιτς</i>	129
6.1.18	<i>Πίνακας 31: Σαβάνα</i>	131
6.1.19	<i>Πίνακας 32: Αλχεθίρας</i>	136
6.1.20	<i>Πίνακας 33: Σιάτλ και Τακόμα</i>	139
6.1.21	<i>Πίνακας 34: Χάλιφαξ</i>	141
6.2	<i>Αξιολόγηση λιμένων σε σχέση με την διάσταση της βιωσιμότητας</i>	144
6.3	<i>Αξιολόγηση λιμένων με το πλαίσιο Βαθμού Ευφρίας (Molavi et al, 2019)</i>	146
6.4	<i>Αξιολόγηση λιμένων με το πλαίσιο Ψηφιακής Ετοιμότητα (Robert, 2020)</i>	148

6.5	<i>Αξιολόγηση λιμένων με το πλαίσιο Ενσωμάτωσης Καινοτομίας (Notteboom, 2015)</i>	149
6.6	<i>Αξιολόγηση λιμένων με το πλαίσιο Συνολικής Βιωσιμότητας (Portoria, 2017)</i>	153
	Κεφάλαιο 7ο	156
7.1	<i>Συμπεράσματα</i>	156
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	157
	<i>Ξενόγλωσση</i>	157

Κατάλογος Πινάκων

	Περιεχόμενο	Σελίδα
Πίνακας 1	Κατηγορίες όπου συνθέτουν τους λιμένες 4.0	19
Πίνακας 2	Στόχοι για την τόνωση της βιωσιμότητας των λιμένων	22
Πίνακας 3	Ζητήματα που παίζουν καθοριστικό ρόλο στη βιωσιμότητα των λιμένων σύμφωνα με το ESPO	24
Πίνακας 4	Βασικές δραστηριότητες των λιμένων που εμπεριέχουν έξυπνες τεχνολογίες	27
Πίνακας 5	Δραστηριότητες έξυπνης ενέργειας	31
Πίνακας 6	Στάδια για την διαμόρφωση του δείκτη: Τάσεις της αγοράς και δείκτες για την αξιολόγηση των κατασκευών	42
Πίνακας 7	Δείκτες περιβαλλοντικής διαχείρισης	45
Πίνακας 8	Προγράμματα περιβαλλοντικής παρακολούθησης	46
Πίνακας 9	Δέκα πιο σημαντικές περιβαλλοντικές προτεραιότητες	47
Πίνακας 10	Κύριες λιμενικές υπηρεσίες	51
Πίνακας 11	Δείκτες του πλαισίου Ψηφιακής Ετοιμότητας	54
Πίνακας 12	Βαθμολογία λιμένων βάση των έξυπνων χαρακτηριστικών	58
Πίνακας 13	Το δείγμα λιμένων της εργασίας	76
Πίνακας 14	Αμβούργο	79
Πίνακας 15	Βαλένθια	89
Πίνακας 16	Αμβέρσα	91

Πίνακας 17	Βαρκελώνη	93
Πίνακας 18	Σεβίλλη	96
Πίνακας 19	Λιβόρνο	98
Πίνακας 20	Ρότερνταμ	101
Πίνακας 21	Άμστερνταμ	108
Πίνακας 22	Χιούστον	110
Πίνακας 23	Λος Άντζελες	112
Πίνακας 24	Νέα Υόρκη και Νιου Τζέρσυ	114
Πίνακας 25	Βανκούβερ	117
Πίνακας 26	Βιρτζίνια	120
Πίνακας 27	Μόντρεαλ	123
Πίνακας 28	Έβεργκλεϊντς	125
Πίνακας 29	Όκλαντ	126
Πίνακας 30	Λονκ Μπιτς	129
Πίνακας 31	Σαβάνα	131
Πίνακας 32	Αλχεθίρας	136
Πίνακας 33	Σιάτλ και Τακόμα	139
Πίνακας 34	Χάλιφαξ	141
Πίνακας 35	Ταξινόμηση έξυπνων λειτουργιών των λιμένων με την διάσταση της Βιωσιμότητας	144

Πίνακας 36	Ταξινόμηση έξυπνων λειτουργιών των λιμένων με το πλαίσιο αξιολόγησης Βαθμού Ευφύιας (Molavi et al. 2019)	146
Πίνακας 37	Ταξινόμηση έξυπνων λειτουργιών των λιμένων με το πλαίσιο αξιολόγησης Ψηφιακής Ετοιμότητα (Robert, 2020)	148
Πίνακας 38	Ταξινόμηση έξυπνων λειτουργιών των λιμένων με το πλαίσιο αξιολόγησης Ενσωμάτωσης Καινοτομίας (Notteboom, 2015)	149
Πίνακας 39	Ταξινόμηση έξυπνων λειτουργιών των λιμένων με το πλαίσιο αξιολόγησης Συνολικής Βιωσιμότητας (Portopia, 2017)	153

Κατάλογος Σχημάτων

	Περιεχόμενο	Σελίδα
Σχήμα 1	Το μεθοδολογικό πλαίσιο της εργασίας	72
Σχήμα 2	Βαθμός Ευφύιας (Molavi et al, 2019)	73
Σχήμα 3	Ψηφιακή Ετοιμότητα (Robert, 2020)	74
Σχήμα 4	Ενσωμάτωση καινοτομίας (Notteboom,2015)	74
Σχήμα 5	Συνολική Βιωσιμότητα (Portopia, 2017)	75
Σχήμα 6	Διαστάσεις Βιωσιμότητας	76

Κατάλογος Διαγραμμάτων

	Περιεχόμενο	Σελίδα
Διάγραμμα 1	Διαστάσεις βιωσιμότητας που επενδύουν οι λιμένες σε σχέση με τις έξυπνες λειτουργίες	145
Διάγραμμα 2	Έξυπνες λειτουργίες σε σχέση με το πλαίσιο Βαθμού Ευφύιας (Molavi et al, 2019)	147
Διάγραμμα 3	Ταξινόμηση έξυπνων λειτουργιών σε σχέση με το πλαίσιο Ενσωμάτωσης Καινοτομίας (Notteboom,2015)	151
Διάγραμμα 4	Ταξινόμηση των έξυπνων λειτουργιών με το πλαίσιο Συνολικής Βιωσιμότητας (Portopia,2017)	155

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η ενσωμάτωση της τεχνολογικής εξέλιξης στην λιμενική βιομηχανία αποτελεί μια σημαντική πρόκληση που καλούνται να αντιμετωπίσουν οι λιμένες. Η έννοια του έξυπνου λιμένα ολοένα και περισσότερο τείνει να αντικαταστήσει/εξελιχθεί τον απλό λιμένα. Οι ανάγκες της λιμενικής βιομηχανίας καλύπτονται αποδοτικότερα με την χρήση διαφόρων τύπων τεχνολογιών οι οποίες εξυπηρετούν διαφορετικές λειτουργίες και στρατηγικές ανάπτυξης των λιμένων. Η διπλωματική αξιολογεί τον τύπο και το ρόλο των έξυπνων λειτουργιών χρησιμοποιώντας ευρέως αποδεκτά πλαίσια αξιολόγησης της λιμενικής βιομηχανίας. Ένα δείγμα διεθνών λιμένων επιλέγεται για την εφαρμογή της μεθόδου και τα αποτελέσματα εφαρμογής του πλαισίου προσδιορίζουν τις διαφορετικές κατευθύνσεις που παρουσιάζουν τα λιμάνια σε διάφορα μέρη του κόσμου αναφορικά με την ενσωμάτωση των έξυπνων εφαρμογών στη λειτουργία τους. Το προτεινόμενο πλαίσιο είναι εξαιρετικά χρήσιμο για λιμενικές αρχές ώστε να μπορούν να αξιολογήσουν την κατεύθυνση όπου κινούνται οι έξυπνες επενδύσεις σε σχέση με τη βιωσιμότητα και το μακροπρόθεσμο σχεδιασμό τους αλλά ταυτόχρονα και για ερευνητές και φορείς της λιμενικής βιομηχανίας ώστε να μπορούν να εντοπίζουν τις διαθέσιμες έξυπνες λύσεις ανάλογα με τους επιμέρους στόχους των λιμένων.

Λέξεις κλειδιά: τεχνολογική εξέλιξη, έξυπνοι λιμένες, πλαίσια αξιολόγησης, έξυπνες λειτουργίες

ABSTRACT

The integration of technological development in the port industry is a major challenge that the ports face. The concept of smart port is increasingly tending to replace/evolve the simple port. The needs of the port industry are more efficiently met by the use of different types of technologies that serve different function and development strategies of ports. This study evaluates the type and the role of smart operations using widely accepted port industry evaluation frameworks. A sample of international ports is selected for the application of the method. The results of the application of the framework determine the different directions that ports present in different parts of the world regarding the integration of smart applications in their operations. The proposed framework is extremely useful for port authorities to be able to assess the direction in which smart investments are moving in relation to their sustainability and long-term planning. Also, it is useful for researchers and port industry actors to be able to identify the available smart solutions, depending on the individual objectives of the ports.

Key words: technological development, smart ports, evaluation frameworks, smart functions

Σκοπός εργασίας

Η τεχνολογική εξέλιξη των τελευταίων ετών έχει οδηγήσει τους λιμένες στην προσπάθεια να εξελίξουν τις λειτουργίες τους, ενσωματώνοντας τον τομέα της τεχνολογίας σε αυτές. Η σημασία των έξυπνων λειτουργιών στους σύγχρονους λιμένες είναι αρκετά σημαντική διότι με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται η βελτιστοποίηση της απόδοσης του λιμένα, τονώνοντας την βιώσιμη ανάπτυξη και μειώνοντας το περιβαλλοντικό τους αποτύπωμα (De la Peña Zarzuelo, Jesús Freire Soeanea, & López Bermúdezb, 2020).

Ο σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η αξιολόγηση των λιμένων που εφαρμόζουν έξυπνες λειτουργίες στο πλαίσιο βελτίωσης της λειτουργίας τους και επίτευξης των στόχων της βιώσιμης ανάπτυξης. Στο πλαίσιο αυτό αναλύονται βασικές έννοιες της βιωσιμότητας, εντοπίζονται οι διαστάσεις της και οι προτεινόμενοι από τη βιβλιογραφία δείκτες μέτρησής τους, καταγράφονται οι έξυπνες λειτουργίες των μεγαλύτερων διεθνών λιμένων και ταξινομούνται οι έξυπνες λειτουργίες με βάση το είδος της τεχνολογίας που ενσωματώνουν, τις υπηρεσίες των λιμένων που βελτιώνουν και την αναμενόμενη συμβολή τους στη βελτίωση των επιδόσεων των λιμένων στις διαστάσεις της βιωσιμότητας. Η εργασία καλύπτει ένα κενό στην υπάρχουσα βιβλιογραφία που έχει να κάνει με τη συσχέτιση των έξυπνων λειτουργιών με τις διαστάσεις της βιωσιμότητας. Η διαδικασία αυτή είναι απαιτητική, καθώς χρειάζεται εκτεταμένη αναζήτηση πληροφοριών σε ένα μεγάλο εύρος λιμένων για την καταγραφή των έξυπνων λειτουργιών και η περαιτέρω ανάλυσή τους ώστε να αντληθούν οι απαραίτητες πληροφορίες σχετικά με το είδος της διάστασης βιωσιμότητας που συνεισφέρει η κάθε έξυπνη λειτουργία. Η ταξινόμηση δεν ξεκινά από μηδενική βάση αλλά δομείται πάνω σε ευρέως αποδεκτά πλαίσια αξιολόγησης λιμενικής λειτουργίας που προσαρμόζονται στην εργασία μετά από εκτεταμένη βιβλιογραφική επισκόπηση. Στόχος της εργασίας είναι η δημιουργία ενός εργαλείου όπου λιμενικές αρχές θα μπορούν να αξιολογήσουν την κατεύθυνση όπου κινούνται οι έξυπνες επενδύσεις σε σχέση με τη βιωσιμότητα και το μακροπρόθεσμο σχεδιασμό τους αλλά ταυτόχρονα ερευνητές και φορείς της λιμενικής βιομηχανίας να μπορούν να εντοπίζουν τις διαθέσιμες έξυπνες λύσεις ανάλογα με τους επιμέρους στόχους των λιμένων. Τα βασικά ερευνητικά ερωτήματα της εργασίας είναι τα εξής:

1. Πώς ευρέως αποδεκτά πλαίσια αξιολόγησης και ταξινόμησης λιμενικών λειτουργιών μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ταξινόμηση των έξυπνων λειτουργιών που ενσωματώνουν οι λιμένες;
2. Είναι δυνατόν η ταξινόμηση των έξυπνων λειτουργιών να χρησιμοποιηθεί ως βάση προσδιορισμού των αναπτυξιακών προτεραιοτήτων και κατευθύνσεων των λιμένων;

Δομή της εργασίας

Η εργασία δομείται σε (7) κεφάλαια. Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται ανάλυση των στόχων και των επιπτώσεων που επιφέρει η Βιομηχανία 4.0 στη λιμενική βιομηχανία καθώς αναλύονται γενικά χαρακτηριστικά των έξυπνων λιμένων.

Στο δεύτερο κεφάλαιο πραγματοποιείται βιβλιογραφική επισκόπηση της ενσωμάτωσης της έννοιας της βιωσιμότητας στη μέτρηση των επιδόσεων των λιμένων ώστε να εξαχθούν οι επιμέρους διαστάσεις της βιωσιμότητας των λιμένων και να καταστεί εφικτή η ταξινόμηση των έξυπνων λειτουργιών σε αυτές.

Στο τρίτο κεφάλαιο πραγματοποιείται βιβλιογραφική επισκόπηση αξιολόγησης βιωσιμότητας και νέων τεχνολογιών στα λιμάνια. Επιλέγονται τέσσερα πλαίσια αξιολόγησης, που θα αποτελέσουν εργαλεία για την εξαγωγή συμπερασμάτων. Η επιλογή των παραπάνω έγινε για την πιο ολοκληρωμένη αξιολόγηση των έξυπνων εφαρμογών.

Στο τέταρτο κεφάλαιο, γίνεται η καταγραφή των έξυπνων λειτουργιών σε εικοσιένα διαφορετικά λιμάνια ανά τον κόσμο.

Στο πέμπτο κεφάλαιο αναλύεται το μεθοδολογικό πλαίσιο της έρευνας. Πιο συγκεκριμένα παρουσιάζεται η μέθοδος ταξινόμησης των έξυπνων λιμενικών λειτουργιών με βάση τα πλαίσια αξιολόγησης και ταξινόμησης που επελέγησαν από τη βιβλιογραφία ενώ αναλύονται και τα χαρακτηριστικά του δείγματος λιμένων.

Στο έκτο κεφάλαιο, πραγματοποιείται ταξινόμηση των έξυπνων λειτουργιών με βάση τα πλαίσια αξιολόγησης και γίνεται αξιολόγηση του κάθε λιμένα με βάση το βάρος που δίνεται σε κάθε κατηγορία έξυπνων λειτουργιών για κάθε πλαίσιο. Η εργασία καταλήγει με τα σημαντικότερα συμπεράσματα και τις προτάσεις μελλοντικής έρευνας.

Κεφάλαιο 1^ο

1. Εισαγωγή

1.1 Η Βιομηχανία 4.0

Από το 2010 και έπειτα, οι λιμένες και τα τερματικά έχουν εξελιχθεί καθώς έχει ξεκινήσει η εισαγωγή αυτών στο πέμπτο στάδιο εξέλιξης που το χαρακτηρίζει ο ψηφιακός μετασχηματισμός και η ακολουθία των πρακτικών της Βιομηχανίας 4.0 (De la Peña Zarzuelo, Jesús Freire Soeanea, & López Bermúdezb, 2020). Τι είναι όμως η Βιομηχανία 4.0;

Σαφής ορισμός για την Βιομηχανία 4.0 δεν υπάρχει, ωστόσο έχει συνεισφέρει σε μεγάλο βαθμό στο να συμβαδίσει ο ψηφιακός μετασχηματισμός με την βιώσιμη μεγέθυνση όσον αφορά τον τομέα της βιομηχανίας. Επιτυγχάνει όχι μόνο την συνεργασία μεταξύ των λιμενικών αρχών, των τερματικών, των χρηστών του λιμένα και αυτών που παρέχουν λιμενικές υπηρεσίες αλλά και ολόκληρης της πόλης, της ενδοχώρας του λιμένα και της παγκόσμιας αλυσίδας εφοδιασμού (Beier, Ullrich, Niehoff, Reibig, & Habich, 2020). Τα μέσα που χρησιμοποιεί για να φέρει το παραπάνω αποτέλεσμα είναι το δίκτυο των πραγμάτων, η κυβερνοασφάλεια, ενσωματώνει οριζόντιες και κάθετες στρατηγικές, το υπολογιστικό νέφος (cloud computing), η τρισδιάστατη εκτύπωση και πρόσθετη βιομηχανία (Additive Manufacturing), τα big data και οι επιχειρηματικές αναλύσεις, η επαυξημένη πραγματικότητα και προσομοίωση και η μοντελοποίηση (De la Peña Zarzuelo, Jesús Freire Soeanea, & López Bermúdezb, 2020).

Μια διαφορετική έρευνα αναφέρει ότι οι εταιρίες δεν εκτιμούν πλήρως τα πολύπλοκα χαρακτηριστικά της Βιομηχανίας 4.0, κάτι που συμφωνεί με την παραπάνω διατύπωση για την έλλειψη ορισμού της. Στην συγκεκριμένη έρευνα, γίνεται κατηγοριοποίηση των διαστάσεων που επηρεάζει η Βιομηχανία 4.0 και είναι: ‘το εργοστάσιο του μέλλοντος’, ‘άνθρωποι και πολιτισμός’ και ‘στρατηγική’ (Bibby & Dehe, 2018)’.

Τα βασικά χαρακτηριστικά της πρώτης διάστασης αποτελούνται από: την πρόσθετη βιομηχανία (Additive Manufacturing), την τεχνολογία cloud (υπολογιστικού νέφους), τα συστήματα εκτέλεσης κατασκευής (Manufacturing Execution System), το δίκτυο των πραγμάτων, το κυβερνο-φυσικό σύστημα (Cyber Physical Systems), τα Big

Data, οι αισθητήρες, οι αλυσίδες ηλεκτρονικής αξίας (e-Value Chains) και τα αυτόνομα ρομπότ (Bibby & Dehe, 2018).

Ένα ακόμη χαρακτηριστικό της Βιομηχανίας 4.0 είναι ότι η διοικητική αποκέντρωση μπορεί να εφαρμοστεί από έναν αποκεντρωμένο έλεγχο παραγωγής. Για να γίνει αντιληπτό το παραπάνω, αναλύεται το πως λειτουργεί η Βιομηχανία 4.0. Ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά της αποτελεί η χρήση των επιστημών της τεχνολογίας και της πληροφορικής σε συνδυασμό με το ίντερνετ. Ένα ακόμη χαρακτηριστικό είναι τα κυβερνο-φυσικά συστήματα που χρησιμοποιεί, καθώς μέσω αυτών επικοινωνούν συστήματα και ίντερνετ με φυσικά αντικείμενα. Με τον παραπάνω τρόπο συνδέονται τα συστήματα παραγωγής (προϊόντα, μηχανές και άλλες υποδομές) μεταξύ τους και μέσω αισθητήρων συλλέγουν, επεξεργάζονται, αποθηκεύουν και ανταλλάσσουν δεδομένα. Κρίνεται σημαντικό τα δεδομένα να είναι αξιόπιστα, να αντλούνται και επεξεργάζονται σε πραγματικό χρόνο. Από τα παραπάνω προκύπτει η ανάγκη για έναν ευέλικτο και γρήγορο τρόπο για την λήψη των αποφάσεων σε διάφορα ζητήματα. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω της διοικητικής αποκέντρωσης, όπου κάθε οργανισμός μπορεί να λάβει αποφάσεις χωρίς κάποια επίβλεψη από κάποιον ανώτερο (Meissnera, Ilsen, & Auricha, 2017).

1.2 Λιμένες 4.0 ή έξυπνοι λιμένες

Η Βιομηχανία 4.0 ενσωματώνεται σταδιακά και στη λιμενική βιομηχανία και οδηγεί στην επικράτηση των έξυπνων λιμένων (Molavi, Lim, & Race, 2019). Τί είναι όμως ένας 'έξυπνος' λιμένας;

Σαφής ορισμός για το τι είναι ένας έξυπνος λιμένας δεν υπάρχει. Αρκετοί ερευνητές προσπαθούν να εξηγήσουν πως λειτουργεί και τι εξυπηρετεί, εντοπίζοντας κοινά σημεία αλλά και διαφορές. Οι ερευνητές Molavi, Lim και Race (2019) προσπαθούν μέσω συγκεκριμένων εφαρμογών να τονίσουν την έννοια έξυπνος στον κλάδο των υποδομών, που έχουν άμεση σχέση με τους λιμένες. Για παράδειγμα, στον τομέα της τεχνολογίας, η «ευφύια» αναφέρεται στις αυτοματοποιημένες διαδικασίες που λαμβάνουν χώρα όπως η διαδικασία της αυτό-διαμόρφωσης, της αυτό-θεραπείας, της αυτό-προστασίας, της αυτό-βελτιστοποίησης. Στον τομέα του χωροταξικού σχεδιασμού η εμφάνιση ολοένα και μεγαλύτερων προβλημάτων έλλειψης χώρου, η ρύπανση του αέρα, η υποβάθμιση αρχαιολογικών χώρων, η κυκλοφοριακή συμφόρηση

και η αύξηση του κόστους των δραστηριοτήτων οδήγησε την κοινωνία να απαιτήσει κάποια λύση από την κυβέρνηση. Η 'έξυπνη μεγέθυνση' αναφέρεται στην διαχείριση της ανάπτυξης που οδηγεί σε οικονομική εξέλιξη χωρίς όμως την υποβάθμιση του περιβάλλοντος. Οι έξυπνες πόλεις μεγιστοποιούν τις υπηρεσίες τους για τους πολίτες καθώς επίσης παρακολουθούν και ενσωματώνουν κρίσιμες υποδομές, καθιερώνουν προληπτικές δράσεις συντήρησης, χρησιμοποιούν τους πόρους τους με τον βέλτιστο τρόπο καθώς και παρακολουθούν την ασφάλειά τους. Η κυβέρνηση και οι δημόσιοι φορείς όλων των επιπέδων, 'αγκαλιάζουν' την έννοια έξυπνος καθώς οι νέες πολιτικές τους στοχεύουν στην βιώσιμη ανάπτυξη, στην υγιή οικονομική μεγέθυνση και στην καλύτερη ποιότητα ζωής των κατοίκων της. Το να είσαι έξυπνος περιλαμβάνει στρατηγικές κατευθύνσεις και είναι άμεσα συνδεδεμένο με την πολιτική επιτυχία. Έξυπνα σπίτια, λιμάνια, αεροδρόμια και νοσοκομεία είναι εξοπλισμένα με κινητά τεμαχικά, ενσωματωμένες συσκευές, αισθητήρες και συσκευές ενεργοποίησης. Όσον αφορά την υποδομή του λιμένα, ένα ψηφιακό λιμάνι περιγράφει το λιμάνι που είναι συνδεδεμένο με ευρυζωνικές υποδομές επικοινωνίας, ευέλικτο και προσαρμοσμένο σε υπολογιστικές υποδομές και υπηρεσίες καινοτόμες που θα καλύπτουν τις απαιτήσεις. Από την άλλη, στην έννοια «ευφυές» λιμάνι ενσωματώνονται όλες οι υποδομές, ακόμη και αυτές που παρέχουν πληροφορίες για την τεχνολογία καθώς και οι πιο πρόσφατες τεχνολογίες τηλεπικοινωνίας, ηλεκτρονικών και μηχανικών. Ένας ακόμη τομέας που ενσωματώνεται στις σύγχρονες απαιτήσεις είναι αυτός της γνώσης και της κατάρτισης του εργατικού δυναμικού του λιμένα, καθώς έτσι θα πολλαπλασιαστούν οι πιθανότητες για βελτιστοποίηση της δυναμικής του εργατικού δυναμικού και αυτό θα οδηγήσει σε δημιουργικές διαδικασίες (Molavi, Lim, & Race, 2019).

Μια άλλη προσέγγιση για τι πραγματεύεται ένας έξυπνος λιμένας αποτελεί η έρευνα των Duran, Córdova και Palominos (2019) όπου δημιουργείται ένα μοντέλο για τις κατηγορίες που επηρεάζει. Οι βασικοί παράγοντες του μοντέλου, που παίζουν σημαντικό ρόλο για την κατανόηση του τρόπου λειτουργίας ενός έξυπνου λιμένα είναι: ο κυβερνοχώρος, ο τεχνολογικός τομέας, ο κοινωνικός τομέας και το γνωστικό περιβάλλον. Οι παραπάνω παράγοντες σχετίζονται με ιδέες, αντιλήψεις, πληροφορίες και γνώσεις που προκύπτουν από τις αλληλεπιδράσεις με τα μέλη της κοινότητας του λιμένα, με την αλυσίδα εφοδιασμού και με τις διασυνδέσεις που παράγονται στο κυβερνοχώρο (Durán, Córdova, & Palominos, 2019). Πιο αναλυτικά παρατίθεται η κάθε κατηγορία με τα χαρακτηριστικά της:

Κυβερνοχώρος:

- Το δίκτυο των πραγμάτων, τα δίκτυα υπολογιστών και το Hyperspace (υπερδιάστημα): αυτές οι ψηφιακές πλατφόρμες επιτρέπουν σε μια ολοκληρωμένη διασύνδεση και αλληλεπίδραση των υπολογιστών και των δικτύων. Το υπερδιάστημα είναι ο ορισμός της διασύνδεσης πολλών χώρων
- Το E-crowd cloud είναι ένα μέσο αποθήκευσης δεδομένων και χρησιμοποιείται επίσης ως διαμεσολαβητής διασυνδέσεων μεταξύ των φορέων
- Κλειδιά για την εξέλιξη των λειτουργιών του λιμένα αποτελούν η διαχείριση των λογισμικών πληροφορίας και οι βάσεις δεδομένων.

Κοινωνικός τομέας:

- Πλατφόρμες για την διαχείριση των κοινωνικών δικτύων: χρησιμοποιούνται κυρίως από πολίτες της πόλης ή κοινωνίες που βρίσκονται κοντά στο λιμάνι για να εκφράσουν την άποψη τους για τις αλληλεπιδράσεις του λιμένα με αυτούς
- Πλατφόρμες της κοινότητας του λιμένα: το σύνολο των εταιριών εισαγωγής και εξαγωγής που συμμετέχουν στις αλυσίδες logistics, δημόσιοι και ιδιωτικοί φορείς που παρέχουν υπηρεσίες και υποστηρίζουν τις δραστηριότητες του λιμένα, η ανάπτυξη φόρουμ logistics και εφαρμογών που θα χρησιμοποιούνται από τους πολίτες για να μοιράζονται ιδέες, να κατανοούν τις διαδικασίες του λιμένα, τα πρωτόκολλα, τους κανονισμούς και γενικότερα ότι αφορά τον λιμένα
- Κοινωνικοί παράγοντες: Περιλαμβάνουν πτυχές της οργανωτικής δομής του λιμένα, τους στόχους των εταιριών, τους κανονισμούς και τις απαγορεύσεις, τις αξίες και την κουλτούρα της κοινωνίας αλλά και την ‘κοινωνικοποίηση’ των υπηρεσιών μεταξύ άλλων

Ο τεχνολογικός τομέας σε φυσικές και επιχειρηματικές διαδικασίες:

- Τεχνολογίες δικτύων: όπως LAN, WAN, WLAN που είναι ικανές να πετύχουν πιο αποτελεσματική επικοινωνία και δικτύωση για τις εταιρείες και τα ιδρύματα που αλληλοεπιδρούν άμεσα ή έμμεσα με τον λιμένα
- Αυτοματοποίηση των φυσικών διαδικασιών: επιτρέπει τον έλεγχο και την διαχείριση των δραστηριοτήτων σε πραγματικό χρόνο

- Τεχνολογίες επιχειρησιακών διεργασιών: περιλαμβάνει στρατηγικές και διάφορα επίπεδα τακτικών που εφαρμόζονται
- Δίκτυο των πραγμάτων (Internet of things): ένα φυσικό αντικείμενο μπορεί να γίνει αντιληπτό και να ανιχνευθεί στον λιμένα, να καταγραφεί στον κυβερνοχώρο αργότερα από τις διάφορες τεχνολογίες όπως για παράδειγμα οι ασύρματοι αισθητήρες που δουλεύουν σε πραγματικό χρόνο κ.α.
- Τεχνολογίες τοποθέτησης: ετικέτες, τεχνολογίες RFID και συστήματα GPS μέσω των οποίων διασφαλίζεται ο εντοπισμός των προϊόντων από την αρχή έως και την παράδοση τους. Επίσης διασφαλίζεται και ο εντοπισμός του μέσου που χρησιμοποιείται για την μεταφορά
- Ρομποτική και τηλεχειρισμός: επιτρέπουν τη χρήση σταθερού και κινητού εξοπλισμού, συμπεριλαμβανομένου και των γερανών, βελτιώνοντας τις λειτουργίες του λιμένα και κάνοντάς τες πιο ευέλικτες πάνω στην διαδικασία την αυτοματοποίησης
- Drones: τα μη επανδρωμένα οχήματα αέρος επιτρέπουν την παρακολούθηση οποιασδήποτε κίνησης που γίνεται στον λιμένα και στον περιβάλλοντα χώρο
- Τεχνητή νοημοσύνη: όταν τα μέλη της κοινότητας εμφανίζουν τις ικανότητες τους, τις δεξιότητες τους, τις προσδοκίες τους και τις γνώσεις τους, η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να δημιουργήσει αλγόριθμους κάνοντας πιο παραγωγικές τις λειτουργίες του λιμένα
- Ασφάλεια του κυβερνοχώρου: συμβάλει στην ασφάλεια των εφοδιαστικών συναλλαγών, στην προστασία των δεδομένων και των πληροφοριών

Γνωστικός τομέας

- Βάση γνώσεων: η διαθέσιμη 'γνώση' των φορέων της κοινότητας του λιμένα που μπορεί να αποθηκευτεί στον κυβερνοχώρο.
- Διαχείριση της γνώσης: διευκολύνει την ταξινόμηση και τη διαχείριση του κοινωνικού, διαρθρωτικού και πνευματικού κεφαλαίου κάθε οργανισμού που συμμετέχει στην λιμενική κοινότητα
- Διαδικασία προγραμματισμού: διευκολύνει την εξέλιξη και την σωστή λειτουργία των διαδικασιών του λιμένα καθώς μέσω αυτού επιτυγχάνεται ο σωστός προγραμματισμό μεταξύ των φορέων.

(Durán, Córdova, & Palominos, 2019)

Μια ακόμη εκδοχή αποτελεί των ερευνητών De la Peña Zarzuelo, Jesús Freire Soeanea, και López Bermúdezb (2020) όπου κατηγοριοποιούν κλειδιά-στοιχεία που συνθέτουν τους λιμένες 4.0:

- εξελιγμένες μέθοδοι και εργαλεία στους λιμένες 4.0
- οριζόντιες και κάθετες ολοκληρωμένες λύσεις και συστήματα στα έξυπνα λιμάνια
- νέες προκλήσεις

(De la Peña Zarzuelo, Jesús Freire Soeanea, & López Bermúdezb, 2020)

Στον πίνακα 1 παρατίθενται και τα χαρακτηριστικά αυτών:

Πίνακας 1: Κατηγορίες όπου συνθέτουν τους λιμένες 4.0

Κατηγορίες	Κλειδιά- Στοιχεία
Εξελιγμένες μέθοδοι και εργαλεία στους λιμένες 4.0	Το δίκτυο των πραγμάτων, λύσεις μέσω αισθητήρων (sensing solutions), big data και cloud computing
	Blockchain
	Μη επανδρωμένα οχήματα, ρομποτική και αυτοματοποίηση
	Τρισδιάστατη εκτύπωση και πρόσθετη βιομηχανία
	Επαυξημένη και εικονική πραγματικότητα
	Τεχνητή νοημοσύνη και μηχανική μάθηση
Οριζόντιες και κάθετες ολοκληρωμένες λύσεις και συστήματα στα έξυπνα λιμάνια	Οριζόντια και κάθετα συστήματα ολοκλήρωσης και εφαρμογές μέσω νέων προτύπων
	Προσομοίωση και μοντελοποίηση σε PMI
	Ενεργειακές λύσεις στα λιμάνια 4.0
	Έξυπνη διαχείριση περιουσιακών στοιχείων

Νέες προκλήσεις	Κυβερνοασφάλεια
	Συνδεσιμότητα, πρότυπα και ομοσπονδιακά συστήματα βάσεων δεδομένων φορέων

Πηγή: (De la Peña Zarzuelo, Jesús Freire Soeanea, & López Bermúdezb, 2020)

1.3 Τομείς που εστιάζουν οι έξυπνοι λιμένες

Στο προηγούμενο κεφάλαιο, γίνεται προσπάθεια μέσω βιβλιογραφικής έρευνας να διατυπωθεί τι πραγματεύεται ένας λιμένας 4.0. Τα χαρακτηριστικά που αναλύθηκαν στα προηγούμενα δύο κεφάλαια εφαρμόζονται στις έξυπνες εφαρμογές που αξιοποιούν οι λιμένες. Ποιους τομείς καλείται όμως ένας έξυπνος λιμένας να τονώσει;

Σύμφωνα με τον DeChant (2019), οι έξυπνοι λιμένες επικεντρώνονται στους παρακάτω τομείς:

- Αύξηση της αποτελεσματικότητας
- Ασφαλέστερο εργασιακό περιβάλλον και ασφαλέστερη ναυτιλία
- Ενίσχυση της παραγωγικότητας
- Αύξηση των εσόδων
- Γρηγορότερη λήψη αποφάσεων και βελτιστοποίηση της διαδικασίας της λήψης αποφάσεων μέσω της τεχνολογίας
- Βελτίωση της ασφάλειας
- Καλύτερη διαχείριση των πόρων
- Ολοκληρωμένο σύστημα επικοινωνιών
- Ενεργοποίηση λειτουργιών Just-in-Time
- Συστήματα για την παρακολούθηση της κίνησης βασισμένα στα GPS
- Βελτίωση της διάθεσης τελωνειακών πληροφοριών και εγγράφων
- Καλύτερος συντονισμός της διατροφικής κυκλοφορίας
- Βελτίωση της περιβαλλοντικής βιωσιμότητας

(DeChant, 2019)

Μια άλλη προσέγγιση αποτελεί της εταιρίας Fundació Valenciaport (2020) που αναφέρει τις εξής κατηγορίες που στοχεύει ένας έξυπνος λιμένας:

- Κοινωνία
- Παραγωγικότητα (Productivity)

- Ασφάλεια και προστασία
- Βιωσιμότητα
- Ψηφιακές τεχνολογίες
- Ψηφιακές στρατηγικές

Η έρευνα των Molavi, Lim και Race (2019), που θα χρησιμοποιηθεί και σε πιο αναλυτικό επίπεδο στη συνέχεια, αναφέρει ότι ο έξυπνος λιμένας επικεντρώνεται στις εξής κατηγορίες:

- Λειτουργίες/ Υπηρεσίες (Operations)
- Περιβάλλον
- Ενέργεια
- Ασφάλεια και Προστασία

(Molavi, Lim, & Race, 2019)

Κεφάλαιο 2^ο

2. Η έννοια της βιωσιμότητας στους λιμένες

Οι βιώσιμες θαλάσσιες μεταφορές περιλαμβάνουν πολύπλοκες αποφάσεις και πολλαπλούς παράγοντες που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη. Οι βασικότεροι παράγοντες που επηρεάζουν την βιωσιμότητα είναι οικονομικής, κοινωνικής και περιβαλλοντικής φύσεως (Mansouri, Lee, & Aluko, 2015).

Ωστόσο, η συνεχόμενη αύξηση του όγκου των αγαθών που μεταφέρονται μέσω θαλάσσης οδήγησε στην επέκταση των λιμενικών εγκαταστάσεων και στην όλο και μεγαλύτερη κατανάλωση των πόρων που σχετίζονται με τις λιμενικές δραστηριότητες, προκαλώντας συχνά περιβαλλοντική ρύπανση. Συνέπειες των δραστηριοτήτων όπως ο θόρυβος, οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, η απόρριψη των λυμάτων, η σκόνη κ.α., είχαν επιζήμιες περιβαλλοντικές συνέπειες και δημιουργούσαν ζητήματα ασφάλειας και υγείας για τους εργαζομένους. Βάσει των προηγούμενων τίθεται ως ζήτημα η επανεξέταση της έννοιας της αειφορίας των λιμένων (Lim, Pettit, Abouarghoub, & Beresford, 2019).

Η βιωσιμότητα των λιμένων στηρίζεται κατά βάση στους τρεις πυλώνες της αειφόρου ανάπτυξης που είναι το περιβάλλον, η κοινωνία και η οικονομία. Στόχος της είναι η δημιουργία ενός ασφαλούς, κοινωνικά αποδεκτού, ενεργειακά αποδοτικού και φιλικού προς το περιβάλλον λιμένα με ταυτόχρονη την μεγιστοποίηση των κερδών του. Πιο αναλυτικά, η περιβαλλοντική βιωσιμότητα αφορά την ελαχιστοποίηση των

αρνητικών επιπτώσεων που προκαλούνται από ένα ευρύ φάσμα επιχειρησιακών και ναυτιλιακών δραστηριοτήτων που λαμβάνουν χώρα στα λιμάνια. Η κοινωνική βιωσιμότητα αφορά την ενίσχυση της ποιότητας ζωής των ανθρώπων. Η επίτευξη του παραπάνω μπορεί να επιτευχθεί μέσω της ενίσχυσης του αισθήματος ικανοποίησης των κοινωνικοοικονομικών προτεραιοτήτων όπως οι ευκαιρίες απασχόλησης, η εκπαίδευση για τους εργαζομένους και των ευρύτερων κοινοτήτων και η βελτίωση της κοινωνικής σταθερότητας γύρω από την περιοχή του λιμένα. Τέλος, η οικονομική βιωσιμότητα αφορά την μεγιστοποίηση των οικονομικών επιδόσεων που προκύπτουν από την εφαρμογή καινοτόμων ιδεών αιεφόρου ανάπτυξης, χωρίς αυτές να επηρεάζουν αρνητικά την κοινωνική και την περιβαλλοντική ανάπτυξη (Lim, Pettit, Abouarghoub, & Beresford, 2019).

2.1 Βιωσιμότητα και ζητήματα που απασχολούν ανά πλώνα στην ναυτιλιακή βιομηχανία

Οι στόχοι ανάπτυξης της αιεφορίας είναι μια ολοκληρωμένη ατζέντα που έχει συμφωνηθεί παγκοσμίως και αποσκοπεί στην τόνωση των δράσεων προς την οικονομική, περιβαλλοντική και κοινωνική διάσταση της βιωσιμότητας (United Nations, χ.χ.). Σύμφωνα με την έρευνα των Wanga, Yuenb, Wongb, και Li (2020) γίνεται μια κατηγοριοποίηση για το πως η ναυτιλιακή βιομηχανία επηρεάζει τους στόχους της κοινωνικής υπόστασης της αιεφορίας (Wanga, Yuenb, Wongb, & Li, 2020). Στον παρακάτω πίνακα αναλύονται οι δεκαεφτά στόχοι που θα τονώσουν την βιωσιμότητα των λιμένων:

Πίνακας 2: Στόχοι για την τόνωση της βιωσιμότητας των λιμένων

Στόχος	Δράση
Εξάλειψη της φτώχειας	Διασφάλιση ασφάλειας, προστασίας και δημιουργία προοπτικών για βιώσιμη ανάπτυξη σε μια πράσινη και μπλε οικονομία
Εξάλειψη της πείνας (Zero hunger)	Εξασφάλιση αποτελεσματικών και οικονομικών αλυσίδων εφοδιασμού για παγκόσμια διανομή τροφίμων
Υγεία και ευεξία	Μείωση των ρυπάνσεων που προέρχονται από τα πλοία
Ποιότητα εκπαίδευσης	Η προστασία του περιβάλλοντος στη θάλασσα εξαρτάται από την εκπαίδευση των ναυτικών
Ισότητα των φύλων	Ενσωμάτωσή των γυναικών στην ναυτιλιακή βιομηχανία
Καθαρά νερά και αποχέτευση	Ελαχιστοποίηση των αποβλήτων που καταλήγουν στην θάλασσα

Οικονομικά προσιτή και 'καθαρή' ενέργεια	Προώθηση χρηματοδότησης, έρευνας και ανάπτυξης τεχνολογίας για 'καθαρή' ενέργεια στον ναυτιλιακό τομέα
Αξιοπρεπής εργασία και οικονομική ανάπτυξη	Ζητήματα που αφορούν την υγεία των ναυτικών και την ευημερία γενικότερα
Βιομηχανία, καινοτομία και υποδομή	Η πιο αποτελεσματική ναυτιλία, συνεργασίες με τους φορείς του λιμένα, οδηγεί σε ένα πιο σταθερό και βιώσιμο λιμάνι
Μείωση των ανισοτήτων	Βελτίωση της ασφαλούς και αποτελεσματικής λειτουργίας σε χώρες που δεν διαθέτουν τεχνικές γνώσεις και πόρους
Βιώσιμες πόλεις και κοινότητες	Οι βιώσιμες πόλεις στηρίζονται σε μια ασφαλή αλυσίδα εφοδιασμού. Η ναυτιλιακή βιομηχανία συμβάλει στην ασφάλιση αυτής
Υπεύθυνη κατανάλωση και παραγωγή	Μείωση της παραγωγής αποβλήτων
Οι δράσεις που επηρεάζουν το κλίμα	Έλεγχος των εκπομπών ρύπων από τα πλοία και η εύρεση λύσεων για την ελαχιστοποίηση αυτών
Η ζωή κάτω από το νερό	Η ναυτιλιακή βιομηχανία είναι υπεύθυνη για την λήψη μέτρων για την ρύπανση των υδάτων
Η ζωή στην ξηρά	Η ναυτιλιακή βιομηχανία είναι υπεύθυνη για την ασφάλεια των λιμένων και αποτελεί μέρος των προσπαθειών για την παύση της παράνομης διακίνησης των άγριων ζώων
Ειρήνη, δικαιοσύνη και ισχυρή θεσμοί	Η ναυτιλιακή βιομηχανία προωθεί ιδρύματα για την διασφάλιση της ασφαλούς και περιβαλλοντικά προστατευμένης ροής του θαλάσσιου εμπορίου
Συνεργασίες για την επίτευξη των στόχων	Ο παγκόσμιος οργανισμός ναυτιλίας διαθέτει συνεργασίες με αρκετούς φορείς

Πηγή: (Wanga, Yuenb, Wongb, & Li, 2020)

Όσον αφορά τον περιβαλλοντικό πυλώνα, ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός Θαλάσσιων Λιμένων (ESPO) κατηγοριοποιεί πέντε βασικά ζητήματα που παίζουν καθοριστικό ρόλο στη βιωσιμότητα των λιμένων (Mazzarino & Rubini, 2018). Παρακάτω αναλύονται αυτές οι κατηγορίες με τα υποσύνολά τους:

Πίνακας 3: Ζητήματα που παίζουν καθοριστικό ρόλο στη βιωσιμότητα των λιμένων σύμφωνα με το ESPO

Κατηγορία	Υποσύνολο
Διαχείριση της ποιότητας του αέρα	Γεωγραφική θέση
	Τύπος των λιμενικών δραστηριοτήτων
	Μοντέλα διακυβέρνησης
	Συμμόρφωση των πλοίων σε χαμηλότερα όρια εκπομπής θείου NOx
Κατανάλωση ενέργειας	Αποτύπωμα του άνθρακα
	Κλιματική αλλαγή
Θόρυβος	Ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων του θορύβου
	Χρήση 'on-shore power source'
Ποιότητα του νερού και η βυθοκόρηση των λιμένων	Ενναλακτικοί τρόποι χρήσης της βυθοκόρησης των ιζημάτων
	Διάφορες δράσεις προτείνονται για την παρακολούθηση των επιπτώσεων τους σχετικά με το θαλάσσιο περιβάλλον
Η διαχείριση των απορριμμάτων-αποβλήτων	Παραγωγή αποβλήτων και ο τρόπος διάθεσης τους

Πηγή: (Mazzarino & Rubini, 2018)

Τέλος, όσον αφορά τον οικονομικό πυλώνα, κύρια επιδίωξη των λιμένων είναι η μεγιστοποίηση των κερδών τους χωρίς την αρνητική επίδραση αυτών στην κοινωνία και το περιβάλλον. Ο κάθε λιμένας ανήκει σε διαφορετική αγορά με διαφορετικές προοπτικές ανάπτυξης και δραστηριότητες που λαμβάνουν χώρα και έτσι οι στόχοι διαφέρουν αναλόγως των τάσεων της αγοράς (Serrano, Gonzalez-Cancelas, Soler-Flores, & Camarero-Orive, 2018). Έτσι, οι γενικοί στόχοι του οικονομικού πυλώνα είναι:

- Η αύξηση του κύκλου εργασιών
- Η αύξηση των ευνοϊκών εσόδων
- Η μείωση του κινδύνου για χρεωκοπία
- Η βελτιστοποίηση και η πραγματοποίηση κερδοφόρων επενδύσεων

(Serrano, Gonzalez-Cancelas, Soler-Flores, & Camarero-Orive, 2018)

2.2 Βιωσιμότητα και «έξυπνοι» λιμένες

Η συνεχόμενη εξέλιξη της τεχνολογίας και η εφαρμογή της στις λειτουργίες των λιμένων, (είτε στις υφιστάμενες λειτουργίες, είτε σε νέες που δημιουργούνται από αυτή) δημιουργούν την ανάγκη για την πιο λεπτομερή διερεύνηση της έννοιας της

βιωσιμότητας. Όπως αναφέρεται και στο κεφάλαιο 1.3, οι ερευνητές Molavi, Lim, και Race (2019) δημιουργούν τέσσερις βασικές κατηγορίες που πραγματεύεται ένα έξυπνο λιμάνι στα πλαίσια της βιωσιμότητας: την λειτουργικότητα, την ενέργεια, το περιβάλλον και την ασφάλεια και προστασία (Safe and security) (Molavi, Lim, & Race, 2019).

2.2.1 Λειτουργικότητα

Τα λιμάνια εξυπηρετούν διαφορετικούς τύπους πλοίων συμπεριλαμβανομένου πλοία κοντέινερ, δεξαμενόπλοια, Ro-Ro πλοία, πλοία για την μεταφορά χύδην φοιτών (bulk) και πλοία- ψυγεία. Η κύρια δραστηριότητα του λιμένα είναι η φόρτωση και εκφόρτωση αυτών των φορτίων και να χειριστούν την διαδικασία της μεταφοράς του φορτίου στις αποθήκες ή για όπου αλλού αυτά προορίζονται. Ένα έξυπνο λιμάνι βελτιστοποιεί τις τεχνολογίες του υιοθετώντας καινοτομίες και αποτελεσματικά μοντέλα που αυξάνουν την παραγωγικότητα των διαδικασιών του και ελαχιστοποιούν το κόστος (Molavi, Lim, & Race, 2019).

Η κατηγορία της λειτουργικότητας δομείται από τις ακόλουθες υποκατηγορίες: την παραγωγικότητα (productivity), την αυτοματοποίηση και τις έξυπνες υποδομές (Molavi, Lim, & Race, 2019).

2.2.1.1 Παραγωγικότητα (Productivity)

Η παραγωγικότητα στον τομέα των λιμένων, εξετάζει κατά πόσο οι διαδικασίες που λαμβάνουν χώρα λειτουργούν αποτελεσματικά μέσα στα επιτρεπτά χρονικά όρια, στον προϋπολογισμό, στον χώρο και στις διαθέσιμες υποδομές του εκάστοτε λιμένα (Molavi, Lim, & Race, 2019).

2.2.1.2 Αυτοματοποίηση

Η αυτοματοποίηση των λιμένων αφορά τη χρήση ποικίλων συστημάτων ελέγχου για τον εξοπλισμό των λειτουργιών του λιμένα, μειώνοντας την συμμετοχή του ανθρώπινου παράγοντα. Πιο συγκεκριμένα, γίνεται προσπάθεια αντικατάστασης του ανθρώπινου δυναμικού με στόχο την μείωση των ανθρωπίνων σφαλμάτων, την αποκατάσταση ζητημάτων ασφαλείας, την αντιμετώπιση της συμφόρησης στο λιμάνι και την καλύτερη διαχείριση του χρόνου μιας και θα αυξηθεί η αποτελεσματικότητα των διαδικασιών (Molavi, Lim, & Race, 2019).

2.2.1.3 Ευφυείς υποδομές

Οι ευφυείς υποδομές στους λιμένες μπορούν να αυξήσουν την αποτελεσματικότητα και να δημιουργήσουν ένα καλύτερο επίπεδο βιωσιμότητας καθώς η συλλογή, επεξεργασία και παροχή των δεδομένων θα γίνεται σε πραγματικό χρόνο. Τέτοιου είδους πληροφορίες αποτελούν:

- η κίνηση τόσο των πλοίων όσο και των μεταφορών της ενδοχώρας
- πότε οι γέφυρες θα είναι ανοιχτές/κλειστές
- γενικότερες πληροφορίες επί των υποδομών
- η κατάσταση των λειτουργιών που λαμβάνουν χώρα στον λιμένα
- η κατάσταση στην οποία βρίσκονται τα τερματικά που εξυπηρετούν τα κοντέινερ
- πληροφορίες για την κατάσταση στις εγκαταστάσεις του παρκινγκ

(Molavi, Lim, & Race, 2019)

Οι γρήγορες και εύκολα προσβάσιμες υποδομές των πληροφοριών συμβάλουν σημαντικά στο να παρθούν αποφάσεις τόσο από τις αρχές όσο και από τους ενδιαφερόμενους/stakeholders του λιμένα. Από τα παραπάνω προκύπτει το εξής αποτέλεσμα: αύξηση της παραγωγικότητας του λιμένα, μείωση του κόστους των διαδικασιών, διαμόρφωση ενός λιμένα υψηλού ανταγωνισμού, μείωση των εκπομπών ρύπων, αποτελεσματικότητα στην χρήση της ενέργειας και μετατροπή των υπηρεσιών logistics σε “πράσινα” logistics (green logistics) (Molavi, Lim, & Race, 2019).

Όσον αφορά την εφαρμογή έξυπνων τεχνολογιών, παρακάτω παρατίθενται μερικές από αυτές:

- αισθητήρες
- GPS/DGPS
- RFID/OCR/LPR
- DGNSS
- TOS
- Bluetooth
- WLAN
- κινητές συσκευές
- Cloud
- συστήματα για την κοινότητα του λιμένα (port community system)

- λιμενικά συστήματα παρακολούθησης
- λιμενικό σύστημα διαχείρισης οδών
- ο «έξυπνος» σιδηρόδρομος
- η διαχείριση της κίνησης των πλοίων (αποφυγή συμφόρησης)
- η έξυπνη συντήρηση
- η διαχείριση του παρκινγκ και των πυλών

(Molavi, Lim, & Race, 2019)

Στον πίνακα 4 παρατίθενται βασικές δραστηριότητες των λιμένων που σχετίζονται άμεσα με τις παραπάνω κατηγορίες:

Πίνακας 4: Βασικές δραστηριότητες των λιμένων που εμπεριέχουν έξυπνες τεχνολογίες

Παραγωγικότητα	Αυτοματοποίηση	Ευφυείς Υποδομές
Παραγωγικότητα ελλιμενισμού Παραγωγικότητα υποδομών Παραγωγικότητα γης Μέγεθος και χρήση της μέγιστης δυνατής χωρητικότητας Γραμμές που καταλήγουν στον λιμένα Χωρητικότητα για τα μεγάλα φορτία που δέχεται ο λιμένας Επίπεδο διατροφικότητας	Αυτοματοποιημένη στοίβαξη Αυτοματοποιημένες διαδρομές Αυτοματοποιημένες ράγες Αυτοματοποιημένους ανυψωτήρες-ανελκυστήρες (φορτίων) Αυτοματοποιημένα φορτηγά Αυτοματοποιημένη αποβάθρα	Ολοκληρωμένα συστήματα πληροφοριών και λογισμικών

Πηγή: (Molavi, Lim, & Race, 2019)

2.2.2 Περιβάλλον

Η δεύτερη βασική κατηγορία βιωσιμότητας που επηρεάζει άμεσα τους έξυπνους λιμένες είναι το περιβάλλον. Η βιομηχανική δραστηριότητα αλλά και οι χερσαίες και θαλάσσιες μεταφορές των λιμένων αποτελούν σημαντικές πηγές

περιβαλλοντικής ρύπανσης. Κατηγοριοποιώντας τις πηγές ρύπανσης που προέρχονται από τους λιμένες προκύπτουν οι εξής κατηγορίες:

- μόλυνση του αέρα
- ηχορύπανση
- η ρύπανση και η κατανάλωση των υδάτων

(Molavi, Lim, & Race, 2019)

Η λανθασμένη διαχείριση των παραπάνω κατηγοριών φέρει ως αποτέλεσμα την μείωση της ποιότητας διαβίωσης στην ευρύτερη περιοχή (Molavi, Lim, & Race, 2019).

Για τα παραπάνω προβλήματα, οι έξυπνοι λιμένες καλούνται να βρύνε λύσεις στα πλαίσια της βιωσιμότητας. Βασικά εργαλεία για να επιτευχθεί αυτό είναι:

- η επένδυση στα συστήματα περιβαλλοντικής διαχείρισης (environmental management systems),
 - η μείωση των δραστηριοτήτων που προκαλούν τις μολύνσεις
 - η διαχείριση των αποβλήτων και του νερού (καθώς μέσω αυτών μπορεί να αξιολογηθεί η αποτελεσματικότητα του λιμένα στην κατηγορία περιβάλλον)
- (Molavi, Lim, & Race, 2019)

Πιο συγκεκριμένα, οι Molavi, Lim, και Race (2019), χωρίζουν την κατηγορία περιβάλλον στις εξής υποκατηγορίες:

- συστήματα διαχείρισης του περιβάλλοντος
- ο έλεγχος των ρύπων και των μολύνσεων
- η διαχείριση των αποβλήτων
- η διαχείριση του νερού.

(Molavi, Lim, & Race, 2019)

2.2.2.1 Περιβαλλοντικά συστήματα διαχείρισης (ΠΣΔ)

Η αλληλεπίδραση του λιμένα τόσο με οργανισμούς εντός του όσο και εκτός δύναται να φέρει ως αποτέλεσμα την περιβαλλοντική ρύπανση. Τα περιβαλλοντικά συστήματα διαχείρισης αποτελούν σημαντικό μέσο για την διαχείριση των δραστηριοτήτων του λιμένα με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι πιο φιλικός προς το περιβάλλον. Για να επιτευχθεί το παραπάνω απαιτείται παρατήρηση και έλεγχος των λειτουργιών του, δημιουργώντας ένα πλαίσιο αξιολόγησης, παρακολούθησης και μείωσης του αρνητικού αντίκτυπου που έχει το λιμάνι στο περιβάλλον (Molavi, Lim, & Race, 2019).

Σύμφωνα με τον Διεθνή Οργανισμό Τυποποίησης το πλαίσιο που χρησιμοποιείται συνήθως είναι το ISO 14001 standard. Βασικά στάδια που αντιμετωπίζει το συγκεκριμένο πλαίσιο για την επιτυχημένη εφαρμογή του είναι: δέσμευση (Commitment) και πολιτική, σχεδιασμός, υλοποίηση, αξιολόγηση και επανεξέταση. Παραδείγματα περιβαλλοντικών συστημάτων που εφαρμόζονται αποτελούν: το πρόγραμμα οικολογικής διαχείρισης της Ευρωπαϊκής Ένωσης (EMAS) και το σύστημα περιβαλλοντικής αναθεώρησης (PERS) (Molavi, Lim, & Race, 2019).

2.2.2.2 Έλεγχος των ρύπων

Στη συνέχεια και στην υποκατηγορία των ρύπων εντοπίζονται τρεις τύποι ρύπων από τις δραστηριότητες του λιμένα και της ναυτιλιακής βιομηχανίας: ρύπανση του αέρα, ρύπανση των υδάτων και η ηχορύπανση (Molavi, Lim, & Race, 2019).

2.2.2.3 Ρύπανση του αέρα

Η ρύπανση του αέρα αποτελεί βλαβερό παράγοντα για το φυσικό περιβάλλον και μπορεί να προκαλέσει βλαβερές συνέπειες τόσο στην ανθρώπινη υγεία αλλά και σε άλλα ζωντανά είδη. Αιωρούμενα σωματίδια που παράγονται από τις δραστηριότητες του λιμένα είναι από τις πιο σημαντικές μολύνσεις καθώς ήταν υπεύθυνα για το θάνατο περίπου 60000 ανθρώπων. Επίσης η αυξημένη ποσότητα αερίων του θερμοκηπίου μπορεί να οδηγήσει στην κλιματική αλλαγή, στην καταστροφή του όζοντος και να προκαλέσει περισσότερη όξινη βροχή. Μερικές λύσεις που εφαρμόζονται για την καταπολέμηση των παραπάνω είναι η εφαρμογή διαφορετικών καυσίμων και η εφαρμογή τεχνολογιών για μηδενική εκπομπή ρύπων από τα πλοία και από τις χερσαίες μεταφορές στον λιμένα (Molavi, Lim, & Race, 2019).

2.2.2.4 Μείωση της ηχορύπανσης

Η ηχορύπανση στα λιμάνια γεννάτε από τα πλοία, από τις βιομηχανικές δραστηριότητες, από τις δραστηριότητες των ναυπηγείων και από τις βοηθητικές υπηρεσίες του λιμένα. Αυτή η ηχορύπανση μπορεί να έχει αρνητικό αντίκτυπο στα φυσικά οικοσυστήματα και στον αστικό πληθυσμό. Ως εκ τούτου, αποτελεσματικές δράσεις πρέπει να σχεδιαστούν για την αξιολόγηση, παρακολούθηση και μείωσή της στους λιμένες (Molavi, Lim, & Race, 2019).

2.2.2.5 Διαχείριση των αποβλήτων

Οι λιμένες λαμβάνουν μια αξιοσημείωτη ποσότητα αποβλήτων, που προέρχονται από τις δραστηριότητες του λιμένα και από τα πλοία. Κατηγοριοποιώντας τα απόβλητα των πλοίων, κύριοι τύποι που παράγονται: ελαιώδη απόβλητα, χύδην χημικά

απόβλητα, ακατέργαστα λύματα, σκουπίδια και συσκευασίες (Molavi, Lim, & Race, 2019).

2.2.2.6 Διαχείριση του νερού

Ιδιαίτερα ευαίσθητη κατηγορία μόλυνσης αποτελεί το νερό από τις λιμενικές δραστηριότητες. Η υψηλή οργανική συγκέντρωση που παρατηρείτε στο νερό έχει ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη διαφόρων τύπων βακτηριών. Επίσης, σημαντικό πρόβλημα αποτελεί η υψηλή κατανάλωση νερού καθώς χρησιμοποιείται από τους λιμένες για ψύξη. Συνεπώς, πρέπει να υπάρχει εκτίμηση για την σπατάλη του νερού και μέθοδοι που μειώνουν την μόλυνση του (Molavi, Lim, & Race, 2019).

2.2.3 Ενέργεια

Οι δραστηριότητες που λαμβάνουν χώρα στους λιμένες, όπως οι υπηρεσίες logistics, καταναλώνουν τεράστιες ποσότητες ενέργειας. Μαζί με την ανάπτυξη των λιμένων, η αύξηση της ζήτησης των λιμενικών μεταφορών και η αύξηση των βιομηχανικών δραστηριοτήτων απαιτούν όλο και περισσότερη κατανάλωση ενέργειας. Λαμβάνοντας υπόψη τον περιορισμό των πηγών ενέργειας και τον προϋπολογισμό των λιμένων, οι έξυπνοι λιμένες υιοθετούν τρόπους για την μείωση της κατανάλωσης της ενέργειας. Επίσης προτείνουν τη χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για την μείωση των εκπομπών ρύπων (Molavi, Lim, & Race, 2019).

2.2.3.1 Αποτελεσματικότητα στην κατανάλωση ενέργειας

Οι καταναλωτές στους λιμένες μπορεί να χωριστούν σε δύο κατηγορίες: στους άμεσους καταναλωτές και στους έμμεσους. Στην πρώτη κατηγορία συμπεριλαμβάνονται τα συστήματα φωτισμού στην περιοχή των τερματικών, γραφεία και άλλες εγκαταστάσεις, τα κτίρια των γραφείων και οι εγκαταστάσεις των γκαράζ. Στην δεύτερη κατηγορία βρίσκονται αυτοί που η κατανάλωση ενέργειας γίνεται σε εποχική βάση. Έμμεσοι καταναλωτές είναι οι γερανοί, ο λιμενικός στόλος και τα πλοία. Βελτιώνοντας τις διαδικασίες και τον εξοπλισμό να απαιτεί λιγότερη ενέργεια για να αποφευχθούν οι ενεργειακές απώλειες θα οδηγηθεί ο λιμένας στην πιο αποτελεσματική κατανάλωση της ενέργειας αλλά και σε χαμηλότερα κόστη (Molavi, Lim, & Race, 2019).

2.2.3.2 Παραγωγή και χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας

Οι πιθανότητες για την κάλυψη των αναγκών από τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας όλο και αυξάνεται. Πηγές που μπορούν να αναπτυχθούν στους λιμένες είναι η αιολική ενέργεια συνδυαζόμενη με την υπάρχουσα τεχνολογία, μικρές ανεμογεννήτριες, η

τεχνολογία των φωτοβολταϊκών, το βιοντίζελ και η θαλάσσια τεχνολογία (κυματική και παλιρροιακή ενέργεια) (Molavi, Lim, & Race, 2019).

2.2.3.3 Διαχείριση της ενέργειας

Στην κατηγορία της ενέργειας, οι τομείς που χρειάζονται προσοχή είναι η αποτελεσματικότητα στην κατανάλωση της ενέργειας, η παραγωγή και η χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και γενικότερα η διαχείριση της ενέργειας. Στην πρώτη περίπτωση, αρκετοί παράγοντες επηρεάζουν την κατανάλωση ενέργειας σε ένα λιμάνι. Κατηγοριοποιώντας τους χωρίζονται σε δύο κατηγορίες: αυτούς που χρησιμοποιούν άμεσα την ενέργεια και αυτούς που την χρησιμοποιούν έμμεσα. Στην δεύτερη περίπτωση εξετάζεται το γεγονός όπου οι λιμένες θα μπορούν να καλύπτουν τις ανάγκες, είτε εν μέρει είτε ολοκληρωτικά, μειώνοντας με αυτό τον τρόπο τους ρύπους τους. Τέλος, κρίνεται απαραίτητο να υπάρχει στρατηγική στο πως θα χρησιμοποιείται με τον βέλτιστο τρόπο η ενέργεια (Molavi, Lim, & Race, 2019).

Πίνακας 5: Δραστηριότητες έξυπνης ενέργειας

Αποτελεσματικότητα στην κατανάλωση ενέργειας	Παραγωγή και χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας	Διαχείριση της ενέργειας
Κατανάλωση ενέργειας από τα κοντέινερ Κατανάλωση ενέργειας από τον στόλο Κατανάλωση ενέργειας από τον φωτισμό Κατανάλωση ενέργειας από τον τερματικό εξοπλισμό για την μετακίνηση των κοντέινερ Κατανάλωση ενέργειας από τα γραφεία και τις εταιρίες	Αιολική ενέργεια Ηλιακή ενέργεια Ενέργεια βιομάζας Κύμα και παλιρροιακή ενέργεια Αποτελεσματική χρήση των ηλιακών και ηλεκτρικών μεταφορών	Συστήματα για την διαχείριση της ενέργειας Παρακολούθηση και βελτιστοποίηση στον τρόπο κατανάλωσης της ενέργειας

Πηγή: (Molavi, Lim, & Race, 2019)

2.2.4 Ασφάλεια και προστασία

Οι λιμένες είναι ευάλωτοι σε αρκετά θέματα που αφορούν την ασφάλεια και την προστασία τους, τα οποία μπορεί να προκαλέσουν μείωση των κερδών, ζημιά στην

φήμη του λιμένα και μείωση της αποτελεσματικότητας των λειτουργιών του. Παραδείγματα αποτελούν οι επιθέσεις από τρομοκράτες, χρησιμοποίηση των λιμένων ως αγωγό για την μεταφορά όπλων, φυσικούς αλλά και εγγενείς κινδύνους που βρίσκονται στις δραστηριότητες του λιμένα (Molavi, Lim, & Race, 2019).

Οι έξυπνοι λιμένες καλούνται να δώσουν λύσεις για την αντιμετώπιση των παραπάνω κινδύνων. Ο ορισμός σαφών κανονισμών και προτύπων, η εκπαίδευση των εργαζομένων, οι περιοδικοί έλεγχοί των εγκαταστάσεων, η αξιολόγηση των κινδύνων, τα κατάλληλα σχέδια και συστήματα παρακολούθησης για την ανίχνευση οποιοδήποτε θέματος ασφαλείας παρέχουν στον λιμένα αυξημένη ετοιμότητα και ελαστικότητα στην αντιμετώπιση των ζητημάτων (Molavi, Lim, & Race, 2019).

Όλα τα παραπάνω ζητήματα ενσωματώνονται στην τελευταία κατηγορία, ασφάλεια και προστασία (Safe and security). Σε αυτή περιλαμβάνονται τα συστήματα διαχείρισης της ασφάλειας, τα συστήματα διαχείρισης της προστασίας και τα βελτιστοποιημένα συστήματα ολοκληρωμένης παρακολούθησης (Molavi, Lim, & Race, 2019).

2.2.4.1 Συστήματα για την διαχείριση της ασφάλειας του λιμένα

Στην πρώτη υποκατηγορία, το συγκεκριμένο σύστημα διαχειρίζεται τις αρχές τις ασφάλειας στο χώρο εργασίας καθώς αποτελεί μια συστηματική και ολοκληρωμένη διαδικασία για την διαχείριση των κινδύνων ασφαλείας και αποτελείται από: πολιτικές, οργάνωση, εφαρμογή, αξιολόγηση και βελτίωση (Molavi, Lim, & Race, 2019).

Μια ακόμη προσέγγιση για να διασφαλιστεί ο λιμένας είναι ο Διεθνής Κώδικας Διαχείρισης της Ασφάλειας που έχει αναπτυχθεί από το Διεθνή Οργανισμό Ασφάλειας. (Molavi, Lim, & Race, 2019)

2.2.4.2 Συστήματα για την διαχείριση της προστασίας του λιμένα

Τα συστήματα διαχείρισης της προστασίας του λιμένα αναγνωρίζουν πιθανές απειλές στον λιμένα και εξακριβώνουν, παρακολουθούν, αναθεωρούν και καθορίζουν τις κατάλληλες δράσεις για την αποτελεσματική αντιμετώπιση αυτών των κινδύνων. Η εφαρμογή των παραπάνω συστημάτων θα διασφαλίσει ελαστικότητα στην αντιμετώπιση των κινδύνων και θα ελαχιστοποιήσει το κόστος και τις απώλειες. Κρίνεται απαραίτητο οι λιμένες να αναγνωρίζουν πιθανές απειλές που προέρχονται τόσο από εσωτερικό περιβάλλον όσο και από το εξωτερικό, να πραγματοποιούν ανάλυση και διαχείριση των ρίσκων και να βελτιώνουν την συμπεριφορά των εργαζομένων σε συγκεκριμένα ζητήματα. Στο μεταξύ, σταθερή παρακολούθηση και

εξέλιξη των πολιτικών του λιμένα είναι προ απαιτούμενα για να έχουν επιτυχία τα συγκεκριμένα συστήματα (Molavi, Lim, & Race, 2019).

2.2.4.3 Ολοκληρωμένα συστήματα παρακολούθησης και βελτιστοποίησης

Τέλος, στην συγκεκριμένη κατηγορία απαιτείται η δημιουργία ενός ολοκληρωμένου συστήματος παρακολούθησης καθώς και η βελτίωση των υπαρχόντων συστημάτων λογισμικού και υλικού ασφαλείας για την προστασία της περιοχής του λιμένα. Βασικά στοιχεία και ενέργειες που πρέπει να ληφθούν υπόψιν στην συγκεκριμένη κατηγορία είναι:

- η σύνδεση με το υλικό των καμερών, την ασύρματη τεχνολογία και τους αισθητήρες
- η RFID τεχνολογία
- η συλλογή δεδομένων από τα λογισμικά
- οπτικοποίηση και ανάλυση των δεδομένων
- βελτιστοποίηση των διαδικασιών.

(Molavi, Lim, & Race, 2019)

Η αποθήκευση των δεδομένων και η ανάλυση μπορεί να επιφέρει αρκετά πλεονεκτήματα όπως: πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο που θα διανέμονται σε διαφορετικούς τομείς, αυξημένη ετοιμότητα, αποτελεσματικές αποφάσεις που θα λαμβάνονται σε απρόβλεπτα γεγονότα και η ελαστικότητα στις λειτουργίες του λιμένα (Molavi, Lim, & Race, 2019).

Κεφάλαιο 3^ο

3. Βιβλιογραφική επισκόπηση αξιολόγησης βιωσιμότητας και νέων τεχνολογιών στα λιμάνια

3.1 Εισαγωγή

Στο παραπάνω κεφάλαιο αναλύθηκαν οι κατηγορίες που καθιστούν την βιωσιμότητα τόσο σημαντικό παράγοντα για τους έξυπνους λιμένες. Το επόμενο βήμα είναι η καταγραφή πλαισίων αξιολόγησης που θα είναι σε θέση να αξιολογούν τις έξυπνες εφαρμογές. Η συγκεκριμένη εργασία επιλέγει τέσσερα πλαίσια αξιολόγησης και συγκεκριμένα: το πλαίσιο αξιολόγησης Ενσωμάτωσης της Καινοτομίας (Notteboom, 2015), το πλαίσιο αξιολόγησης Βαθμού Ευφυίας (Molavi et al, 2019), το πλαίσιο αξιολόγησης Συνολικής Βιωσιμότητας (Portopia, 2017) και το πλαίσιο αξιολόγησης Ψηφιακής Ετοιμότητας (Robert, 2020).

3.2 Πλαίσιο αξιολόγησης Ενσωμάτωσης Καινοτομίας (Notteboom,2015)

Οι λιμένες και ο τομέας των logistics έχουν εισάγει νέες τεχνολογίες και οι λειτουργίες των λιμένων έχουν αλλάξει δραματικά τις τελευταίες δεκαετίες. Για παράδειγμα, σήμερα οι τεχνολογίες που σαρώνουν (scanning) παρακολουθούν βλαβερές ή παράνομες ουσίες. Επίσης οι εισαγωγείς μπορούν να επισκεφθούν έναν ιστότοπο ενιαίας εξυπηρέτησης για να κανονίσουν μια παραγγελία απευθείας από τα κινητά τηλέφωνα τους. Ωστόσο η διάδοση των αυτοματοποιημένων και των σε πραγματικό χρόνο διαδικασιών μεγεθύνεται και η βελτιστοποίηση των αισθητήρων και των έξυπνων λογισμικών θα φέρουν ακόμη πιο σημαντικές αλλαγές σε βάθος δεκαετίας. Σύμφωνα με τον Notteboom (2015), πέντε καινοτομίες επηρεάζουν ιδιαίτερα τις πτυχές της εμπορικής διαδικασίας και εξηγούνται παρακάτω (Kanelloroulos, 2018).

3.2.1 Ρομποτική και αυτοματοποίηση (Robotics and automation)

Από την εισαγωγή των αυτοματοποιημένων γερανών που πραγματοποιούν τις διαδικασίες του στοιβάσματος στον Ευρωπαϊκό Σταθμό Εμπορευματοκιβωτίων στο Ρότερνταμ το 1990, η αυτοματοποίηση των διαδικασιών των λιμένων έχει προχωρήσει. Ο αυτοματισμός έχει εξελιχθεί σχεδόν σε όλες τις τερματικές λειτουργίες. Παράδειγμα αποτελούν οι δραστηριότητες που πραγματοποιούνται μέσω τερματικών σταθμών και αφορούν το πλοίο αλλά και ο χειρισμός των δραστηριοτήτων που πραγματοποιούνται εξ ολοκλήρου στην ξηρά (Kanelloroulos, 2018).

Η ανάπτυξη των δυνατοτήτων του αυτοματισμού κυμαίνεται από τις δυνατότητες των τηλεχειριζόμενων λειτουργιών να πραγματοποιούνται με ασφάλεια και αποτελεσματικότητα έως και την πλήρη αυτοματοποίηση των τερματικών διαδικασιών. Επίσης, στον τομέα της ασφάλειας υπάρχει συνεχής εξέλιξη με ερευνητικά προγράμματα όπως το πρόγραμμα SaLsa που στοχεύει στον ασφαλή έλεγχο αυτόνομων οχημάτων μεταφοράς στον χώρο του λιμένα. Αισθητήρες εγκαθίστανται στις υποδομές του λιμένα για τον εντοπισμό των αντικειμένων και της θέσης τους, το οποίο επιτρέπει την συνδυασμένη λειτουργία αυτοματοποιημένων και περνοφορών οχημάτων με το προσωπικό με αποτελεσματικό και ασφαλή τρόπο (Kanelloroulos, 2018).

Επίσης, τα λογισμικά χρησιμοποιούνται για την παρακολούθηση και τη βελτιστοποίηση της ροής των εμπορευμάτων στο λιμένα, η οποία παρέχει εξοικονόμηση χρόνου, καυσίμων και ωρών εργασίας, καθώς και την βελτιστοποίηση

στην χρήση του χώρου και της χωρητικότητας. Οι παράγοντες που επηρεάζουν τις διαδικασίες του αυτοματισμού είναι: το κόστος εργασίας, το κόστος της γης και η ανάγκη για την αποτελεσματική διαχείριση μεγαλύτερων σε μέγεθος πλοίων (Kanellopoulos, 2018).

Η αυτοματοποίηση αποτελεί παράγοντα-κλειδί στην βελτιστοποίηση των υπηρεσιών logistics. Για παράδειγμα, η τεχνολογική εξέλιξη καθιστά ολοένα και περισσότερο δυνατή την ενσωμάτωση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο όπως:

- οι δυναμικές τιμές
- τα χρονοδιαγράμματα
- οι κρατήσεις
- η προβολή των παραγγελιών-αποστολών προς του πελάτες, μεταφορείς και γενικότερα προς τις αγορές

(Kanellopoulos, 2018)

Έτσι δημιουργείται μια ευκαιρία για ενοποίηση με τους αερομεταφορείς που θα διευκολύνει περισσότερο την βελτιστοποίηση των αποστολών (Kanellopoulos, 2018).

3.2.2 Αυτόνομα οχήματα για λιμενικές υπηρεσίες (Autonomous vehicles for port operations)

Οι πιο εξελιγμένοι τύποι ‘ρομπότ’ που αναπτύσσονται σε όλες τις μορφές είναι τα αυτόνομα οχήματα, από οχήματα μικρού τύπου που εξυπηρετούν ανάγκες σε ακτίνα μιλίου μέχρι μεγάλα αυτόνομα πλοία. Η συνεχής εξέλιξη των αυτόνομων μεταφορικών οχημάτων θα έχει αντίκτυπο στον τρόπο που θα οργανώνονται οι λειτουργίες του λιμένα, δημιουργώντας σε βραχυπρόθεσμο ορίζονται νέες απειλές και ευκαιρίες (Kanellopoulos, 2018).

3.2.2.1 Αυτόνομα φορτηγά και αυτοκίνητα

Το 2013, η Εθνική Υπηρεσία Ασφάλειας της Κυκλοφορίας των Ηνωμένων Πολιτειών, καθόρισε πέντε διαφορετικά επίπεδα αυτόνομης οδήγησης:

- ❖ Επίπεδο 0: Ο οδηγός (άνθρωπος) ελέγχει όλες τις λειτουργίες του οχήματος
- ❖ Επίπεδο 1: Οι περισσότερες λειτουργίες ελέγχονται από τον οδηγό, αλλά συγκεκριμένες λειτουργίες μπορεί να γίνουν αυτόματα από το αυτοκίνητο
- ❖ Επίπεδο 2: Τουλάχιστον ένα σύστημα υποβοήθησης του οδηγού (αφορά τις λειτουργίες επιτάχυνσης/επιβράδυνσης που χρησιμοποιεί πληροφορίες σχετικά με

το περιβάλλον οδήγησης) είναι αυτοματοποιημένο, όπως ο αυτόματος πιλότος ή υποβοήθηση για το κεντράρισμα της λωρίδας. Ο οδηγός όμως πρέπει να είναι πάντα έτοιμος να πάρει τον έλεγχο του οχήματος

- ❖ Επίπεδο 3: Οι οδηγοί είναι απαραίτητοι, ωστόσο υπό κατάλληλες συνθήκες όπως οι κυκλοφοριακές αλλά και οι καιρικές, επιτρέπεται να μεταφέρει 'κρίσιμες για την ασφάλεια λειτουργίες' από το χειροκίνητο πιλότο στον αυτόματο. Αυτό σημαίνει ότι ο οδηγός θα παρέμβει εκεί που είναι απαραίτητο, αλλά δεν απαιτείται η παρακολούθηση της κατάστασης όπως στα προηγούμενα επίπεδα.
- ❖ Επίπεδο 4: Πλήρη αυτονομία. Αυτού του τύπου οχήματα έχουν σχεδιαστεί για να εκτελούν όλες τις ενέργειες ασφαλείας της οδήγησης και να παρακολουθούν τις συνθήκες του ταξιδιού σε ολόκληρο το ταξίδι. Ωστόσο, είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι το παραπάνω επίπεδο δεν καλύπτει όλα τα πιθανά σενάρια
- ❖ Επίπεδο 5: Αναφέρεται σε οχήματα που θα έχουν πλήρη αυτονομία και θα εκτελούν ακριβώς τις ίδιες ενέργειες με τον άνθρωπο αλλά χωρίς την ανθρώπινη παρέμβαση, καθώς και θα ανταπεξέρχονται σε όλα τα πιθανά σενάρια οδήγησης

(Kanellopoulos, 2018)

Σημαντική εφαρμογή στην αυτονομία των οχημάτων θα επέλθει στις λειτουργίες των logistics, καθώς έτσι θα βελτιωθεί η αποτελεσματικότητά τους και θα παρέχουν μεγαλύτερη ασφάλεια. Ένας παράγοντας-κλειδί είναι ότι θα μειωθεί η ευθύνη της εταιρίας όταν ένα πρόσωπο-οδηγός κάνει κάποιο λάθος, καθώς τίθεται το ερώτημα εάν το λάθος θα είναι της εφοδιαστικής εταιρίας ή της εταιρίας που παρέχει το λογισμικό (Kanellopoulos, 2018).

Η αυξημένη εφαρμογή των αυτόματων οχημάτων θα μειώσει αποτελεσματικά τα κόστη μεταφοράς και θα οδηγήσει σε ταχύτερους χρόνους διέλευσης. Παρότι τα επίπεδα 4 και 5 απέχουν στο να εφαρμοστούν άμεσα στον τομέα των λιμένων, τα χαμηλότερα επίπεδα βοηθούν στον καλύτερο προγραμματισμό και στον συγχρονισμό των διάφορων λειτουργιών του λιμένα, επιτρέποντας έτσι την αυξημένη απόδοση στις υπηρεσίες των τερματικών και στους εκάστοτε χειριστές (Kanellopoulos, 2018).

Μη επανδρωμένα σκάφη: Τα μη επανδρωμένα σκάφη ή αλλιώς drone χρησιμοποιούνται σε μερικούς λιμένες για τις υπηρεσίες ασφαλείας και θα μπορούσε να έχουν σημαντικό ρόλο στην παρακολούθηση των λιμενικών λειτουργιών τόσο για προβλήματα που προκύπτουν στην συντήρηση του λιμενικού εξοπλισμού όσο και σε αυτή των πλοίων. Υπάρχουν συνεχώς βελτιώσεις στα συστήματα των drone καθώς η

τεχνολογία εξελίσσεται και υπάρχει αρκετό ενδιαφέρον από τις εταιρίες logistics για την ενσωμάτωση αυτής της τεχνολογίας. Οι περισσότερες εφαρμογές στον συγκεκριμένο τομέα, έχουν αναπτυχθεί για χρήση σε δύσβατες περιοχές, αποθήκες, για ανθρωπιστική βοήθεια και ιατρικές προμήθειες σε απομακρυσμένες περιοχές και για δραστηριότητες επιθεώρησης (Kanellopoulos, 2018).

Μη επανδρωμένα πλοία: Τα drone πλοία, όσον αφορά την εξέλιξη τους είναι ο λιγότερο ανεπτυγμένος τύπος ρομπότ. Οι κύριες προκλήσεις που σχετίζονται με την εξέλιξη τους έχουν κανονιστικό χαρακτήρα, καθώς οι διεθνείς ναυτικές συμβάσεις έχουν σαφείς προδιαγραφές σχετικά με τις ελάχιστες απαιτήσεις πληρώματος. Μία ακόμη πρόκληση αποτελεί η ανησυχία για την ασφάλεια του πλοίου καθώς τίθεται το ερώτημα κατά πόσο ένα αυτόνομο πλοίο θα μπορέσει να ανταπεξέλθει σε δυσμενείς καιρικές συνθήκες και κατά πόσο θα μπορέσει να επισκευαστεί εν κινήσει. Τα κύρια πλεονεκτήματα των μη επανδρωμένων πλοίων είναι η σημαντική μείωση στην κατανάλωση καυσίμων, και συνεπώς στις εκπομπές ρύπων, καθώς και η αυξημένη χωρητικότητα φορτίου. Από τα παραπάνω συνεπάγεται έως και 40% μείωση των λειτουργικών εξόδων (Kanellopoulos, 2018).

3.2.3 Το Δίκτυο των πραγμάτων (Internet of Things)

Το Δίκτυο των πραγμάτων αναφέρεται σε ένα αυξανόμενο εύρος φυσικών αντικειμένων, που συνδέονται σε ένα σύστημα και είναι ικανά να στείλουν και να λάβουν πληροφορίες. Οι πληροφορίες καταγράφονται μέσω των αισθητήρων παρακολούθησης που τοποθετούνται σε σημεία-αντικείμενα. Ένα δίκτυο που αποτελείται από τέτοια σημεία-αντικείμενα που επικοινωνούν ονομάζεται δίκτυο των πραγμάτων (Kanellopoulos, 2018).

Η δημιουργία αυτών των σημείων-αντικειμένων αποτελεί το κλειδί για την σύνδεση μεταξύ των αισθητήρων και των αυτόνομων και ‘ρομποτικοποιημένων’ οχημάτων και εξοπλισμού που περιεγράφηκε νωρίτερα (λιμενικού εξοπλισμού), υποδομών καθώς και των ίδιων των αγαθών. Αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα μία τεράστια ποσότητα παραγόμενων και διαθέσιμων δεδομένων. Έτσι, δίνεται η δυνατότητα στις εταιρίες logistics, στους διαχειριστές του λιμένα αλλά και στους φορείς του να βελτιστοποιήσουν τις αυτοματοποιημένες-αυτόνομες διαδικασίες και να μπορούν να εκτιμήσουν μια κατάσταση με περισσότερη ακρίβεια (Kanellopoulos, 2018).

Για την αποτελεσματικότητα των εφαρμογών που βασίζονται στις δυνατότητες του Δικτύου των πραγμάτων θα πρέπει να δημιουργηθούν ενισχυμένα συστήματα επικοινωνίας. Παρόλο που αρκετοί λιμένες διαθέτουν υποδομές για να υποστηρίξουν τέτοια δίκτυο, πολλά από αυτά είναι της προηγούμενης δεκαετίας και δεν μπορούν να ανταπεξέλθουν στις συνεχώς εξελισσόμενες απαιτήσεις (π.χ. υψηλό εύρος ζώνης, ασφαλή πρωτόκολλα) των εφαρμογών του Δικτύου. Οι νέες λύσεις cloud μπορούν να διαθέσουν άμεσα τα δεδομένα και να είναι προσβάσιμα σε πολλές τοποθεσίες και συσκευές. Αυτή η τεράστια ποσότητα δεδομένων απαιτεί τη συλλογή, επιμέλεια, ανάλυση και αποθήκευση μεγάλων και σύνθετων συνόλων δεδομένων. Αυτό συχνά ορίζεται ως η χρήση μεγάλων δεδομένων (Big Data) (Kanellopoulos, 2018).

Η χρήση των παραπάνω δεδομένων επηρεάζει άμεσα τον τομέα των λιμένων στις λειτουργίες του και στη λήψη αποφάσεων καθώς δημιουργούν νέες ανάγκες. Μερικοί τομείς εφαρμογής αυτών είναι:

- σε προγράμματα προληπτικής συντήρησης υποδομής και εξοπλισμού
- στη δημιουργία έξυπνων συστημάτων επιθεώρησης
- στην παρακολούθηση της ταχύτητας μέσω αισθητήρων
- στην κατεύθυνση και την παρακολούθηση της απόδοσης μεγάλου αριθμού οχημάτων (UPS) για την βελτιστοποίηση μελλοντικών διαδρομών
- στην υποστήριξη εργαλείων διαχείρισης ανθεκτικότητας (DHL) έτσι ώστε να προσαρμόζεται η αλυσίδα εφοδιασμού σε δεδομένα πραγματικού χρόνου

(Kanellopoulos, 2018)

Η δυναμική που αποκτά το παραπάνω Δίκτυο μεγαλώνει όλο και περισσότερο καθώς η τεχνολογία εξελίσσεται με γρήγορους ρυθμούς και κατά συνέπεια γίνεται αντιληπτό ότι τα ‘μεγάλα δεδομένα’ (Big Data) στον τομέα των logistic αποκτούν ιδιαίτερη βαρύτητα καθώς η πληροφορία αποτελεί τον βασικό πυλώνα και υπερσχύει της αξίας των υπηρεσιών μεταφοράς (Kanellopoulos, 2018).

Πέντε είναι οι παράγοντες-κλειδιά για την επιτυχημένη διαχείριση των Δικτύων των πραγμάτων: οι πάροχοι συσκευών, οι χειριστές, οι πάροχοι πλατφορμών, τα ολοκληρωμένα συστήματα και οι πάροχοι εφαρμογών. Κανείς δεν μπορεί να προσφέρει ολοκληρωμένες λύσεις, επομένως οι συνεργασίες είναι ζωτικής σημασίας (Kanellopoulos, 2018).

3.2.4 Προσομοίωση και εικονική πραγματικότητα (Simulation and virtual reality)

Οι εφαρμογές των Big Data σε συνδυασμό με τα λογισμικά προσομοίωσης, είναι ικανά να οδηγήσουν τους φορείς του λιμένα και τις εταιρίες logistic να εκμεταλλευτούν πλήρως τα πλεονεκτήματα του παραπάνω λογισμικού. Οι λειτουργίες των λιμένων μπορούν να μοντελοποιηθούν προκειμένου να αναλυθούν οι επιχειρησιακές ροές, να εντοπιστούν πιθανά εμπόδια καθώς και να καθοριστούν βελτιώσεις και να προσομοιωθούν και να αξιολογηθούν διάφορα σενάρια σχεδιασμού και απόδοσης. Επίσης, η αυτοματοποίηση και η ρομποτοποίηση διαφόρων τύπων οχημάτων και εξοπλισμού μπορούν να γίνουν αντιληπτές ως προς τον τρόπο λειτουργίας αλλά και ως προς το πώς θα ενσωματωθούν οι τερματικές διαδικασίες με τον βέλτιστο τρόπο στις καθημερινές λειτουργίες του λιμένα. Ένα επιπλέον πλεονέκτημα των προσομοιώσεων είναι ότι μπορεί και το προσωπικό να εκπαιδευτεί μέσω αυτών. Σημαντική εφαρμογή έχουν και στον σχεδιασμό για το πώς θα πρέπει να αντιμετωπιστεί μια περίπτωση έκτακτης ανάγκης (Kanellopoulos, 2018).

Ένα ακόμη εργαλείο που θα μπορέσει να υποστηρίξει τις προσομοιώσεις είναι η εικονική πραγματικότητα (virtual reality). Μέσω της εικονικής πραγματικότητας μπορεί να γίνει προσομοίωση ενός πραγματικού ή φανταστικού περιβάλλοντος από έναν υπολογιστή. Σε ένα περιβάλλον που σχετίζεται με τον λιμένα και τις αλληλεπιδράσεις του, μπορεί κανείς να προβλέψει βελτιωμένες τροφοδοσίες από πλευράς υποδομής, λιμενικού εξοπλισμού, αυτοματοποιημένων οχημάτων και διαφόρων τύπων drone. Το φάσμα της εικονικής πραγματικότητας είναι μεγάλο και καλύπτει πεδία από επιχειρησιακή υποστήριξη για τον τρόπο εκτέλεσης ορισμένων διαδικασιών έως ενεργές παρεμβάσεις φύλαξης και ασφάλειας (Kanellopoulos, 2018).

3.3 Πλαίσιο αξιολόγησης Βαθμού Ευφύιας (Molavi et al, 2019)

Για την διαμόρφωση των έξυπνων δεικτών ο κάθε μελετητής επικεντρώνεται σε ζητήματα που ο ίδιος θεωρεί σημαντικά. Στο συγκεκριμένο υποκεφάλαιο επιλέγονται δείκτες που κατά την άποψη του μελετητή έχουν σημαντικό αντίκτυπο για τους έξυπνους λιμένες, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι μόνο αυτοί υφίστανται.

Οι ερευνητές Molavi, Lim, και Race (2019) καταλήγουν σε τέσσερις δείκτες για την μέτρηση του κατά πόσο ένας λιμένας είναι έξυπνος:

1. Έξυπνος δείκτης λειτουργιών

2. Έξυπνος δείκτης ενέργειας
3. Έξυπνος δείκτης περιβάλλοντος
4. Έξυπνος δείκτης ασφάλειας και προστασίας

(Molavi, Lim, & Race, 2019)

Κάθε κατηγορία δεικτών έχει συγκεκριμένες μεταβλητές που την διαμορφώνουν. Ο **έξυπνος δείκτης λειτουργιών** αποτελείται από τις ακόλουθες :

- Παραγωγικότητα
- Αυτοματισμός
- Έξυπνες υποδομές (Software/Hardware)

(Molavi, Lim, & Race, 2019)

Η μεταβλητή των έξυπνων υποδομών χωρίζεται σε δύο κατηγορίες: λογισμικού και υλικού (Software και Hardware)

Ο **έξυπνος δείκτης ενέργειας** διαμορφώνεται λαμβάνοντας υπόψιν τις παρακάτω μεταβλητές:

- Χαμηλή κατανάλωση ενέργειας
- Παραγωγή/Χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας
- Διαχείριση της ενέργειας

(Molavi, Lim, & Race, 2019)

Στην τρίτη κατηγορία δεικτών, ο **έξυπνος δείκτης περιβάλλοντος** αποτελείται από τις εξής μεταβλητές :

- Περιβαλλοντικά συστήματα διαχείρισης
- Έλεγχος των μολύνσεων και των ρυπάνσεων
- Διαχείριση των αποβλήτων
- Διαχείριση του νερού

(Molavi, Lim, & Race, 2019)

Τέλος, στον **δείκτη ασφάλειας και προστασίας**, μεταβλητές που τον διαμορφώνουν είναι:

- Συστήματα διαχείρισης της ασφάλειας
- Συστήματα διαχείρισης της προστασίας
- Ολοκληρωμένα συστήματα παρακολούθησης της ασφάλειας
- Ολοκληρωμένα συστήματα παρακολούθησης της προστασίας

(Molavi, Lim, & Race, 2019)

Για να μπορέσουν οι συγκεκριμένοι δείκτες να εξάγουν όσο το δυνατόν πιο ακριβή αποτελέσματα και να διαμορφωθεί μια εικόνα για το πόσο έξυπνος είναι ένας λιμένας, ο λιμένας θα πρέπει να διαθέτει ακριβή δεδομένα για τις παραπάνω μεταβλητές. Ένα από το μείζονα προβλήματα που καλούνται να αντιμετωπίσουν οι λιμένες είναι αυτό της έλλειψης διάθεσης των δεδομένων καθώς τα ενδιαφερόμενα μέρη που αλληλοεπιδρούν με τον λιμένα δεν δημοσιοποιούν τα στοιχεία τους ή πολλές φορές ζητούνε ακριβό αντίτιμο (Molavi, Lim, & Race, 2019).

Επίσης, για να γίνουν κατανοητές οι αιτίες που οι τιμές των δεικτών έχουν την συγκεκριμένη τιμή πρέπει να ληφθούν και διάφοροι εξωτερικοί παράγοντες. Πιο συγκεκριμένα, η γεωγραφική θέση του λιμένα, η οικονομία, το πολιτικό καθεστώς και άλλοι παράγοντες που σχετίζονται με την ενέργεια παίζουν σημαντικό ρόλο (Molavi, Lim, & Race, 2019).

3.4 Πλαίσιο αξιολόγησης Συνολική Βιωσιμότητα (Portoria, 2017)

Οι βασικοί πυλώνες της αφορίας, για να γίνουν μετρήσιμες ποσότητες και να μπορέσουν τα λιμάνια να έχουν μια πιο σαφή εικόνα κατά πόσο ένας παράγοντας ή μια δραστηριότητα επηρεάζει την βιωσιμότητα των λιμένων, χρησιμοποιούν κάποιους δείκτες. Το πρότζεκτ Portoria (2017) διαμορφώνει κάποιους δείκτες για την μέτρηση της βιωσιμότητας των λιμένων (Portoria, 2017). Γίνεται ομαδοποίηση συγκεκριμένων μεταβλητών για την δημιουργία των παρακάτω κατηγοριών-δεικτών:

1. Τάσεις της αγοράς και δείκτες για την αξιολόγηση των κατασκευών
 2. Κοινωνικό-οικονομικοί δείκτες
 3. Δείκτες περιβαλλοντικής και επαγγελματικής υγείας, ασφάλειας και προστασίας
 4. Δείκτες για την αξιολόγηση της εφοδιαστικής αλυσίδας και της επίδοσης των διαδικασιών του λιμένα
 5. Δείκτες για την αξιολόγηση της διακυβέρνησης
 6. Η άποψη των χρηστών σχετικά με τους δείκτες ποιότητας του λιμένα
- (Portoria, 2017)

Η βιωσιμότητα ενός λιμένα είναι αναπόσπαστο κομμάτι για την εξέλιξη αυτού σε έξυπνο λιμένα (Portoria, 2017). Κρίνεται απαραίτητη η ύπαρξη των παραπάνω κατηγοριών σε συνδυασμό με άλλα πλαίσια αξιολόγησης για την διαμόρφωση ενός

μοντέλου που θα λαμβάνει υπόψη ένα ολοκληρωμένο υπόβαθρο μεταβλητών για την εξέλιξη των λιμένων .

Τάσεις της αγοράς και δείκτες για την αξιολόγηση των κατασκευών

Στον πρώτο δείκτη του πρότζεκτ, συλλέγονται στοιχεία για τους εικοσιοκτώ Ευρωπαϊκούς λιμένες (που συμμετέχουν στο πρότζεκτ) έτσι ώστε να διαμορφωθεί μια πλήρη εικόνα για αυτούς. Πιο συγκεκριμένα, ο συγκεκριμένος δείκτης προσεγγίζεται σε τρία στάδια:

1. Περιλαμβάνει μακροοικονομικούς δείκτες, το ΑΕΠ, την κύρια εξέλιξη της κυκλοφορίας, τον αντίκτυπο της Κίνας και των διεθνών συναλλαγών στους λιμένες
2. Περιλαμβάνει συγκεκριμένα εμπορικά πρότυπα στον Ευρωπαϊκό λιμενικό σύστημα
3. Περιλαμβάνει την αλλαγή του περιβάλλοντα τοπίου, συμπεριλαμβανομένων των εξελίξεων όσον αφορά τις συνεργασίες λιμένων όσον αφορά τον τομέα των εμπορευματοκιβωτίων. Επίσης, σημαντικό κομμάτι αποτελεί και η αυξανόμενη κίνηση των συναλλαγών

(Portopia, 2017)

Στον πίνακα 6 διατίθενται συνοπτικά οι μεταβλητές που διαμορφώνουν τα παραπάνω στάδια:

Πίνακας 6: Στάδια για την διαμόρφωση για του δείκτη: Τάσεις της αγοράς και δείκτες για την αξιολόγηση των κατασκευών

Στάδιο 1	Στάδιο 2	Στάδιο 3
Η σύνδεση του ΑΕΠ των λιμένων σε σχέση με την κίνηση των λιμένων	Η εξέλιξη των δημόσιων-ιδιωτικών συνεργασιών για την ανάπτυξη κοινών στρατηγικών. (The evolution of PPP foreign entry strategies)	Μεταφορά αγαθών
Η εξέλιξη του πολλαπλού ΑΕΠ (multiplier GDP)	Αξιοπιστία και κέρδος όσον αφορά τα περιουσιακά στοιχεία των εμπόρων	Μεταφορά αγαθών και η εξέλιξη στις μεταφορές για να μην ταξιδεύουν τα πλοία με μειωμένη πληρότητα φορτίου

Η εξέλιξη της κυκλοφορίας των εμπορευματοκιβωτίων	Ο στρατηγικός ρόλος των εμποριών- συναλλαγών	Μεταφορά αγαθών ανά περιοχή (δυτική, ανατολική κ.α.)
Τα δεκαπέντε κορυφαία λιμάνια που διαχειρίζονται εμπορευματοκιβώτια	Η γενιά των MED HUBS	Παγκόσμια διαχείριση των μεταφορών των εμπορευματοκιβωτίων
Οι κορυφαίες χώρες όσον αφορά το εμπόριο στους εικοσιοκτώ λιμένες που συμμετέχουν (EU28)		Η ταυτότητα των λιμένων που διαχειρίζονται εμπορευματοκιβώτια στην Ευρώπη
Το είδος των εμπορευμάτων των εικοσιοκτώ χωρών (EU 28)		
Η εξέλιξη του εμπορίου εμπορευμάτων των EU 28		
Η χωρητικότητα των πλοίων που μεταφέρουν εμπορευματοκιβώτια		
Η απόδοση των γραμμών που χρησιμοποιούν τα πλοία που μεταφέρουν εμπορευματοκιβώτια		
Η κοινοποίηση της Alliance Market σε βρόχους		

Πηγή: (Portopia, 2017)

Ο παραπάνω πίνακας δεν αποτελεί αυστηρό πρότυπο για την διαμόρφωση του δείκτη. Αναφέρεται σε ένα σύμπλεγμα λιμένων με αρκετά κοινά χαρακτηριστικά που μπορούν να συγκριθούν τα δεδομένα που συλλέγονται ξεχωριστά από τον κάθε λιμένα για να εξαχθούν συμπεράσματα. Εάν η μελέτη γίνει για ξεχωριστούς λιμένες, μπορεί να χρησιμοποιηθεί το παραπάνω πρότυπο για την συλλογή δεδομένων που θα μπορέσουν να οδηγήσουν στην πιο ορθή επιλογή έξυπνων λειτουργιών. Η σωστή ανάλυση της περιοχής μελέτης του εκάστοτε μελετητή θα φέρει και τα πιο αποτελεσματικά συμπεράσματα (Portopia, 2017).

Κοινωνικό-οικονομικοί δείκτες

Η δεύτερη βασική κατηγορία δεικτών αποτελείται από τους κοινωνικό-οικονομικούς δείκτες. Η άμεση απασχόληση και η προστιθέμενη αξία αποτελούν τους βασικούς δείκτες για την διαμόρφωση του παραπάνω δείκτη. Παρότι χώρες όπως το Βέλγιο, Γερμανία και Ολλανδία λαμβάνουν υπόψη του συγκεκριμένους δείκτες μοιράζοντας πληροφορίες για αυτούς, οι υπόλοιπες χώρες δεν αντιλαμβάνονται τη σημαντικότητα

αυτών και τους αμελούν. Η κρισιμότητα αυτών γίνεται αντιληπτή από το γεγονός ότι μπορούν να αποτυπώσουν πόσο συμβάλει ένας λιμένας στην ανάπτυξη του ίδιου του λιμένα καθώς και των λειτουργιών που σχετίζονται με την ναυτιλιακή βιομηχανία αλλά και με άλλες διάφορες λειτουργίες που λαμβάνουν χώρα στον λιμένα (π.χ. logistics) (Portoria, 2017).

Ο βασικός στόχος του Portoria (2017) είναι να παρέχει εργαλεία εκτίμησης στους λιμένες όσον αφορά τους δείκτες της άμεσης απασχόλησης και της άμεσης ακαθάριστης προστιθέμενης αξίας. Σκοπός αυτού είναι μια επιστημονικά έγκυρη μέθοδος, που θα βασίζεται σε μεταβλητές μεσολάβησης που θα σχετίζονται με το ποσό του φορτίου (για την ναυτιλιακή απασχόληση) και των χρήσεων γης (για την μη ναυτιλιακή απασχόληση) (Portoria, 2017).

Επίσης, προτείνει ένα μοντέλο εκτίμησης βασισμένο στους ‘έξυπνους διακομιστές μεσολάβησης’ έτσι ώστε να αντιμετωπισθούν θέματα που προκύπτουν όσον αφορά τα ελλιπή δεδομένα και να παρέχει λύσεις. Σημαντικό είναι να αξιοποιηθούν οι δύο βέλτιστες πρακτικές που εφαρμόζονται στο Βέλγιο και την Ολλανδία που αντλούν δεδομένα από μια εκτενή βάση δεδομένων από τα 8 core TEN-T λιμάνια. Το συγκεκριμένο μοντέλο έχει δείξει ότι ταιριάζει με την άμεση απασχόληση για το ναυτιλιακό σύμπλεγμα, παρουσιάζοντας μεγαλύτερες διαφορές μεταξύ της εκτίμησης και της πραγματικής απασχόλησης σε δραστηριότητες που δεν αφορούν το ναυτιλιακό σύμπλεγμα (π.χ. πετροχημική βιομηχανία, ενέργεια, logistics κ.λπ.). Επιπρόσθετη παράγοντες που θα πρέπει να ληφθούν υπόψη για τους λιμένες είναι:

1. Να συμπεριληφθούν οι ‘ξηροί’ λιμένες που βρίσκονται κοντά στο λιμάνι (π.χ. ιταλικό παράδειγμα)
2. Βελτίωση των εκτιμήσεων μέσω της συμπερίληψης διαφόρων μεταβλητών που αφορούν το προφίλ του λιμένα. (Εξετάζονται ποιοι πιθανοί δείκτες θα ταίριαζαν σε αυτό το μοντέλο)
3. Το μοντέλο εκτιμά αρκετά καλά την συσχέτιση της απασχόληση που βασίζεται σε μεταβλητές που αφορούν τις μεταφορές. Για συσχετίσεις απασχόλησης/ βιομηχανίας αναζητούνται ακόμη οι κατάλληλες μεταβλητές

(Portoria, 2017)

Δείκτες περιβαλλοντικής και επαγγελματικής υγείας, ασφάλειας και προστασίας

Σύμφωνα με το Portoria (2017) και έπειτα από έρευνα και απαντήσεις που δόθηκαν από 91 Ευρωπαϊκά λιμάνια, προέκυψαν τέσσερις κατηγορίες περιβαλλοντικών δεικτών που πρέπει να λαμβάνουν υπόψη οι λιμένες: 1) δείκτης περιβαλλοντικής διαχείρισης, 2) δείκτες περιβαλλοντικής παρακολούθησης, 3) κορυφαίες περιβαλλοντικές προτεραιότητες, και 4) υπηρεσίες προς την ναυτιλία (Portoria, 2017).

Δείκτες περιβαλλοντικής διαχείρισης: Πρόκειται για τους δείκτες που παρέχουν πληροφορίες σχετικά με τις ενέργειες διαχείρισης του λιμένα και κατά πόσο αυτές επηρεάζουν τις περιβαλλοντικές επιδόσεις του (Portoria, 2017). Αποτελούνται από:

Πίνακας 7: Δείκτες περιβαλλοντικής διαχείρισης

Κωδικός	Επιμέρους δείκτες
I)	Σύστημα περιβαλλοντικής διαχείρισης (EMS)
II)	Ύπαρξη περιβαλλοντικής πολιτικής
III)	Περιβαλλοντική πολιτική που αναφέρεται στις κατευθυντήριες γραμμές του ESPO
IV)	Ύπαρξη καταλόγου με την σχετική περιβαλλοντική νομοθεσία
V)	Ύπαρξη καταλόγου με τις σημαντικές περιβαλλοντικές πτυχές (ΣΕΠΕ)
VI)	Καθορισμός στόχων για περιβαλλοντική βελτίωση
VII)	Ύπαρξη προγράμματος περιβαλλοντικής κατάρτισης για τους υπαλλήλους του λιμένα
VIII)	Ύπαρξη προγράμματος περιβαλλοντικής παρακολούθησης
IX)	Οι περιβαλλοντικές ευθύνες του βασικού προσωπικού να καταγράφονται
X)	Δημοσίευση των περιβαλλοντικών αναφορών για δημόσια χρήση

Πηγή: (Portoria, 2017)

Ο κάθε επιμέρους δείκτης έχει τη δική του βαρύτητα και προκύπτει από τις απαντήσεις που έχουν ληφθεί από τα λιμάνια. Έτσι το Portoria (2017) έχει αναπτύξει τον Δείκτη Περιβαλλοντικής Διαχείρισης που υπολογίζεται βάση της ειδικής στάθμησης που εφαρμόζεται στα παραπάνω στοιχεία περιβαλλοντικής διαχείρισης (Portoria, 2017). Αποτελεί αρκετά αξιόπιστο εργαλείο και υπολογίζεται από το τύπο:

$$\text{Δείκτης Περιβαλλοντικής Διαχείρισης} = I*1.5 + II*1.25 + III*0.75 + IV*1 + V*1 + VI*1 + VII*0.75 + VIII*1 + IX*1 + X*0.75 \text{ (Portoria, 2017)}$$

Η δεύτερη κατηγορία δεικτών αναφέρεται **στα προγράμματα περιβαλλοντικής παρακολούθησης** των ευρωπαϊκών λιμένων. Οι συγκεκριμένοι δείκτες παρέχουν πληροφορίες κατά πόσο ο λιμένας παρακολουθεί επιλεγμένα περιβαλλοντικά ζητήματα (Portoria, 2017). Οι κατηγορίες των ζητημάτων είναι:

Πίνακας 8: Προγράμματα περιβαλλοντικής παρακολούθησης

Κωδικός	Κατηγορίες ζητημάτων παρακολούθησης
I)	Απόβλητα
II)	Κατανάλωση ενέργειας
III)	Ποιότητα νερού
IV)	Κατανάλωση νερού
V)	Ποιότητα αέρα
VI)	Ποιότητα ιζήματος
VII)	Θόρυβος
IX)	Αποτύπωμα άνθρακα
X)	Ποιότητα εδάφους
XI)	Θαλάσσια οικοσυστήματα
XII)	Χερσαία οικοσυστήματα

Πηγή: (Portoria, 2017)

Η συλλογή δεδομένων για τις παραπάνω κατηγορίες γίνεται από διαφορετικά έτη με στόχο την σύγκριση αυτών και την διαπίστωση εάν ο λιμένας έχει αλλάξει θετικά ή αρνητικά προς την συγκεκριμένη κατηγορία (Portoria, 2017).

Η τρίτη κατηγορία δεικτών αποτελείται από τις **δέκα πιο σημαντικές περιβαλλοντικές προτεραιότητες** των Ευρωπαϊκών λιμενικών αρχών. Η συγκεκριμένη λίστα πρέπει να ενημερώνεται τακτικά διότι τα ζητήματα που απασχολούν τους λιμένες δεν παραμένουν σταθερά όσον αφορά την σημαντικότητα

τους. Παρακάτω παρατίθενται τα σημαντικότερα ζητήματα από τις χρονιές 2013, 2016, 2017 (Portopia, 2017).

Πίνακας 9: Δέκα πιο σημαντικές περιβαλλοντικές προτεραιότητες

2013	2016	2017
Ποιότητα του αέρα	Ποιότητα του αέρα	Ποιότητα του αέρα
Σκουπίδια/ Λιμενικά απόβλητα	Κατανάλωση ενέργειας	Κατανάλωση ενέργειας
Κατανάλωση ενέργειας	Θόρυβος	Θόρυβος
Θόρυβος	Σχέσεις με την τοπική κοινότητα	Ποιότητα νερού
Απόβλητα των πλοίων	Σκουπίδια/ Λιμενικά απόβλητα	Εργασίες βυθοκόρησης
Σχέσεις με την τοπική κοινότητα	Απόβλητα των πλοίων	Σκουπίδια/ Λιμενικά απόβλητα
Εργασίες βυθοκόρησης	Ανάπτυξη λιμένα (σχετικά με το χερσαίο κομμάτι)	Ανάπτυξη λιμένα (σχετικά με το χερσαίο κομμάτι)
Σκόνη	Ποιότητα νερού	Σχέσεις με την τοπική κοινωνία
Ανάπτυξη του λιμένα (σχετικά με το χερσαίο κομμάτι)	Σκόνη	Απόβλητα των πλοίων
Ποιότητα του νερού	Εργασίες βυθοκόρησης	Κλιματική αλλαγή

Πηγή: (Portopia, 2017)

Οι προτεραιότητες από το 2013 έως και το 2017 παραμένουν σχεδόν οι ίδιες με μόνη διαφορά την αλλαγή των θέσεων προτεραιότητας. Η ποιότητα του αέρα, η κατανάλωση ενέργειας και ο θόρυβος παραμένουν μείζον ζητήματα προς σωστή διαχείριση και αντιμετώπιση. Νέες κατηγορίες δεικτών αποτελούν οι εργασίες βυθοκόρησης και η ανάπτυξη του λιμένα (σχετικά με το χερσαίο κομμάτι) (Portopia, 2017).

Τέταρτος και τελευταίος δείκτης αποτελεί αυτός που σχετίζεται με τις **υπηρεσίες προς την ναυτιλία** και πιο συγκεκριμένα για τις προσπάθειες που γίνονται από τις λιμενικές αρχές για να γίνει πιο ‘πράσινη’. Οι μεταβλητές που εξετάζει το Portopia (2017) για την διαμόρφωση του παραπάνω δείκτη είναι:

- Παροχή ενέργειας μέσω ξηράς στα πλοία
- Παροχή υγροποιημένου φυσικού αερίου για καύσιμο
- Διαφοροποίηση των τελών που καλούνται να πληρώσουν τα πλοία. Τα ‘πράσινα’ πλοία να έχουν πιο ευνοϊκά τέλη

(Portopia, 2017)

Δείκτες για την αξιολόγηση της εφοδιαστικής αλυσίδας και της επίδοσης των διαδικασιών του λιμένα:

Η τέταρτη βασική κατηγορία δεικτών βιωσιμότητας εξετάζει κατά πόσο η εφοδιαστική αλυσίδα επηρεάζει την επίδοση του λιμένα και κατά πόσο ο τρόπος που πραγματοποιούνται οι λειτουργίες της αποτελεί βιώσιμος. Μέσω της έρευνας που βασίζεται στο PPRISM (Port Performance Indicators: Selection and Measurement) έχουν αναπτυχθεί συγκεκριμένοι δείκτες για την παραπάνω αξιολόγηση. Αποτελούν όμως δύσχρηστοι διότι τα raw- δεδομένα (διαχειρίζονται από ιδιώτες) δεν είναι διαθέσιμα δωρεάν και το κόστος για την αυτόματη κατάρτιση αυτών σε ένα σύνολο δεδομένων είναι αρκετά υψηλό. Παρακάτω αναφέρονται οι δείκτες που συνθέτουν το σύνολο αυτής της κατηγορίας, με τον THC (Terminal Handling Charges) να έχει οδηγήσει στα πιο ικανοποιητικά αποτελέσματα (Portopia, 2017).

Δείκτες που συνθέτουν το παραπάνω σύνολο:

1. Δείκτες συνδεσιμότητας: Δείκτης συνδεσιμότητας Ro-Ro, Δείκτες θαλάσσιας συνδεσιμότητας, Δείκτης διατροφικής συνδεσιμότητας
2. Δείκτες κόστους: Τέλη λιμένων, Τέλη διαχείρισης τερματικού σταθμού (THC)
3. Δείκτες συμφόρησης: Θαλάσσια ρευστότητα (δοκιμάστηκε εντός 2 λιμένων βάση των δεδομένων AIS από τη MarineTraffic)

(Portopia, 2017)

Το project Portopia (2017) εισάγει δύο νέους δείκτες βασισμένους στο UNCTAD:

1. Ο δείκτης συνδεσιμότητας θαλάσσιων μεταφορών τακτικών γραμμών (Liner Shipping Connectivity index)
2. Χρόνος που δαπανάται στο λιμάνι (με βάση τη UNCTAD και τα δεδομένα θαλάσσιας κυκλοφορίας)

(Portopia, 2017)

Δείκτες για την αξιολόγηση της διακυβέρνησης

Μια μεταβλητή που παίζει σημαντικό ρόλο για το αν ένα λιμάνι είναι βιώσιμο είναι αυτή της διακυβέρνησης. Μέσω αυτού του δείκτη παρακολουθείται η εξέλιξη των λιμενικών αρχών και χρησιμοποιείται ως εργαλείο για την διαχρονική εξέλιξη αυτών. Η έρευνα που πραγματοποιήθηκε, μεταξύ του 2010-2015, έχει εντοπίσει έναν αριθμό

ζητημάτων και σε πιο γενικό πλαίσιο τάσεων που διαμορφώνουν τους δείκτες της διακυβέρνησης (Portoria, 2017). Παρακάτω παρατίθενται οι συγκεκριμένες τάσεις:

1. Αύξηση της ιδιωτικοποίησης και της εμπορευματοποίησης των λιμενικών αρχών
2. Αυξημένη συνεργασία και συγχώνευση των λιμενικών αρχών, είτε από πάνω είτε από κάτω
3. Μείωση του ρόλου των λιμενικών αρχών στην οργάνωση και στην παροχή υπηρεσιών προς τα πλοία
4. Πιο ενεργός ρόλος των λιμενικών αρχών στις συνδέσεις της ενδοχώρας και στις επενδύσεις υποδομών εκτός λιμένα
5. Ενεργειακή μετάβαση και ο ρόλος των λιμενικών αρχών στις ενεργειακές εξελίξεις εντός και εκτός λιμένων και ο ρόλος των λιμενικών αρχών στην καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής
6. Εξάρτηση των λιμενικών αρχών από βιομηχανικούς εταίρους όσον αφορά τα έσοδα και το αβέβαιο μέλλον των ορυκτών τομέων, χημικών προϊόντων ή άλλων παραδοσιακών τομέων που εδρεύουν σε λιμένες
7. Οι λιμενικές αρχές αύξησαν τις προσπάθειες για πρωτοβουλίες και εκθέσεις εταιρικής κοινωνικής ευθύνης, συμπεριλαμβανομένων των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των λιμενικών δραστηριοτήτων, της εκπαίδευσης, της ποιότητας της απασχόλησης κ.λπ.

(Portoria, 2017)

Λαμβάνοντας υπόψη τις παραπάνω τάσεις, το Portoria (2017) διαμόρφωσε δείκτες για την αξιολόγηση της διακυβέρνησης (Portoria, 2017). Παρακάτω παρατίθενται αναλυτικά οι δείκτες και τι ισχύει στα Ευρωπαϊκά λιμάνια όπου έλαβαν χώρα στο συγκεκριμένο πρότζεκτ:

- 1. Αρχικά, οι λιμένες παραμένουν υπό δημόσιο καθεστώς αλλά προχωρούν προς την κατεύθυνση για γίνουν ανεξαρτητοποιημένες επιχειρήσεις – όπως το management.** Στη παραπάνω κατηγορία εντάσσεται και η απόκτηση μεριδίου των εμπορικών οντοτήτων μέσω των αρχών της Ευρωπαϊκής Ένωσης (share of commercialized entities through the EU Port authorities). Αυτό σημαίνει ότι όλο και περισσότερες λιμενικές αρχές που ναι μεν είναι ανεξαρτητοποιημένες και διαθέτουν δικιά τους νομική προσωπικότητα και διαφορετικούς βαθμούς

λειτουργικής και οικονομικής εξάρτησης από την δημόσια αρχή, μπορούν να μοιράζονται κοινές αρχές όπως οι αυτοχρηματοδότηση και η επιχειρηματική συμπεριφορά για την αύξηση της αγοράς κ.α (Portoria, 2017).

2. Έπειτα, οι **κύριες λιμενικές υπηρεσίες παραμένουν σε ιδιωτική διαχείριση** (Portoria, 2017).

Πίνακας 10: Κύριες λιμενικές υπηρεσίες

Κύριες λιμενικές υπηρεσίες
Πλοήγηση εκτός της λιμενικής περιοχής
Πλοήγηση εντός της λιμενικής περιοχής
Ρυμούλκηση εντός της λιμενικής περιοχής
Ρυμούλκηση εκτός της λιμενικής περιοχής
Προσόρμιση
Εγκαταστάσεις υποδοχής αποβλήτων
Παροχή τροφοδοσίας στα πλοία από την στεριά
Ανεφοδιασμός
Διαχείριση των φορτίων στα πλοία
Διαχείριση των φορτίων στην ακτή (shipshore)
Διαχείριση των φορτίων στις χερσαίες μεταφορές
Υπηρεσίες εφοδιασμού
Υπηρεσίες αποθήκευσης
Οδικές μεταφορές
Σιδηροδρομική λειτουργία
Εσωτερικές φορτηγίδες (inland barging)

Πηγή: (Portoria, 2017)

3. Στη συνέχεια, **παράγοντας-δείκτης είναι η τάση για την συνεχή ανάπτυξη συνεργίας μεταξύ των λιμενικών αρχών**. Πρόκειται για την προσπάθεια συνεργασίας μεταξύ απομονωμένων λιμένων με στόχο την αύξηση της ανταγωνιστικότητας και την ένταξη-συνεργασία με άλλους λιμένες. Αυτό έχει ως στόχο, είτε «μικρής κλίμακας» συνεργασία (π.χ. ανταλλαγή τεχνογνωσίας) είτε «μεγάλης κλίμακας» (π.χ. κοινή στρατηγική για ανάπτυξη) (Portoria, 2017).
4. **Μία ισχυρή «Άδεια Λειτουργίας» για τις λιμενικές αρχές**. Πρόκειται για την ύπαρξη, εντός της κοινότητας και των φορέων, μια διευθυντικής γραμμής με στόχο την ομαλή λειτουργία και τον συντονισμό του λιμένα σε περίπτωση αντικρουόμενων συμφερόντων (Portoria, 2017). Σε αυτή την κατηγορία σημαντικοί παράγοντες-δείκτες είναι:

- η ανάπτυξη του λιμένα μαζί με την τοπική κοινότητα και τους εμπλεκόμενους
 - η οικοδόμηση μια ωφέλιμης σχέσης μεταξύ εργαζομένων και τοπικής κοινότητας
 - οι αστικοί λιμένες και η κοινωνική ολοκλήρωση των λιμενικών δραστηριοτήτων είναι αρκετά σημαντικό
- (Portopia, 2017)

5. Οι λιμενικές αρχές είναι σύμβουλοι και υποστηρικτές για την «μετάβαση στην ενέργεια». Μεταβλητές που διαμορφώνουν την παραπάνω κατηγορία είναι:
- οι λιμένες είναι τα κύρια σημεία εισόδου των ενεργειακών προϊόντων
 - οι λιμένες αποτελούν τοποθεσίες για την παραγωγή της ενέργειας
 - η παροχή ηλεκτρισμού
 - η διαχείριση της ενέργειας
- (Portopia, 2017)

Όσον αφορά την τελευταία μεταβλητή, βασικοί παράγοντες που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη είναι:

- η παρακολούθηση της κατανάλωσης της ενέργειας
 - η λήψη μέτρων για την μείωση της κατανάλωσης της ενέργειας
 - η λήψη μέτρων για την βελτίωση της κατανάλωσης της ενέργειας
 - η προώθηση ή χρηματοδότηση για ενεργειακούς ελέγχους
- (Portopia, 2017)

Η άποψη των χρηστών σχετικά με τους δείκτες ποιότητας του λιμένα

Ο παραπάνω παράγοντας είναι πολύ κρίσιμος καθώς επηρεάζει τους λιμένες σε αρκετές λειτουργίες του και δεν λαμβάνεται υπόψη από τα περισσότερα λιμάνια. Ουσιαστικά αναλύει την ποιότητα των υποδομών/υπηρεσιών και τις καθιστά μετρήσιμες ποσότητες ως προς την άποψη των χρηστών σχετικά με αυτές. Τα δεδομένα πρέπει να δίνονται σε ετήσια βάση. Επί του παρόντος, τα μόνα διαθέσιμα ετήσια δεδομένα σχετικά με την ποιότητα παρέχονται από την Παγκόσμια Έκθεση Ανταγωνιστικότητας που εκδίδεται από τον Παγκόσμιο Οικονομικό Φόρουμ. Μια άλλη πηγή δεδομένων αποτελεί ο Δείκτης Απόδοσης Logistics της Παγκόσμιας

τράπεζας που περιέχει στοιχεία ποιότητας των υποδομών αλλά και στοιχεία για την απόδοση της εφοδιαστικής αλυσίδας. Το Portoria (2017) παρέχει μια εικόνα για την αντίληψη των χρηστών για τον λιμένα βασισμένη σε ένα εξαιρετικά υψηλό πρακτικό περιβάλλον ευφυΐας δεδομένων, που συμβάλει στην μείωση των ανθρώπινων και οικονομικών επιβαρύνσεων για τους φορείς διαχείρισης του λιμένα. Επίσης, παρέχει δεδομένα πραγματικής αξίας για μεμονωμένες λιμενικές αρχές (Portoria, 2017).

3.5 Πλαίσιο αξιολόγησης Ψηφιακής Ετοιμότητας (Robert, 2020)

Οι ψηφιακές τεχνολογίες ολοένα και διαδραματίζουν σημαντικότερο ρόλο στις θαλάσσιες μεταφορές. Οι εφαρμογές αυτών όμως συναντιούνται κυρίως σε μεγάλους λιμένες, που θεωρούνται έξυπνοι ή τείνουν να γίνουν, καθώς οι μικρότεροι δεν έχουν εξοικειωθεί τόσο με την τεχνολογία (Phillipp, 2020). Παραδείγματα τέτοιων τεχνολογιών που εφαρμόζονται αποτελούν κυρίως:

- Blockchain τεχνολογία
- Δίκτυο των Πραγμάτων (Internet of Things)
- Βιομηχανία 4.0 (Industry 4.0)
- Τεχνολογία πληροφοριών και επικοινωνιών (ICT)

(Phillipp, 2020)

Οι παραπάνω τεχνολογίες αποτελούν εργαλεία που χρησιμοποιούνται για την ασφάλεια του λιμένα, την βελτιστοποίηση των διαδικασιών του και την διασφάλιση της βιωσιμότητας του. Αναπτύσσοντας ο λιμένας τις παραπάνω τεχνολογίες, τις ενσωματώνει σε ψηφιακά δίκτυα και πλατφόρμες όπου αποθηκεύονται χρήσιμα δεδομένα (Phillipp, 2020). Βασικός στόχος τους για τον λιμένα είναι:

- η βελτιστοποίηση της οικονομικής απόδοσης του
- η ελαχιστοποίηση της απαιτούμενης ενέργειας για τις λειτουργίες του
- η μείωση της κατανάλωσης των πόρων του
- η ελαχιστοποίηση των αποβλήτων του
- η βελτιστοποίηση των υπηρεσιών χαρτοφυλακίου (portfolio service)

(Phillipp, 2020)

Σύμφωνα με τον Robert Philipp (2020) οι δείκτες που προκύπτουν για να γίνουν μετρήσιμες ποσότητες οι υπηρεσίες των τεχνολογιών αναπτύσσονται στον πίνακα 11:

Πίνακας 11: Δείκτες του πλαισίου Ψηφιακής Ετοιμότητας

Διάσταση	Βαρύτητα	Δείκτης	Η κλίμακα που εφαρμόζεται
Διαχείριση(management)	20 %	Στρατηγική ψηφιοποίησης του λιμένα (συμπ. Διακυβέρνηση, πρότυπα, κ.α.)	Βαθμός εφαρμογής : 1) Δεν υπάρχει, 2) Φάση πιλοτικού σχεδιασμού, 3) Φάση ανάπτυξης, 4) Φάση οριστικοποίησης, 5) Φάση εφαρμογής, 6) Τελικό στάδιο (εφαρμόστηκε)
		Ψηφιακό επιχειρηματικό μοντέλο	
		Συνεργασίες καινοτομίας	
		Επενδύσεις στην ψηφιοποίηση	Μετοχές ψηφιακών επενδύσεων (x), ποσοστό εργαζομένων με εκπαιδευτικό υπόβαθρο στην τεχνολογία πληροφορικής (x): 1) $x \leq 10\%$, 2) $10\% < x \leq 20\%$, 3) $20\% < x \leq 30\%$, 4) $30\% < x \leq 40\%$, 5) $40\% < x \leq 50\%$, 6) $x > 50\%$
Ανθρώπινο κεφάλαιο	20 %	Γνώσεις και δεξιότητες στην τεχνολογία πληροφοριών (Υφιστάμενη εκπαίδευση)	*Τα αποτελέσματα διαμορφώνονται από δύο διαφορετικές διαστάσεις δεικτών
		Δυνατότητες στην τεχνολογία πληροφοριών	Επίπεδο ικανοτήτων, πεδίο της

		Ευκαιρίες εκπαίδευσης στην τεχνολογία πληροφοριών	εκπαίδευσης, επαρκής ολοκληρωμένες επικοινωνίες, ακρίβεια πληροφοριών σχετικά με την κατάσταση των αποστολών που διαχειρίζεται ο λιμένας, παροχή έγκαιρων (on time) πληροφοριών, συμβατότητα του λειτουργικού συστήματος, ευκολία προσαρμογής στις απαιτήσεις συνάντησης των πελατών, βαθμός ασφάλειας σχετικά με την τεχνολογία πληροφοριών: 1) πολύ κακή, 2) κακή, 3) μάλλον κακή, 4) μάλλον καλή, 5) καλή, 6) πολύ καλή
Λειτουργικότητα (Τεχνολογία Πληροφοριών)	25 %	Ολοκληρωμένη υποδομή επικοινωνιών	
		Πληροφορίες σχετικά με την κατάσταση των απεσταλμένων φορτίων	
		Έγκυρες πληροφορίες (on-time information)	
		Σύστημα λειτουργιών (operating system)	
		Διαδικασίες	
		Ασφάλεια	
Τεχνολογία	30 %	Έξυπνο λογισμικό ERP	Βαθμός χρήσης : 1) άγνωστη τεχνολογία/ σύστημα, 2) δεν είναι διαθέσιμο για χρήση, 3) δεν έχει προγραμματιστεί η χρήση, 4) η χρήση έχει προγραμματιστεί, 5) σε συγκεκριμένα έργα
		Έξυπνο σύστημα διαχείρισης αποθηκευτικών χώρων (WMS)	
		Έξυπνο σύστημα PCS	
		Πλατφόρμα επικοινωνίας βασισμένη στο διαδίκτυο	
		Πρόσβαση εργατών στο διαδίκτυο μέσω	

		του κινητού τους (Mobile data)	χρησιμοποιείται, 6) πλήρης χρήση
		Πρόσβαση πελατών στο διαδίκτυο μέσω του κινητού τους (Mobile data)	
		Δίκτυο των πραγμάτων (συμπ. την επικοινωνία μεταξύ μηχανών)	
		Cloud computing (SaaS, PaaS, IaaS)	
		Τεχνολογίες εντοπισμού (GPS, RFID, κ.α.)	
		Αισθητήρες (Υγρασία, θερμοκρασία κ.α.)	
		Big Data και ανάλυση για πρόγνωση καταστάσεων (π.χ. συντήρηση) (Predictive analytics)	
		Blockchain (συμπ. 'έξυπνα' συμβόλαια)	
		Τεχνητή νοημοσύνη	
		Ρομποτική	
		Μη επανδρωμένα σκάφη (ξηράς, αέρος, θαλάσσια)	
		Αυτοματοποιημένες λύσεις (τερματικά, κρουνοί, σχήματα) – CPS (Cyber-Physical Systems)	
		Ψηφιακό δίδυμο (digital twinning), επαυξημένη και εικονική πραγματικότητα (

		συμπ. προσομοίωση)	
Πληροφορίες	5 %	Προσωπικό δίκτυο	Βαθμός διάθεσης πληροφοριών: 1) πολύ χαμηλή, 2) χαμηλή, 3) μάλλον χαμηλή, 4) μάλλον υψηλή, 5) υψηλή, 6) πολύ υψηλή
		Έντυπα μέσα	
		Διαδίκτυο	
		Μέσα κοινωνικής δικτύωσης	
		Εκδηλώσεις ψυχαγωγικού περιεχομένου (fairs)	
		Συνέδρια	
		Σύλλογοι (π.χ. συμβουλευτικοί)	
		Επιστημονικά ιδρύματα	

Πηγή: (Phillipp, 2020)

Επίσης, στην διάσταση ανθρώπινο κεφάλαιο και στον δείκτη δυνατότητες στην τεχνολογία πληροφοριών την χωρίζει σε υποκατηγορίες δεικτών (Phillipp, 2020).

Αυτές είναι:

- Υποδομές τεχνολογιών πληροφορικής
- Τεχνολογία αυτοματοποίησης
- Ανάλυση δεδομένων
- Ασφάλεια των δεδομένων/ ασφάλεια των επικοινωνιών
- Ανάπτυξη/ Εφαρμογή βοηθητικών συστημάτων
- Λογισμικά όπου είναι σχεδιασμένα για να δουλεύουν οι άνθρωποι πάνω σε κοινή εργασία (collaborative software)
- Μη τεχνικές δεξιότητες όπως η κατανόηση των διαδικασιών και η ‘ σκέψη όπως το σύστημα’ (system thinking)

(Phillipp, 2020)

Βάση του συγκεκριμένου μοντέλου ο ερευνητής καταλήγει σε πέντε τύπους λιμένων βάση της βαθμολογίας που προκύπτει από τους δείκτες:

Πίνακας 12: Βαθμολογία λιμένων βάση των έξυπνων χαρακτηριστικών

Τύπος λιμένα	Βαθμολογία
Έξυπνος λιμένας	$5.5 \leq x \leq 6.0$
Αναπτυγμένος λιμένας	$4.5 \leq x < 5.5$
Λιμένας που είναι στα πρώιμα στάδια ενσωμάτωσής έξυπνων εφαρμογών	$3.5 \leq x < 4.5$
Λιμένας που χρησιμοποιεί συγκεκριμένες (δικές του) τεχνολογίες. (Monitor port)	$2.5 \leq x < 3.5$
Αναλογικός λιμένας	$1.0 \leq x < 2.5$

Πηγή: (Phillipp, 2020)

Κεφάλαιο 4^ο

4. Έξυπνες λειτουργίες σε διάφορα λιμάνια ανά τον κόσμο

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο γίνεται καταγραφή διαφόρων καινοτόμων-έξυπνων λειτουργιών σε λιμάνια που βρίσκονται σε ολόκληρο τον πλανήτη. Η τεχνολογία που εφαρμόζεται στους παραπάνω λιμένες είναι αρκετά εξελιγμένη με μειονέκτημα το γεγονός ότι εφαρμόζεται σε μικρό αριθμό λιμένων. Παρατηρείται στις συγκεκριμένες λειτουργίες ότι σημαντικό ρόλο παίζει η τεχνολογία των πληροφοριών καθώς ενσωματώνεται στις περισσότερες. Παρακάτω αναλύονται οι έξυπνοι λιμένες με τις λειτουργίες που υπάρχουν σε αυτούς.

4.1 Αμβούργο

Ο λιμένας του Αμβούργου αποτελεί έναν από τους πιο καινοτόμους λιμένες στην Ευρώπη καθώς ενσωματώνει την έννοια της καινοτομίας σε αρκετές από τις λειτουργίες του. Παρακάτω παρατίθενται οι πιο σημαντικές έξυπνες λειτουργίες:

Σε πραγματικό χρόνο πλοήγηση: Αυτή η τεχνολογία διασφαλίζει ότι η κυκλοφορία στον λιμένα ρέει αποτελεσματικά. Επιπλέον, ο χρήστης της εφαρμογής έχει πρόσβαση σε πληροφορίες για την διαθεσιμότητα στάθμευσης, για το αν είναι κλειστές ή ανοιχτές οι κινητές γέφυρες καθώς και για τις πιο πρόσφατες πληροφορίες για σημαντικές λειτουργίες του λιμένα (Port of Hamburg, 2021).

Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας: Τροφοδοσία ενέργειας από την ξηρά που προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Πιο συγκεκριμένα, τα κρουαζιερόπλοια

τροφοδοτούνται με ηλεκτρική ενέργεια μέσω ενός ηλεκτρικού σταθμού και μεταφέρεται στο πλοίο μέσω ενός κινητού μηχανισμού μεταφοράς (Port of Hamburg, 2021).

‘Ευφυής’ σιδηρόδρομος: Έχουν τοποθετηθεί κατά μήκος του σιδηρόδρομου του λιμένα αισθητήρες που μπορούν να παρέχουν δεδομένα σε πραγματικό χρόνο. Αυτό δίνει την δυνατότητα στον λιμένα να εντοπίζει τυχόν εργασίες ή επισκευές σε πρώιμο στάδιο, αποφεύγοντας έτσι την πλήρη διακοπή της λειτουργίας του σιδηρόδρομου (Port of Hamburg, 2021).

Αισθητήρες πολλαπλών πληροφοριών μέσω κινητών συσκευών: Μέσω ενός αισθητήρα GPS για κινητές συσκευές θα παρέχονται ποικίλες πληροφορίες που θα αφορούν το λιμένα όπως η θερμοκρασία, η ταχύτητα και η κατεύθυνση του ανέμου, η ατμοσφαιρική ρύπανση και η ροή του Έλβα (Port of Hamburg, 2021).

‘Εξυπνη συντήρηση’: Μέσω κινητών συσκευών (π.χ. τάμπλετ) γίνεται η παρακολούθηση των υποδομών του λιμένα. Οι συσκευές στέλνουν αυτόματα τις μετρήσεις στο σύστημα πληροφορικής όπου γίνεται η επεξεργασία, αποθήκευση και επεξεργασία των δεδομένων (Port of Hamburg, 2021).

‘Εικονική αποθήκη’: Η συγκεκριμένη εφαρμογή επιτρέπει στον λιμένα να βελτιστοποιεί την κίνηση των κενών εμπορευματοκιβωτίων μεταξύ των εταιριών συσκευασίας μειώνοντας τα ταξίδια με άδεια εμπορευματοκιβώτια (Port of Hamburg, 2021).

Port Monitor: Το συγκεκριμένο λογισμικό ενημερώνει όλα τα ενδιαφερόμενα μέρη του λιμένα για δεδομένα όπως ηλεκτρονικές κάρτες, θέσεις πλοίων, δεδομένα στάθμης νερού, κουκέτες, τρέχοντα εργοτάξια, προγραμματισμένες καταδύσεις και για το ύψος και το πλάτος γεφυρών (Port of Hamburg, 2021).

Ηλεκτρονική κινητικότητα: Ο λιμένας διερευνά τρόπους ενσωμάτωσης ηλεκτρονικών οχημάτων στις λειτουργίες του. Η κατασκευή υποδομής φόρτισης των οχημάτων βρίσκεται στο στάδιο της κατασκευής. Στον τερματικό σταθμό των κρουαζιερόπλοιων, ο λιμένας σχεδιάζει να χρησιμοποιήσει προνομιακά την

πλατφόρμα e-Taxis. Επίσης, αναλύεται το ενδεχόμενο εφαρμογής της βιώσιμης ηλεκτρονικής κινητικότητας για το προσωπικό (Port of Hamburg, 2021).

Logistics: Η εφαρμογή smartPort επιτρέπει στα φορτηγά να κάνουν κράτηση θέσεων στάθμευσης εκ των προτέρων ή σε περίπτωση που δεν έχουν κάνει κράτηση εντοπίζουν τους κενούς εναπομείναντες χώρους (Port of Hamburg, 2021).

4.2 Ρότερνταμ

Ένα ακόμη έξυπνο λιμάνι αποτελεί αυτό του Ρότερνταμ καθώς διαθέτει πληθώρα έξυπνων λειτουργιών. Σημαντικό αποτελεί το γεγονός ότι ο λιμένας δοκιμάζει συνεχώς καινούργια πιλοτικά προγράμματα, με στόχο την εφαρμογή τους σε όλες τις λειτουργίες που δύναται να εφαρμοστούν. Παρακάτω καταγράφονται οι πιο σημαντικές ‘έξυπνες’ λειτουργίες του:

PortXchange Platform: Η συγκεκριμένη πλατφόρμα επιτρέπει στους χρήστες του λιμένα να έχουν πρόσβαση σε μια πληθώρα δεδομένων σε πραγματικό χρόνο, μέσω των αισθητήρων που είναι τοποθετημένοι στον λιμένα. Στόχος της είναι η μείωση των χρόνων αναμονής, η διαμόρφωση βέλτιστων χρόνων για την αποβίβαση των πλοίων, την φόρτωση και την εκφόρτωση αυτών αλλά και για την είσοδο περισσότερων στον λιμένα (Port of Rotterdam, 2021).

Portbase Port Community System: Είναι ο συνδυασμός εφαρμογής, πλατφόρμας και βάσης δεδομένων πληροφοριών που εξοικονομεί χρόνο και χρήμα μέσω διμερών συνδέσεων και ανταλλαγής πληροφοριών (Shannon , Ian , Anna , Apple, & Syed, 2019).

‘Έξυπνη’ πρόσδεση των πλοίων: Η συγκεκριμένη λειτουργία τοποθετεί έξυπνους αισθητήρες σε κάθε αποβάθρα για την συλλογή δεδομένων. Στη συνέχεια γίνεται καταχώρηση των δεδομένων σε μια ψηφιακή πλατφόρμα και γίνεται προσπάθεια εύρεση λύσης για την καλύτερη απόδοσης αυτής (Port of Rotterdam, 2021).

Έξυπνοι αισθητήρες: Το λιμάνι του Ρότερνταμ συνεργάστηκε με την IBM για την ανάπτυξη ενός κεντρικού πίνακα που θα επιτρέπει να συλλέγει δεδομένα σε πραγματικό χρόνο από έξυπνους αισθητήρες. Οι συγκεκριμένοι αισθητήρες εγκαταστάθηκαν σε μήκος σαράντα δύο χιλιομέτρων σε τοίχους, δρόμους και στύλους

πρόσδεσης των πλοίων. Στόχος τους είναι η μείωση των χρόνων αναμονής, για τον καθορισμό των βέλτιστων χρόνων για την αποβίβαση των πλοίων, την φόρτωση και την εκφόρτωση και για την είσοδο περισσότερων πλοίων στον λιμένα (offshore-energy, 2018).

Distro Platform: Ο λιμένας διαθέτει ηλιακούς συλλέκτες στις στέγες των κτιρίων για την δέσμευση ηλιακής ενέργειας και για την χρήση της, στις λειτουργίες του. Μέσω μια μπαταρίας η ηλιακή ενέργεια που δεσμεύεται, αποθηκεύεται. Η συγκεκριμένη πλατφόρμα προσφέρει τη δυνατότητα στους ενδιαφερόμενους του λιμένα να μειώσουν τα κόστη που προκύπτουν από την κατανάλωση ενέργειας. Αυτό επιτυγχάνεται με την βοήθεια της τεχνητής νοημοσύνης όπου παρέχει στους καταναλωτές, βάση υπολογισμών της πλατφόρμας, τις ποσότητες ενέργειας που χρειάζονται. Σε περίπτωση που ο καταναλωτής έχει δεσμεύσει περισσότερη ενέργεια από ότι χρειαζόταν, είναι ικανός να την πουλήσει σε κάποιον άλλο χρήστη. Οι συναλλαγές αυτές γίνονται μέσω της τεχνολογίας Blockchain, για περισσότερη ασφάλεια (Port of Rotterdam, 2020).

Free Pin: Ένα ακόμη πιλοτικό πρόγραμμα που βρίσκεται υπό δοκιμή είναι η κατάργηση του PIN για τις διαδικασίες που αφορούν την διαχείριση (π.χ. αποθήκευση, διανομή κ.α.) των εμπορευματοκιβωτίων. Η παραπάνω διαχείριση που αφορά διάφορους εταίρους (π.χ. διαχειριστές τερματικών, εταιρίες αποθήκευσης κ.α.) θα επιτυγχάνεται μέσω μια εφαρμογής που θα βασίζεται στην τεχνολογία Blockchain (Port of Rotterdam, 2020).

4.3 Βαλένθια

Ο λιμένας της Βαλένθιας αποτελεί έναν λιμένα που διαθέτει έξυπνες εφαρμογές στο δυναμικό του. Παρακάτω επισημαίνονται οι πιο σημαντικές:

Ο λιμένας της Βαλένθιας **εγκατέστησε ‘μαύρα’ κουτιά** σε διακόσιους γεραμούς, βαγόνια, φορτηγά, περαιοφόρα και ανυψωτικά οχήματα για να συλλέγουν ποικιλία δεδομένων όπως η τοποθεσία τους ή τα επίπεδα κατανάλωσης ενέργειας. Στόχος τους είναι να βοηθήσουν το προσωπικό να μειώσει το χρόνο αδράνειας του. Επίσης, τα συγκεκριμένα δεδομένα αναλύονται σε πραγματικό χρόνο κάτι που δίνει τη δυνατότητα στο προσωπικό να εντοπίσει τα μη λειτουργικά σημεία του λιμένα και να τα αντιμετωπίσει κατάλληλα ούτως ώστε να γίνουν λειτουργικά (Ship Tecnology, 2020).

Εγκατάσταση ‘έξυπνου’ συστήματος φωτισμού που ανάβει με το που πλησιάσουν τα οχήματα, μειώνοντας έως και 80% την κατανάλωση της ενέργειας (Ship Tecnology, 2020).

4.4 Αμβέρσα

Στη συνέχεια στον λιμένα της Αμβέρσας εντοπίστηκαν έξυπνες εφαρμογές. Οι σημαντικότερες είναι οι εξής:

NxtPort: Μέσω ενός συστήματος ανταλλαγής πληροφοριών προσπαθεί να συγκεντρώσει το επιχειρησιακό σχέδιο βελτίωσης του λιμένα. Εκεί συγκεντρώνονται πληροφορίες για διάφορες εταιρίες που στόχος είναι να γίνει μια αυτοσυντηρούμενη εταιρία εμπορευματοποίησης δεδομένων που θα συγκεντρώνει, επικαιροποιεί, αποθηκεύει, αναλύει και θα τα ανταλλάζει σε διάφορους εταίρους logistics (Deloitte Port Services, 2017).

Στην παραπάνω εφαρμογή θα μπορούν να έχουν πρόσβαση τελωνεία, κυβερνητικές υπηρεσίες, ο έλεγχος της ποιότητας των τροφίμων και οι προγραμματιστές εφαρμογών. Θα δημιουργήσει έσοδα για τον λιμένα καθώς θα παρέχει στους χρήστες την δυνατότητα να μειώσουν το κόστος μέσω καλύτερου σχεδιασμού, να βελτιώσουν την εφοδιαστική αλυσίδα, να έχουν θετικό αντίκτυπο στο περιβάλλον με την μείωση των ρύπων που παράγουν καθώς και να μειώσουν τον αριθμό των εμπορευματοκιβωτίων στις αποθήκες.

Η εφαρμογή της τεχνολογίας Blockchain δίνει τη δυνατότητα για την ασφαλέστερη μεταφορά και παραλαβή των κοντέινερ καθώς θα μεταφέρονται ψηφιακά τα δικαιώματα του φορτίου από το ένα μέρος στο άλλο, που σημαίνει ότι η παραλαβή θα γίνεται μόνο στο μέρος αυτό (Deloitte Port Services, 2017).

‘Έξυπνες’ κάμερες: Πάνω από 600 κάμερες παρακολουθούν τον λιμένα της Αμβέρσας, αναγνωρίζοντας αντικείμενα μέσω της τεχνολογίας που χρησιμοποιούν οι υπολογιστές (computer vision). Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να διευκολύνει τον έλεγχο και την συντήρηση των γεφυρών, τον έλεγχο της αποβάθρας και γενικότερα του λιμένα. Επίσης, οι κάμερες έχουν την δυνατότητα να μετρήσουν την κίνηση των φορτιών (Port of Antwerp, 2021).

Μη επανδρωμένα σκάφη: Ο λιμένας κατασκευάζει ένα δίκτυο που θα αποτελείται από μη επανδρωμένα σκάφη για παρακολούθηση του λιμένα. Λειτουργίες που θα

επιβλέπουν αποτελούν: η επιθεώρηση της υποδομής, η διαχείριση συμβάντων, τη διαχείριση των αγκυροβολιών και η ανίχνευση τυχών διαρροών πετρελαίου (Port of Antwerp, 2021).

4.5 Άμστερνταμ

Ένα ακόμη λιμάνι που έχει εισάγει τον έννοια του έξυπνου είναι αυτό του Άμστερνταμ. Μερικές από τις έξυπνες εφαρμογές του είναι:

IAmPort: Η εφαρμογή προσφέρει πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο για τις τοποθεσίες των πλοίων και τα δρομολόγια στο λιμάνι (Deloitte Port Services, 2017).

PortData: Η εφαρμογή παρέχει πληροφορίες για το ιστορικό των μεταφορών φορτίου για έντεκα λιμένες, με σκοπό την προώθηση της ιδέας ανταλλαγής των δεδομένων (Deloitte Port Services, 2017).

4.6 Βαρκελώνη

Η χρήση της πλατφόρμας **PortICTelematics** που συνδέεται με ολόκληρο το λιμάνι. Ουσιαστικά πρόκειται για ένα κέντρο ελέγχου που εξασφαλίζει την συντονισμένη διαχείριση όλων των υπηρεσιών και λειτουργιών που λαμβάνουν χώρα στα ύδατα του λιμένα (π.χ. αγκυροβόληση) (The smart city journal, 2021).

Ecocalculator: ένα εργαλείο που θα επιτρέπει στους πελάτες να υπολογίζουν το οικολογικό αποτύπωμα των φορτίων τους (Shannon , Ian , Anna , Apple, & Syed, 2019).

Η εφαρμογή για τον εντοπισμό των εμπορευματοκιβωτίων επιτρέπει στους ιδιοκτήτες τους να παρακολουθούν ολόκληρη την διαδικασία αποστολής (άφιξη του πλοίου, όταν το εμπορευματοκιβώτιο προσγειώνεται στο έδαφος, η επεξεργασία των τελωνείων, η αναχώρηση από τον τερματικό σταθμό κ.α.) (Shannon , Ian , Anna , Apple, & Syed, 2019).

4.7 Σεβίλλη

Εφαρμόζει ένα έξυπνο σύστημα πλοήγησης με στόχο την βελτιστοποίηση της κίνησης των πλοίων και το λιμενικών λειτουργιών. Συμπεριλαμβάνει και το **eRio** (eRiver Information and Optimization) που συλλέγει δεδομένα από ένα δίκτυο αισθητήρων που βρίσκονται κατά μήκος του ποταμού. Στα παραπάνω δεδομένα περιέχονται περιβαλλοντικά δεδομένα καθώς και πληροφορίες για κάθε πλοίο μεμονωμένα Το λιμάνι της Σεβίλλης εφαρμόζει ένα σύστημα του δικτύου των πραγμάτων (IoT) για

τον εντοπισμό των κοντέινερ και την διαχείριση της κίνησης του σιδηρόδρομου. Επίσης για τον εντοπισμό των κοντέινερ χρησιμοποιούνται τεχνολογίες όπως ετικέτες RFID, δορυφόροι και το Bluetooth (Shannon , Ian , Anna , Apple, & Syed, 2019).

4.8 Αλχεθίρας

Το συγκεκριμένο λιμάνι εφαρμόζει ένα **κεντρικό σύστημα διαχείρισης περιουσιακών στοιχείων** που επιτρέπει μέσω των γεωγραφικών τεχνολογιών πληροφορίας (GIS) την τρισδιάστατη απεικόνιση του χώρου για την καλύτερη ασφάλεια και συντήρηση του λιμένα. Στόχος της πλατφόρμας είναι να παρέχει ένα ενιαίο σημείο πρόσβασης για όλα τα συστήματα λειτουργίας του λιμένα και οι χειριστές αυτών να μπορούν να λαμβάνουν αποφάσεις από πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο. Η εφαρμογή του παραπάνω συστήματος είχε ως αποτέλεσμα την μείωση των προβλημάτων που προκύπταν στον λιμένα κατά 35 % και του σχετικού κόστους κατά 25 % (Digital Security, 2018).

4.9 Λιβόρνο

Το λιμάνι του Λιβόρνου **εφαρμόζει τεχνολογίες 5G και τεχνολογίες επαυξημένης πραγματικότητας** για πιο αποτελεσματικές λειτουργίες φόρτωσης και εκφόρτωσης (Ericsson, 2019).

Η εγκατάσταση 5G στις περιοχές του λιμένα και των τερματικών έχει επιτρέψει στον λιμένα να συνδέσει ένα σύνολο συσκευών του δικτύου των πραγμάτων (κάμερες HDR,LIDAR) στο cloud. Αυτές οι συσκευές εγκαταστάθηκαν σε περανοφόρα και άλλες υποδομές για τον εντοπισμό και την αναγνώριση αγαθών, εργαζομένων, γερανών και των περανοφόρων. Αποτέλεσμα των εφαρμογών αυτών των τεχνολογιών είναι η αύξηση της απόδοσης του λιμένα μειώνοντας τον χρόνο διέλευσης των εμπορευμάτων αλλά και της μείωσης των ρύπων των πλοίων καθώς παραμένουν στο ρελαντί στον λιμένα για λιγότερο χρόνο (Ericsson, 2019).

4.10 Σαβάνα

Το λιμάνι της Σαβάνας χρησιμοποιεί τεχνολογία **αυτοματισμού** των διεργασιών στις λειτουργίες του από το 2008. Το **GardenCityTerminal** του λιμανιού έχει εγκαταστήσει ετικέτες RFID στα φορτηγά (οχήματα δρόμου) για να τα παρακολουθεί σε πραγματικό χρόνο (RFF, 2015).

ATAMS: Βελτιώνει την διαδικασία παράδοσης των εμπορευματοκιβωτίων που πραγματοποιούνται μεταξύ των γερανών και των φορτηγών (δρόμου). Αυτή η βελτιστοποίηση επιτρέπει την αυτόματη τοποθέτηση και αναγνώριση των φορτηγών.

Το παραπάνω παρέχει επίσης βελτιωμένη ασφάλεια των εργαζομένων και ταχύτερους χρόνους στροφής και αυξημένη παραγωγικότητα των γερανών (RFF, 2015).

4.11 Χιούστον

Το συγκεκριμένο λιμάνι διαθέτει τον τερματικό σταθμό **Bayport** που είναι από τους πιο περιβαλλοντικά 'ευαίσθητους' και σύγχρονους τερματικούς σταθμούς. Το συγκεκριμένο τερματικό διαθέτει δυνατότητες ηλεκτρονικής ανταλλαγής δεδομένων συμπεριλαμβανομένων των ηλεκτρικών συστημάτων ελέγχου απογραφής. Έτσι επιτυγχάνεται η παρακολούθηση της θέσης των εμπορευματοκιβωτίων μεμονωμένα (PEMA, 2011).

4.12 Λονγκ Μπιτς

Μέσω του πρότζεκτ **Middle Harbour Redevelopment** έχει επενδύσει πάνω από 650 εκατομμύρια σε τεχνολογία και εξοπλισμό. Οι επενδύσεις περιλαμβάνουν πάνω από 70 **αυτοματοποιημένα οχήματα μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων** και 70 **αυτοματοποιημένους γερανούς για την στοίβαξη**. Τα εμπορευματοκιβώτια στον τερματικό είναι πλήρως αυτοματοποιημένα και δεν απαιτούν ανθρώπινο χειριστή. Αυτό οδήγησε σε μειωμένους χρόνους στροφής φορτίου (Leonard, SUPPLYCHAINDIVE, 2019).

4.13 Όκλαντ

Ο λιμένας του Όκλαντ έχει καταφέρει να συλλέγει δεδομένα που αφορούν τις περισσότερες λειτουργίες του.

Oakland Portal: Παρέχει μια ολοκληρωμένη ψηφιακή προβολή πληροφοριών τερματικού, φορτίου και εμπορευματοκιβωτίων σε μια πλατφόρμα χωρίς να χρειάζονται αναζητήσεις σε πολλούς ιστότοπους. Λειτουργίες της είναι:

- Δεδομένα για την κατάσταση των φορτίων
- Ζωντανή μετάδοση μέσω καμερών
- Προγράμματα πλοίων
- Πληρωμή τελικών τελών
- Κλείσιμο ραντεβού των φορτηγών (άφιξη- αποχώρηση)

- Ενημέρωση για την κατάσταση του φορτίου
- Παρέχει διαφάνεια κατά την διάρκεια της συλλογής και παράδοσης του φορτίου
- Παρακολουθεί το χρόνο που απαιτείται για την συναλλαγή οδηγών με τα θαλάσσια τερματικά
- Βελτιώνει τη ροή των φορτίων με την ενημέρωση των φορητών για το αν οι τερματικοί είναι άδειοι ή γεμάτοι

(Burnson, 2018), (Port of technology, 2019)

4.14 Έβεργκλεϊντς

Ο λιμένας του Έβεργκλεϊντς διαθέτει ένα **πρόγραμμα ηλεκτρονικής επικύρωσης δεδομένων χωρίς να υποβάλλουν φυσικά αντίγραφα** (MH&L, 2018).

Επίσης, διαθέτει την εφαρμογή **Mobile Passport Control**, το οποίο απευθύνεται σε ταξιδιώτες κρουαζιερόπλοιων, όπου μπορεί να επισπεύσει την διαδικασία εισόδου αυτών στις ΗΠΑ (PORT EVERGLADES, 2016).

4.15 Λος Άντζελες

Ο λιμένας του Λος Άντζελες χρησιμοποιεί το παρακάτω λογισμικό βασίζεται σε cloud βάση και παρέχει πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο.

Port Optimizer: Παρέχει ασφαλή ψηφιοποίηση των δεδομένων, παρέχοντας πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο. Επίσης, βοηθά στην πρόσβαση των ανθρώπων με τους πόρους του λιμένα, προβλέπει και αντιμετωπίζει τις μεταβαλλόμενες συνθήκες και ενισχύει την επικοινωνία μεταξύ διαφορετικών ενδιαφερόμενων. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την καλύτερη χρήση των δεδομένων και την υψηλότερη αποτελεσματικότητα στην διαδικασία παράδοσης (Blockchain Beach Staff, 2019).

Επίσης, χρησιμοποιεί την τεχνολογία Blockchain που θα εφαρμόζεται σε έναν οδικό χάρτη και θα κάνει τις αλυσίδες εφοδιασμού πιο ασφαλείς και αποτελεσματικές με την **χρήση τεχνολογιών κατανεμημένου καθολικού** (Blockchain Beach Staff, 2019).

4.16 Νέα Υόρκη και Νιου Τζέρσυ

Οι παραπάνω λιμένες χρησιμοποιούν τεχνολογίες όπως:

- μεταφορείς **RFID (RFIDtransporters)**
- αναγνώριση **οπτικών χαρακτήρων**
- σύστημα **‘ζύγιση εν κινήσει’ (weightinmotion)**

Σκοπός των παραπάνω τεχνολογιών είναι η αυτόματη αναγνώριση των αριθμών των εμπορευματοκιβωτίων καθώς και η αναγνώριση και ο εντοπισμός των φορτηγών. Διαθέτουν τον ιστότοπο **PortTruckPass** για την κοινή χρήση δεδομένων μεταξύ λιμένων, φορτηγών και πλοίων. Ο συνδυασμός της **RFID τεχνολογίας** και μιας **ενοποιημένης πύλης δεδομένων** επιτρέπουν σε όλα τα ενδιαφερόμενα μέρη να έχουν πρόσβαση σε πιο ακριβή δεδομένα όσον αφορά των χρόνο (real time data) (PORT AUTHORITY NY NJ, 2021).

Τρία τερματικά χρησιμοποιούν τεχνολογία **Blockchain** για μεγαλύτερη παροχή ασφάλειας στην εφοδιαστική αλυσίδα συμπεριλαμβανομένου των θαλάσσιων μεταφορών, των σιδηροδρομικών καθώς και των ιδιοτήτων φορτίων. Παρέχει πληροφορίες για την αλυσίδα εφοδιασμού, διευκολύνει την ανταλλαγή δεδομένων καθώς και βελτιώνει τις εμπορικές ροές. Επίσης η Blockchain τεχνολογία εξασφαλίζει την διαφάνεια της εφοδιαστικής αλυσίδας (Frantz, 2018), (GCT Global Container Terminals Inc, 2019).

4.17 Βιρτζίνια

Ο παραπάνω λιμένας χρησιμοποιεί ένα **αυτοματοποιημένο σύστημα για τις κρατήσεις** των φορτηγών που επιτρέπει την αύξηση της παραγωγικότητας στο έδαφος και την ομαλή ροή των φορτηγών στους τερματικούς σταθμούς καθ' όλη την διάρκεια της ημέρας. Επίσης, απαιτεί από τους οδηγούς να επιλέξουν τον χρόνο που θα εισέλθουν στο λιμάνι, με αποτέλεσμα την μείωση του χρόνου στροφής στα τερματικά του (Leonard, 2019).

Automated Work Flow Data Model: Περιλαμβάνει μια ριζική καινοτομία της τεχνολογίας RFID που χρησιμοποιήθηκε στους τερματικούς σταθμούς Norfolk International Terminal και Virginia International Gateway. Εκσυγχρονίζει ολόκληρη την υποδομή δεδομένων η οποία βασίζεται πλέον σε cloud βάση. Αυτή η αλλαγή βελτιώνει περαιτέρω την αποτελεσματικότητά των τερματικών, μειώνοντας την κυκλοφοριακή συμφόρηση και προβλέποντας πιθανά προβλήματα (U.S Department Of Transportation , 2019).

4.18 Σιάτλ και Τακόμα

Τα δύο αυτά λιμάνια χρησιμοποιούν το ίδιο σύστημα δεδομένων, την πλατφόρμα **eModal**. Οι δυνατότητες του συστήματος περιλαμβάνει:

- κρατήσεις για τις υπηρεσίες του λιμένα
- έλεγχο της διαθεσιμότητας των φορτίων
- πληρωμή τελών
- παρακολούθηση των βασικών δεικτών στα τερματικά.

Σημαντικό αποτελεί ότι έχει την δυνατότητα σύνδεσης με την τεχνολογία RFID. Στόχος του παραπάνω είναι η βελτίωση της αποτελεσματικότητας των μεταφορών των εμπορευματοκιβωτίων (THE NORTHWEST SEAPORT ALLIANCE, 2021).

4.19 Μόντρεαλ

Η διαδικτυακή πύλη **MARINFO**, που χρησιμοποιεί ο παραπάνω λιμένας, επιτρέπει την άμεση πρόσβαση στα (πιο προσφάτως ενημερωμένα) δεδομένα για τις λειτουργίες του λιμένα. Γνωστοποιεί την θέση των σκαφών και παρέχει σε πραγματικό χρόνο πληροφορίες για τις παλίρροιες και την στάθμη του νερού χάρη στη σύνδεση με το διεθνές σύστημα αυτόματης αναγνώρισης (PORT TECHNOLOGY INTERNATIONAL TEAM, 2019).

Επίσης, αξιοποιεί τεχνολογίες όπως:

- Big data
- αισθητήρες κίνησης
- τεχνολογίας RFID
- κάμερες που μπορούν να διαβάσουν τις πινακίδες των οχημάτων

Τα παραπάνω συμμετέχουν στην διαδικασία παρακολούθησης και διαχείρισης των αφίξεων και αναχωρήσεων των φορτηγών (PORT TECHNOLOGY INTERNATIONAL TEAM, 2019).

Στόχος της ανταλλαγής πληροφοριών σε πραγματικό χρόνο μεταξύ των ενδιαφερόμενων (stakeholder) και του λιμένα είναι η αποφυγή της κυκλοφοριακής συμφόρησης στους τερματικούς σταθμούς των εμπορευματοκιβωτίων καθώς και τη μείωση του αποτύπωμα του άνθρακα (Docks The Future, 2019).

Η εφαρμογή **TruckingPORTal**: η επικοινωνία μεταξύ του λιμένα και των εταιριών μεταφοράς γίνεται μέσω της TruckingPORTal (Port of MONTREAL, 2021).

Η πλατφόρμα **MaerskIBMTradeLens**: χρησιμοποιεί Blockchain τεχνολογία. Στόχος της είναι η διευκόλυνση των εμπορευματικών μεταφορών καθώς και η μεγαλύτερη ασφάλεια των δεδομένων. Επίσης, η **TradeLens** χρησιμοποιεί συσκευές και

αισθητήρες του δικτύου των πραγμάτων για την αξιολόγηση της θερμοκρασία και του βάρους των εμπορευματοκιβωτίων (IBM, 2018).

Μια ακόμη ‘έξυπνη’ λειτουργία αποτελεί το μοντέλο **τριδιάστατης απεικόνισης του λιμένα** (PORT MONTREAL, 2020).

4.20 *Βανκούβερ*

Ο λιμένας του Βανκούβερ χρησιμοποιεί τα Big data για την επίλυση διαφόρων ζητημάτων στην αλυσίδα εφοδιασμού και για την εύρεση αποτελεσματικών προτύπων (RICHMOND NEWS, 2019).

PortDashboard: Περιλαμβάνει δεδομένα σε πραγματικό χρόνο για τους ενδιαφερόμενους, χρήστες του λιμένα και για την εφοδιαστική αλυσίδα. Μοιράζει τα δεδομένα για την αλυσίδα εφοδιασμού μέσω της εφαρμογής **eHub**, παρέχει δεδομένα GPS για τα φορτηγά (από τα GPS που έχουν τοποθετημένα στο ταμπλό τους), καθώς παρέχει ζωντανά τις ροές του λιμένα μέσω ζωντανής μετάδοσης (Port of Vancouver, 2021).

Ένα από τα τερματικά του λιμένα χρησιμοποιεί την τεχνολογία Blockchain μέσω της πλατφόρμας **TradeLens**. Η πλατφόρμα υλοποιήθηκε με στόχο την ελαχιστοποίηση των καθυστερήσεων αποστολής, την ψηφιοποίηση όλων των συναλλαγών και την διαφάνεια της διαδικασίας της αποστολής (Ledger Insights, 2019).

4.21 *Χάλιφαξ*

Ένας ακόμη λιμένας που χρησιμοποιεί την Blockchain τεχνολογία μέσω της πλατφόρμας **TradeLens**. Αποτελέσματα της χρήσης της παραπάνω πλατφόρμας είναι η βελτίωση του συστήματος παρακολούθησης των κοντέινερ για την διάθεση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο μέσω αυτοματοποιημένων ενημερώσεων και ειδοποιήσεων. Μέσω του **PortOperationsCenter** και της επίσημης ιστοσελίδας του λιμένα παρέχει πληροφορίες σε ολόκληρη την κοινότητα του (Port of Halifax, 2018).

Επιπλέον, πληροφορίες που παρέχει είναι:

- οι ενημερώσεις των δεδομένων σε πραγματικό χρόνο στις μετρήσεις του τερματικού της πύλης
- ο εβδομαδιαίος χρόνος παραμονής των φορτηγών στον λιμένα
- οι προβλέψεις για τον αέρα
- αφίξεις

- και αναχωρήσεις
(Port of Halifax, 2018)

Κεφάλαιο 5^ο

5 Μεθοδολογικό πλαίσιο

Η επισκόπηση της ενσωμάτωσης των έξυπνων λειτουργιών στη λιμενική βιομηχανία καθώς και τα πλαίσια αξιολόγησης των επιδόσεων των λιμένων που μελετήθηκαν, καθιστούν εξαιρετικά ενδιαφέρονσα τη σύνδεση των έξυπνων λειτουργιών με τους στόχους κάθε λιμένα. Όπως κατέστη σαφές, οι έξυπνες λειτουργίες μπορούν να εξυπηρετούν ταυτόχρονα διάφορες επιδιώξεις των λιμένων και να συνεισφέρουν πολλαπλώς στην ανάπτυξη τους. Επιπλέον διαθέτουν διαφορετικά χαρακτηριστικά σχετικά με το είδος της τεχνολογίας που ενσωματώνουν. Συνεπώς, αποτελεί πρόκληση η ταξινόμηση των διάφορων διαθέσιμων έξυπνων λειτουργιών με βάση τους στόχους που εξυπηρετούν και τη σχέση τους με την τεχνολογία και το παρόν μεθοδολογικό πλαίσιο κινείται προς αυτή την κατεύθυνση (βλ. Σχήμα 1).

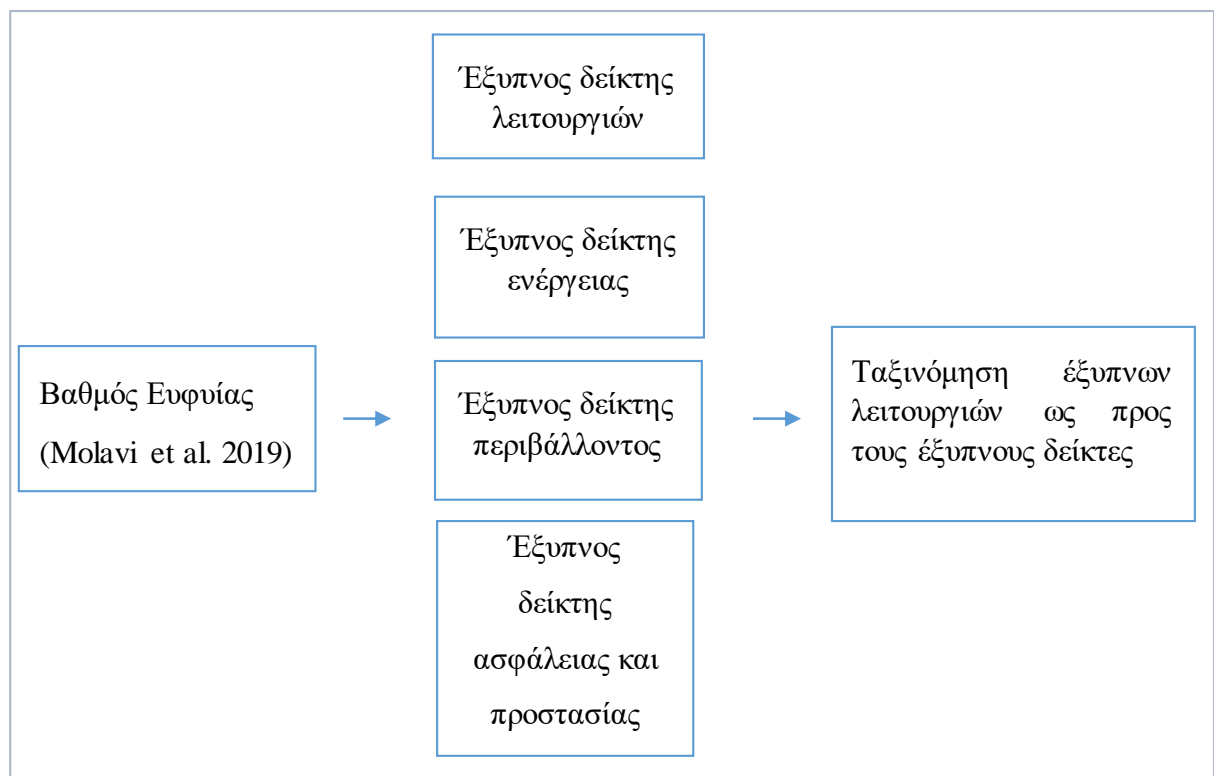
Σχήμα 1 Το μεθοδολογικό πλαίσιο της εργασίας



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

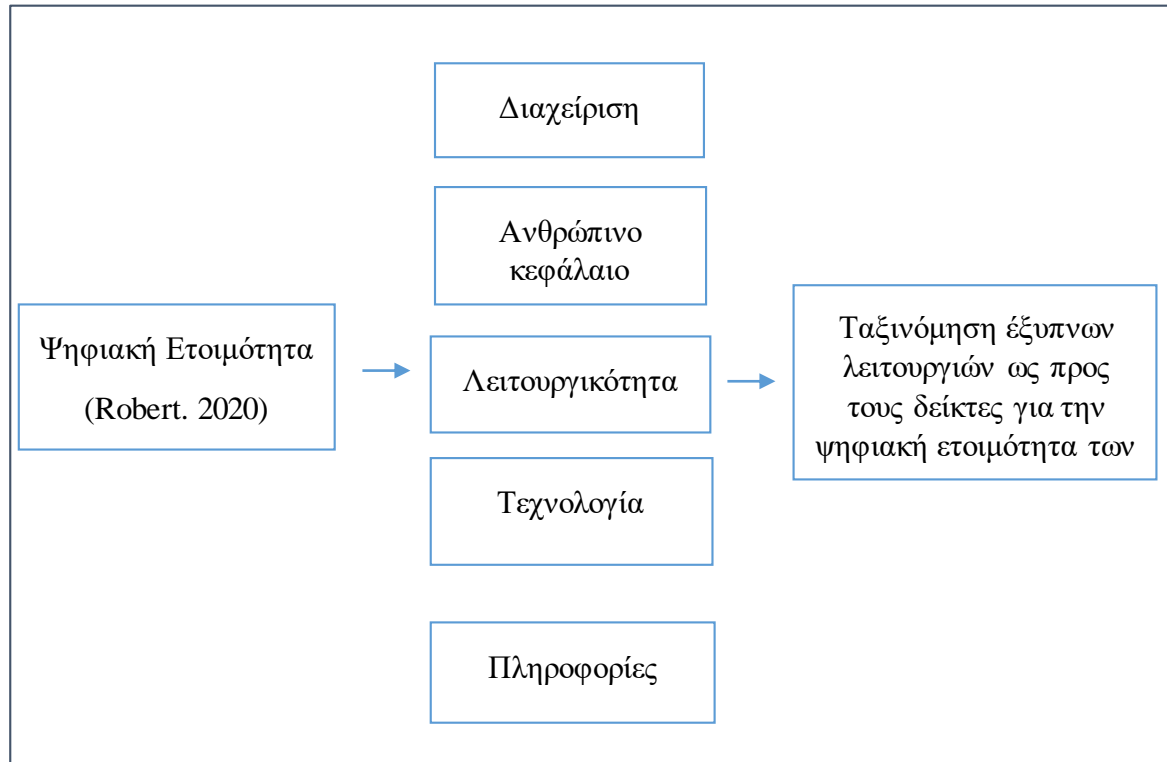
Για να καταστεί αυτό εφικτό, η παρούσα εργασία ξεκινά από την επεξεργασία των πλαισίων αξιολόγησης των λιμένων που αναλύθηκαν στο κεφάλαιο 3. Αρχικά χρησιμοποιείται και μια γενική ταξινόμηση των έξυπνων εφαρμογών σύμφωνα με τις διαστάσεις της βιωσιμότητας και πιο συγκεκριμένα της διαστάσεις της οικονομίας και της κοινωνίας, του περιβάλλοντος και της διακυβέρνησης (Stanković, Marjanović, Parathanasiou, & Drezgic, 2021). Στη συνέχεια, χρησιμοποιούνται τέσσερα πλαίσια αξιολόγησης που αναφέρονται στο Βαθμό Ευφύιας Molavi et al (2019), στην Ψηφιακή Ετοιμότητα Robert (2020), στην Ενσωμάτωση της Καινοτομίας Notteboom (2015) και στη Συνολική Βιωσιμότητα Portopia (2017) των λιμένων. Για κάθε ένα πλαίσιο χρησιμοποιούνται οι διαστάσεις που παρουσιάζονται κωδικοποιημένα στα Σχήματα 2-6.

Σχήμα 2 Βαθμός Ευφύιας (Molavi et al, 2019)



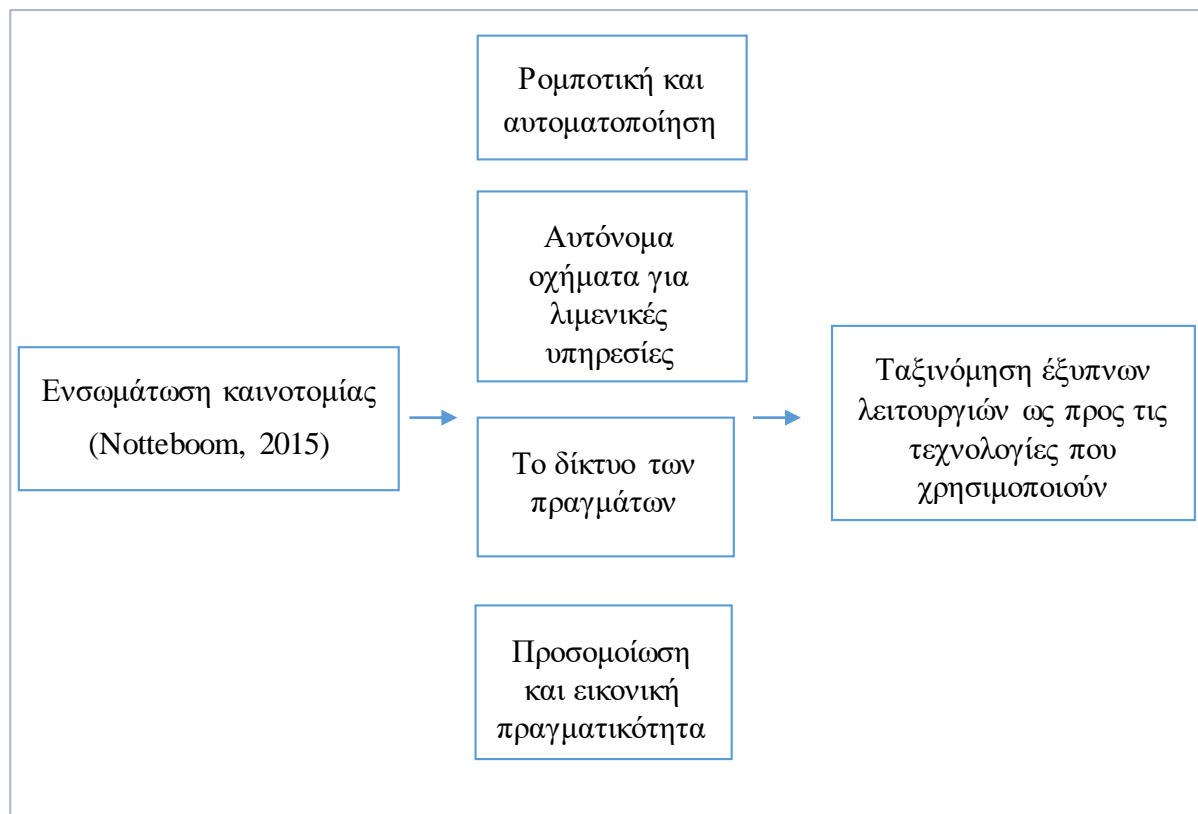
Πηγή: Ϊδία επεξεργασία

Σχήμα 3 Ψηφιακή Ετοιμότητα (Robert, 2020)



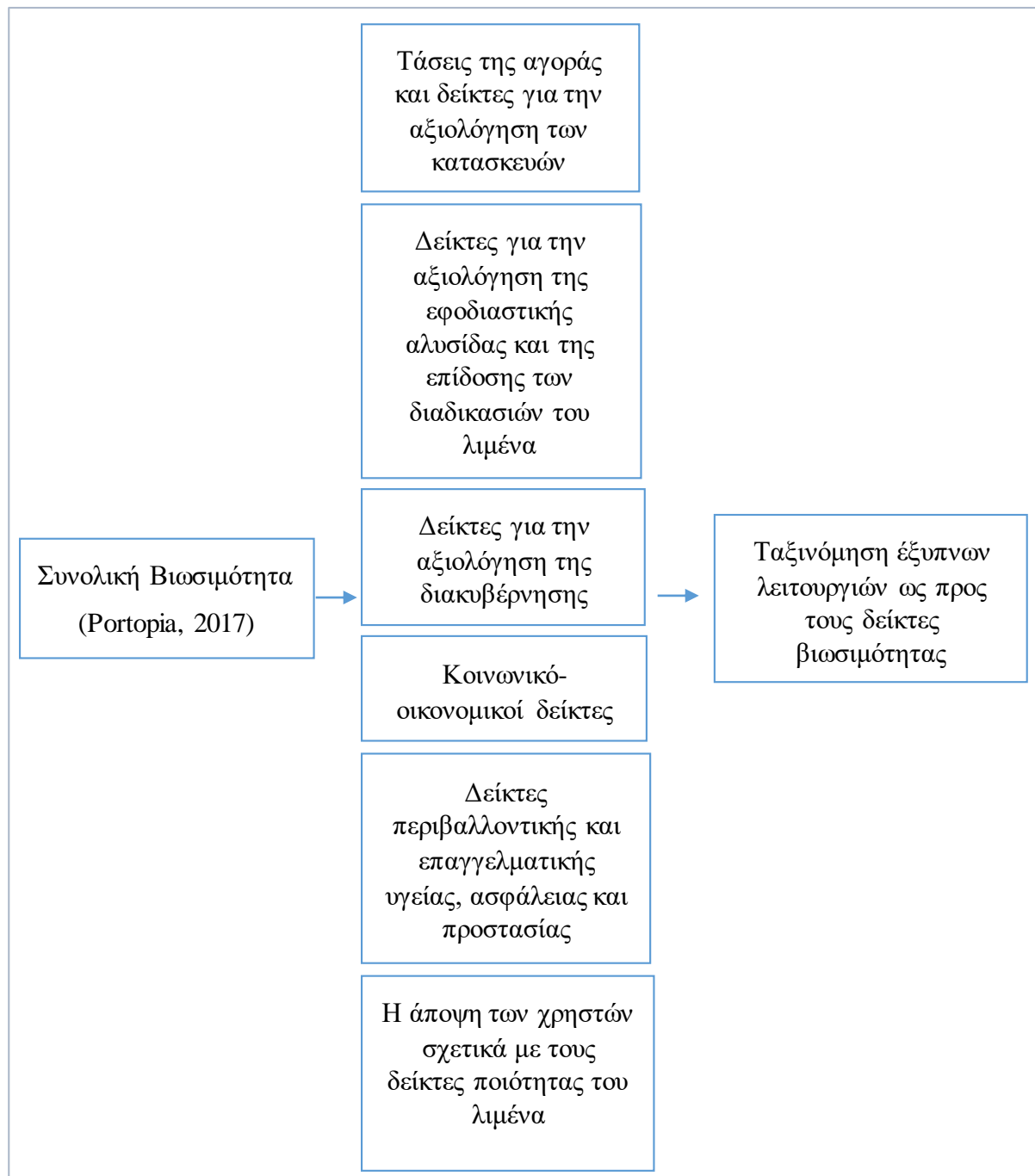
Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Σχήμα 4 Ενσωμάτωση καινοτομίας (Notteboom, 2015)

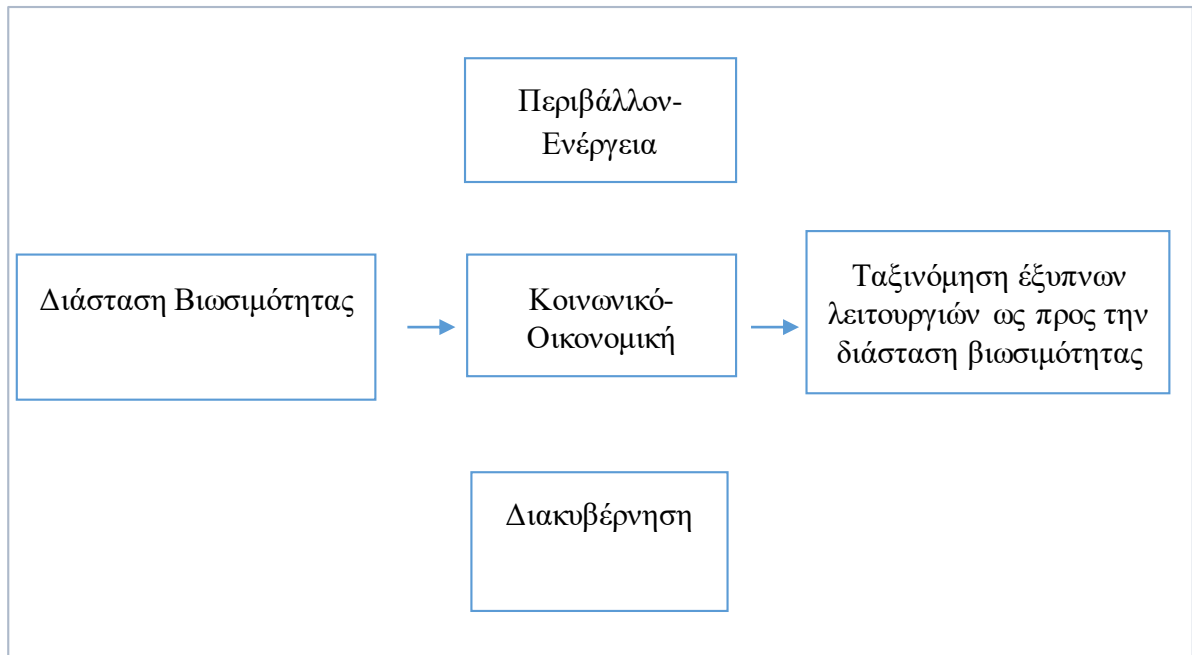


Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Σχήμα 5 Συνολική Βιωσιμότητα (Portoria, 2017)



Πηγή: Ιδία επεξεργασία



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Στη συνέχεια επιλέγεται ένα δείγμα λιμένων με σημαντικές επενδύσεις σε ψηφιακές τεχνολογίες και έξυπνες λειτουργίες. Η λίστα των λιμένων περιλαμβάνει τα 21 μεγαλύτερα λιμάνια με βάση τη διακίνηση εμπορευματοκιβωτίων (E/K) και το δείκτη TEU (Twenty-Foot Equivalent Unit) ο οποίος χρησιμοποιείται ως μονάδα μέτρησης των E/K (βλ Πίνακα 13). Καταγράφονται οι έξυπνες λειτουργίες και αναλύονται τα κυριότερα χαρακτηριστικά τους. Η καταγραφή γίνεται είτε από τις επίσημες ιστοσελίδες των λιμένων είτε από δημοσιευμένα άρθρα ή ηλεκτρονικές εφημερίδες. Πρέπει να σημειωθεί ότι η τελική επιλογή των έξυπνων λειτουργιών κάθε λιμένα πραγματοποιήθηκε με βάση τη διαθεσιμότητα πληροφοριών που επιτρέπουν την ταξινόμηση των λειτουργιών και στα τέσσερα πλαίσια. Σκοπός της ανάλυσης είναι να καταστεί δυνατή η ταξινόμηση των έξυπνων λειτουργιών στις κατηγορίες που περιλαμβάνουν τα πλαίσια αξιολόγησης που επιλέχθηκαν. Συνεπώς, κάθε έξυπνη λειτουργία λαμβάνει τέσσερις ταξινομήσεις -χαρακτηριστικά ανάλογα με το σκοπό κάθε πλαισίου αξιολόγησης. Με τον τρόπο αυτό αντιμετωπίζεται το 1^ο Ερευνητικό Ερώτημα της εργασίας καθώς οι έξυπνες λειτουργίες πλέον αποκτούν ιδιότητες που συσχετίζονται με τις αναπτυξιακές κατευθύνσεις των λιμένων ενώ ταυτόχρονα δημιουργείται μια βάση δεδομένων με πιθανές καλές πρακτικές κατηγοριοποιημένες βάσει προκαθορισμένων χαρακτηριστικών.

Πίνακας 13: Το δείγμα λιμένων της εργασίας

Λιμένας	Ήπειρος	TEU	Πηγή
Αμβούργο	Ευρώπη	8.700,000	(Service, 2019)
Βαλένθια		5.400,000	(valenciaport, 2021)
Αμβέρσα		12.000,000	(Knowler, 2021)
Βαρκελώνη		3.300,000	(Port de Barcelona, 2020)
Σεβίλλη		135,000	(Shipnext, 2021)
Λιβόρνο		789,833	(Statista, 2021)
Αλγεθίρας		5.107.873,00	(Algeciras Port, 2021)
Ρότερνταμ		14.800,000	(Container News, 2020)
Άμστερνταμ		108,270	(Port of Amsterdam, 2018)
Χιούστον	Αμερική	2.990,175	(Port of Hoyston, 2021)
Λος Άντζελες		8.560,882.35	(THE PORT OF LOS ANGELES , 2021)
Νέα Υόρκη και Νιου Τζέρσυ		7.585,819	(Port of New York and New Jersey, 2021)
Βανκούβερ		3.400,000	(Port of Vancouver, 2020)
Βιρτζίνια		2.900,000	(THE PORT OF VIRGINIA, 2020)
Μόντρεαλ		1.750,000	(Port of Montreal, 2019)
Έβεργκλεϊντς		1.053,078	(PORT EVERGLADES, 2019)
Λονγ Μπιτς		8.110,000	(Watkins, 2021)
Σαβάνια		4.599,172	(GEORGIA PORTS, 2021)
Σιατλ και Τακόμα		3.700,000	(Port Of Seattle, 2019)
Χάλιφαξ		546,691	(Port of Halifax, 2021)
Όκλαντ	Ωκεανία	2.500,000	(PORT OF OAKLAND, 2020)

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Η ταξινόμηση των λειτουργιών επιτρέπει και την επακόλουθη ταξινόμηση των λιμένων με βάση την έμφαση που δίνεται από κάθε λιμένα στις διάφορες κατηγορίες των

πλαισίων αξιολόγησης. Για να καταστεί αυτό εφικτό αθροίζονται οι έξυπνες λειτουργίες που αντιστοιχούν σε κάθε κατηγορία των πλαισίων αξιολόγησης και συνεπώς αξιολογείται ποσοτικά η κατεύθυνση κάθε λιμένα αναφορικά με την επένδυσή του στον τομέα των έξυπνων λειτουργιών. Με την ανάλυση αυτή καλύπτεται το 2^ο ερευνητικό Ερώτημα της εργασίας.

Το προτεινόμενο πλαίσιο συμβάλλει σημαντικά στην ενίσχυση των γνώσεων μας γύρω από τις σύγχρονες τεχνολογικές εξελίξεις στη λιμενική βιομηχανία και το πως αυτές χρησιμοποιούνται σε σχέση με την επίτευξη διαφόρων αναπτυξιακών στόχων. Η πρώτη συμβολή της εργασίας στη βιβλιογραφία είναι η αξιοποίηση κοινώς αποδεκτών πλαισίων αξιολόγησης των λιμένων για την ταξινόμηση των έξυπνων λειτουργιών. Χρησιμοποιώντας, μια από τα πάνω προς τα κάτω παραγωγική μέθοδο, η εργασία προσδίδει ιδιότητες στις έξυπνες λειτουργίες μέσω διαδομένων πλαισίων αξιολόγησης της λιμενικής βιβλιογραφίας. Οι ιδιότητες αυτές είναι εξαιρετικά χρήσιμες ώστε τα λιμάνια και οι αναπτυξιακοί φορείς να αντιληφθούν την κατεύθυνση των έξυπνων επενδύσεων στα λιμάνια ενδιαφέροντος. Αυτό καθιστά τις λιμενικές και άλλες διοικητικές αρχές ικανές να αξιολογήσουν τη συνάφεια των έξυπνων παρεμβάσεων με τους στόχους πολιτικής τους και να εντοπίσουν κενά και παραλείψεις.

Τέλος, η ταξινόμηση των έξυπνων λειτουργιών αποτελεί μια σημαντική βάση δεδομένων για λιμενικούς και διοικητικούς φορείς ώστε να αντλούν καλές πρακτικές σε σχέση με διάφορες παρεμβάσεις που μπορεί να προγραμματίζονται στο πλαίσιο στρατηγικής επίτευξης βιωσιμότητας ή και απλής τεχνολογικής αναβάθμισης.

Κεφάλαιο 6^ο

6.1 Ταξινόμηση των έξυπνων λειτουργιών με τα πλαίσια αξιολόγησης

Στο παρόν υποκεφάλαιο παρουσιάζονται αναλυτικά οι ταξινομήσεις των έξυπνων λειτουργιών ανά λιμένα και πλαίσιο.

6.1.1 Πίνακας 14: Αμβούργο

Κωδικός	Ονομασία έξυπνης λειτουργίας	Περιγραφή έξυπνης λειτουργίας	Πλαίσια Ταξινόμησης					
			Διάσταση βιωσιμότητας (Stankovi'c et al, 2021)	Ενσωμάτωση καινοτομίας (Notteboom, 2015)	Συνολική Βιωσιμότητα (Portoria, 2017)		Ψηφιακή Ετοιμότητα (Robert, 2020)	Βαθμός Ευφύας (Molavi et al, 2019)
					Βασική κατηγορία δείκτη	Υποκατηγορία		
1)	Σε πραγματικό χρόνο πλοήγηση	Αυτή η τεχνολογία διασφαλίζει ότι η κυκλοφορία στον λιμένα ρέει αποτελεσματικά και αυτός που την χρησιμοποιεί επωφελείται από	Κοινωνικό-Οικονομική	Το δίκτυο των πραγμάτων	Δείκτες για την αξιολόγηση της εφοδιαστικής αλυσίδας και της επίδοσης των διαδικασιών του λιμένα	-	Διαχείριση	Έξυπνος δείκτης λειτουργιών
			Περιβάλλον-Ενέργεια			Λειτουργικότητα		
						Τεχνολογία		

		πληροφορίες στάθμευσης και υποδομής, κλείσιμο των κινητών γεφυρών καθώς και τις τελευταίες πληροφορίες για σημαντικές λειτουργίες.						
2)	‘Ευφύης’ σιδηρόδρομος	Έχουν τοποθετηθεί κατά μήκος του σιδηρόδρομου του	Κοινωνικό- Οικονομική	Το δίκτυο των πραγμάτων	Δείκτες για την αξιολόγηση της εφοδιαστικής αλυσίδας και της επίδοσης	-	Διαχείριση	Έξυπνος δείκτης λειτουργιών

3)	Αισθητήρες πολλαπλών πληροφοριών μέσω κινητών συσκευών	Μέσω ενός αισθητήρα GPS για κινητές συσκευές θα παρέχονται ποικίλες πληροφορίες που θα αφορούν το λιμένα όπως η θερμοκρασία, η ταχύτητα και η κατεύθυνση του ανέμου, η ατμοσφαιρική ρύπανση και η ροή του Έλβα.	Περιβάλλον-Ενέργεια	Το δίκτυο των πραγμάτων	Δείκτες περιβαλλοντικής και επαγγελματικής υγείας, ασφάλειας και προστασίας	-	Διαχείριση Λειτουργικότητα Τεχνολογία	Έξυπνος δείκτης λειτουργιών
----	--	---	---------------------	-------------------------	---	---	---	-----------------------------

4)	‘Εξυπνη συντήρηση’	Μέσω κινητών συσκευών (π.χ. τάμπλετ) γίνεται η παρακολούθηση των υποδομών του λιμένα. Οι συσκευές στέλνουν αυτόματα τις μετρήσεις στο σύστημα πληροφορικής όπου γίνεται η επεξεργασία αποθήκευση και επεξεργασία	Κοινωνικό-Οικονομική	Το δίκτυο των πραγμάτων	Δείκτες για την αξιολόγηση της εφοδιαστικής αλυσίδας και της επίδοσης των διαδικασιών του λιμένα	-	Διαχείριση	Έξυπνος δείκτης λειτουργιών
			Διακυβέρνηση				Λειτουργικότητα	
							Τεχνολογία	

		των δεδομένων.						
5)	‘Εικονική αποθήκη’	Η συγκεκριμένη εφαρμογή επιτρέπει στον λιμένα να βελτιστοποιεί την κίνηση των κενών εμπορευματοκιβωτίων μεταξύ των εταιριών συσκευασίας μειώνοντας τα ταξίδια με άδεια	Κοινωνικό-Οικονομική	Προσομοίωση και εικονική πραγματικότητα	Δείκτες για την αξιολόγηση της εφοδιαστικής αλυσίδας και της επίδοσης των διαδικασιών του λιμένα	Χρόνος που δαπανάται στο λιμάνι	Διαχείριση	Έξυπνος δείκτης λειτουργιών
			Περιβάλλον-Ενέργεια				Λειτουργικότητα	
			Διακυβέρνηση				Τεχνολογία	

		εμπορευματ οκιβώτια.						
6)	Port Monitor	Το συγκεκριμέ νο λογισμικό ενημερώνει όλα τα ενδιαφερόμ ενα μέρη του λιμένα για δεδομένα όπως ηλεκτρονικέ ς κάρτες, θέσεις πλοίων, δεδομένα στάθμης νερού, κουκέτες, τρέχοντα εργοτάξια,	Κοινωνικό- Οικονομική	Το δίκτυο των πραγμάτων	Δείκτες για την αξιολόγηση της εφοδιαστικής αλυσίδας και της επίδοσης των διαδικασιών του λιμένα	-	Διαχείριση	Έξυπνος δείκτης λειτουργιών
			Διακυβέρνηση				Λειτουργικότη τα	
							Τεχνολογία	

		προγραμματισμένες καταδύσεις και ύψος και πλάτος γεφυρών.						
7)	Logistics	Η εφαρμογή smartPort επιτρέπει στα φορτηγά να κάνουν κράτηση θέσεων στάθμευσης εκ των προτέρων ή σε περίπτωση που δεν έχουν κάνει κράτηση εντοπίζουν τους κενούς εναπομείνα	Κοινωνικό-Οικονομική	Ρομποτική και αυτοματοποίηση	Δείκτες για την αξιολόγηση της εφοδιαστικής αλυσίδας και της επίδοσης των διαδικασιών του λιμένα	Χρόνος που δαπανάται στο λιμάνι	Διαχείριση	Έξυπνος δείκτης λειτουργιών
			Περιβάλλον - Ενέργεια				Λειτουργικότητα	
							Τεχνολογία	

		ντες χώρους.						
8)	Ηλεκτρονικ ή κινητικότητα	Ο λιμένας διερευνά τρόπους ενσωμάτωσης ηλεκτρονικών οχημάτων στις λειτουργίες του. Η κατασκευή υποδομής φόρτισης των οχημάτων βρίσκεται στο στάδιο της κατασκευής.	Περιβάλλον- Ενέργεια	Ρομποτική και αυτοματοποίηση	Δείκτες περιβαλλοντικής και επαγγελματικής υγείας, ασφάλειας και προστασίας	Υπηρεσίες προς την ναυτιλία	Τεχνολογία	Έξυπνος δείκτης ενέργειας
			Κοινωνικό- Οικονομική					

9)	Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας	Τροφοδοσία ενέργειας από την ξηρά που προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας	Περιβάλλον-Ενέργεια	Ρομποτική και αυτοματοποίηση	Δείκτες περιβαλλοντικής και επαγγελματικής υγείας, ασφάλειας και προστασίας	Υπηρεσίες προς την ναυτιλία	Τεχνολογία	Έξυπνος δείκτης ενέργειας
----	-----------------------------	--	---------------------	------------------------------	---	-----------------------------	------------	---------------------------

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

6.1.2 Πίνακας 15: Βαλένθια

Κωδικός	Όνομασία έξυπνης λειτουργίας	Περιγραφή έξυπνης λειτουργίας	Πλαίσια Ταξινόμησης					Ψηφιακή Ετοιμότητα (Robert, 2020)	Βαθμός Ευφύιας (Molavi et al, 2019)
			Διάσταση βιωσιμότητας (Stanković et al, 2021)	Ενσωμάτωση καινοτομίας (Notteboom, 2015)	Συνολική Βιωσιμότητα (Portoria, 2017)				
					Βασική κατηγορία δείκτη	Υποκατηγορία			
1)	Αυτοματοποιημένο τερματικό βαθέων υδάτων 'Μαύρα κουτιά'	Ο λιμένας εγκατέστησε 'μαύρα' κουτιά σε γεραμούς, βαγόνια, φορτηγά, περανοφόρα και ανυψωτικά οχήματα για να συλλέγει ποικιλία δεδομένων όπως η τοποθεσία τους ή τα επίπεδα κατανάλωσης ενέργειας. Στόχος τους είναι να βοηθήσουν το προσωπικό να μειώσει το χρόνο αδράνειας του. Επίσης, τα συγκεκριμένα δεδομένα αναλύονται σε πραγματικό χρόνο κάτι που δίνει τη δυνατότητα στο προσωπικό να εντοπίσει τα μη λειτουργικά	Κοινωνικό-Οικονομική	Προσομοίωση και εικονική πραγματικότητα	Δείκτες για την αξιολόγηση της εφοδιαστικής αλυσίδας και της επίδοσης των διαδικασιών του λιμένα		Διαχείριση	Δείκτης ασφάλειας και προστασίας	
			Διακυβέρνηση	Το δίκτυο των πραγμάτων			Λειτουργικότητα	Έξυπνος δείκτης λειτουργιών	
								Τεχνολογία	

		σημεία του λιμένα και να τα αντιμετωπίσει κατάλληλα ούτως ώστε να γίνου λειτουργικά.						
2)	‘Έξυπνο’ σύστημα φωτισμού	Εγκατάσταση ‘έξυπνου’ συστήματος φωτισμού που ανάβει με το που πλησιάσουν τα οχήματα, μειώνοντας έως και 80% την κατανάλωση της ενέργειας.	Περιβάλλον- Ενέργεια	Ρομποτική και αυτοματοποίηση	Δείκτες περιβαλλοντικής και επαγγελματικής υγείας, ασφάλειας και προστασίας	Δείκτες περιβαλλοντικής παρακολούθησης	Τεχνολογία	Έξυπνος δείκτης ενέργειας
			Κοινωνικό-Οικονομική					Έξυπνος δείκτης περιβάλλοντος

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

6.1.3 Πίνακας 16: Αμβέρσα

Κωδικός	Όνομασία έξυπνης λειτουργίας	Περιγραφή έξυπνης λειτουργίας	Πλαίσια Ταξινόμησης						
			Διάσταση βιωσιμότητας (Stankovi'c et al, 2021)	Ενσωμάτωση καινοτομίας (Notteboom, 2015)	Συνολική Βιωσιμότητα (Portoria, 2017)		Ψηφιακή Ετοιμότητα (Robert, 2020)	Βαθμός Ευφύας (Molavi et al, 2019)	
					Βασική κατηγορία δείκτη	Υποκατηγορία			
1)	Μη επανδρωμένα σκάφη	Ο λιμένας κατασκευάζει ένα δίκτυο που θα αποτελείται από μη επανδρωμένα σκάφη για παρακολούθηση του λιμένα. Λειτουργίες που θα επιβλέπουν αποτελούν: η επιθεώρηση της υποδομής, η διαχείριση συμβάντων, η διαχείριση των αγκυροβολιών και η ανίχνευση τυχών διαρροών πετρελαίου.	Κοινωνικό-Οικονομική	Αυτόνομα οχήματα για λιμενικές υπηρεσίες	Δείκτες για την αξιολόγηση της εφοδιαστικής αλυσίδας και της επίδοσης των διαδικασιών του λιμένα		Διαχείριση	Δείκτης ασφάλειας και προστασίας	
			Περιβάλλον-Ενέργεια				Λειτουργικότητα		Έξυπνος δείκτης λειτουργιών
							Τεχνολογία		

2)	‘Εξυπνες’ κάμερες	Πάνω από 600 κάμερες παρακολουθούν τον λιμένα της Αμβέρσας, αναγνωρίζοντας αντικείμενα μέσω της τεχνολογίας που χρησιμοποιούν οι υπολογιστές (computer vision). Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να διευκολύνει τον έλεγχο και την συντήρηση των γεφυρών, τον έλεγχο της αποβάθρας και γενικότερα του λιμένα. Επίσης, οι κάμερες έχουν την δυνατότητα να μετρήσουν την κίνηση των φορτιών.	Κοινωνικό-Οικονομική	Ρομποτική και αυτοματοποίηση	Δείκτες για την αξιολόγηση της εφοδιαστικής αλυσίδας και της επίδοσης των διαδικασιών του λιμένα		Διαχείριση	Δείκτης ασφάλειας και προστασίας
				Το δίκτυο των πραγμάτων			Λειτουργικότητα	Έξυπνος δείκτης λειτουργιών
							Τεχνολογία	
3)	NxtPort	Μέσω ενός συστήματος ανταλλαγής πληροφοριών προσπαθεί να συγκεντρώσει το επιχειρησιακό σχέδιο βελτίωσης του λιμένα. Για την ασφαλέστερη μεταφορά των	Διακυβέρνηση	Το δίκτυο των πραγμάτων	Δείκτες για την αξιολόγηση της διακυβέρνησης	Μία ισχυρή «Άδεια Λειτουργίας» για τις λιμενικές αρχές	Διαχείριση	Έξυπνος δείκτης περιβάλλοντος
							Οι λιμενικές αρχές είναι	Λειτουργικότητα

		δεδομένων , χρησιμοποιείται η τεχνολογία Blockchain.				σύμβουλοι και υποστηρικτές για την «μετάβαση» στην ενέργεια	Τεχνολογία	προστασί ας Έξυπνος δείκτης λειτουργι ών
--	--	--	--	--	--	---	------------	---

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

6.1.4 Πίνακας 17: Βαρκελώνη

Κωδικός	Όνομασία έξυπνης λειτουργία ς	Περιγραφή έξυπνης λειτουργίας	Διάσταση βιωσιμότητας (Stankovi'c et al, 2021)	Ενσωμάτωση καινοτομίας (Notteboom, 2015)	Πλαίσια Ταξινόμησης		Ψηφιακή Ετοιμότητα (Robert, 2020)	Βαθμός Ευφύιας (Molavi et al, 2019)
					Συνολική Βιωσιμότητα (Portoria, 2017)			
					Βασική κατηγορία δείκτη	Υποκατηγορ ία		
1)	Σύστημα εντοπισμού	Η εφαρμογή για τον εντοπισμό των εμπορευματοκιβωτίων επιτρέπει στους ιδιοκτήτες τους να παρακολουθούν ολόκληρη την διαδικασία αποστολής	Κοινωνικό- Οικονομική	Ρομποτική και αυτοματοποίη ση	Δείκτες για την αξιολόγηση της εφοδιαστικής αλυσίδας και της επίδοσης των	Χρόνος που δαπανάται στο λιμάνι	Διαχείριση Λειτουργικότ ητα	Δείκτης ασφάλειας και προστασίας

		(άφιξη του πλοίου, όταν το εμπορευματοκιβώτιο προσγειώνεται στο έδαφος, η επεξεργασία τους στα τελωνεία, η αναχώρηση από τον τερματικό σταθμό κ.α.)			διαδικασιών του λιμένα		Τεχνολογία	
2)	PortICTelematics	Η χρήση της πλατφόρμας PortICTelematics που συνδέεται με ολόκληρο το λιμάνι. Ουσιαστικά πρόκειται για ένα κέντρο ελέγχου που διαχειρίζεται όλες τις λειτουργίες του λιμένα που αφορούν το νερό (π.χ. αγκυροβόληση)	Διακυβέρνηση	Δίκτυο των πραγμάτων	Δείκτες για την αξιολόγηση της εφοδιαστικής αλυσίδας και της επίδοσης των διαδικασιών του λιμένα	-	Διαχείριση	Δείκτης ασφάλειας και προστασίας
					Δείκτες για την αξιολόγηση της διακυβέρνησης	-	Λειτουργικότητα	
							Τεχνολογία	

3)	Ecocalculat or	Ο Ecocalculator : ένα εργαλείο που θα επιτρέπει στους πελάτες να υπολογίζουν το οικολογικό αποτύπωμα των φορτίων τους	Περιβάλλον- Ενέργεια	Ρομποτική και αυτοματοποίηση	Δείκτες περιβαλλοντικής και επαγγελματικής υγείας, ασφάλειας και προστασίας	Δείκτες περιβαλλοντικής παρακολούθησης	Τεχνολογία	Έξυπνος δείκτης περιβάλλοντος
----	-------------------	---	-------------------------	------------------------------	---	--	------------	-------------------------------

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

6.1.5 Πίνακας 18: Σεβίλλη

Κωδικός	Όνομασία έξυπνης λειτουργίας	Περιγραφή έξυπνης λειτουργίας	Διάσταση βιωσιμότητας (Stanković et al, 2021)	Ενσωμάτωση καινοτομίας (Notteboom, 2015)	Πλαίσια Ταξινόμησης		Ψηφιακή Ετοιμότητα (Robert, 2020)	Βαθμός Ευφύιας (Molavi et al, 2019)
					Συνολική Βιωσιμότητα (Portoria, 2017)			
					Βασική κατηγορία δείκτη	Υποκατηγορία		
1)	Τεχνολογίες για τον εντοπισμό των κοντέινερ	Για τον εντοπισμό των κοντέινερ χρησιμοποιούνται τεχνολογίες όπως ετικέτες RFID, δορυφόροι και το Bluetooth.	Κοινωνικό-Οικονομική	Ρομποτική και αυτοματοποίηση	Δείκτες για την αξιολόγηση της εφοδιαστικής αλυσίδας και της επίδοσης των διαδικασιών του λιμένα	-	Διαχείριση	Δείκτης ασφάλειας και προστασίας
							Λειτουργικότητα	
							Τεχνολογία	
2)	Iot	Το λιμάνι της Σεβίλλης εφαρμόζει ένα σύστημα του δικτύου των πραγμάτων (IoT) για τον εντοπισμό των κοντέινερ και την διαχείριση της κίνησης του σιδηρόδρομου.	Κοινωνικό-Οικονομική	Δίκτυο των πραγμάτων	Δείκτες για την αξιολόγηση της εφοδιαστικής αλυσίδας και της επίδοσης των διαδικασιών του λιμένα	Χρόνος που δαπανάται στο λιμάνι	Διαχείριση	Δείκτης ασφάλειας και προστασίας
							Λειτουργικότητα	
							Τεχνολογία	

3)	TECNOPORT 2025	Εφαρμόζει ένα έξυπνο σύστημα πλοήγησης με στόχο την βελτιστοποίηση της κίνησης των πλοίων και το λιμενικών λειτουργιών. Στα παραπάνω δεδομένα περιέχονται περιβαλλοντικά δεδομένα (από τους αισθητήρες του eRio) καθώς και πληροφορίες για κάθε πλοίο μεμονωμένα.	Κοινωνικό-Οικονομική	Ρομποτική και αυτοματοποίηση	Δείκτες για την αξιολόγηση της εφοδιαστικής αλυσίδας και της επίδοσης των διαδικασιών του λιμένα	Χρόνος που δαπανάται στο λιμάνι	Διαχείριση	Έξυπνος δείκτης λειτουργιών
			Περιβάλλον-Ενέργεια				Λειτουργικότητα	
							Τεχνολογία	
4)	eRio (eRiver Information and Optimization)	Το eRio συλλέγει δεδομένα από ένα δίκτυο αισθητήρων που βρίσκονται κατά μήκος του ποταμού. Στα παραπάνω	Περιβάλλον-Ενέργεια	Δίκτυο των πραγμάτων	Δείκτες περιβαλλοντικής και επαγγελματικής υγείας, ασφάλειας	Δείκτες περιβαλλοντικής παρακολούθησης	Διαχείριση	Έξυπνος δείκτης περιβάλλοντος

		δεδομένα περιέχονται περιβαλλοντικά δεδομένα καθώς και πληροφορίες για κάθε πλοίο μεμονωμένα.			και προστασίας		Λειτουργικότητα	
							Τεχνολογία	

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

6.1.6 Πίνακας 19: Λιβόρνο

Κωδικός	Ονομασία έξυπνης λειτουργίας	Περιγραφή έξυπνης λειτουργίας	Διάσταση βιωσιμότητας (Stanković et al, 2021)	Ενσωμάτωση καινοτομίας (Notteboom, 2015)	Πλαίσια Ταξινόμησης		Ψηφιακή Ετοιμότητα (Robert, 2020)	Βαθμός Ευφύας (Molavi et al, 2019)
					Συνολική Βιωσιμότητα (Portoria, 2017)			
					Βασική κατηγορία δείκτη	Υποκατηγορία		
1)	Τεχνολογίες 5G	Το λιμάνι του Λιβόρνου έχει εφαρμόσει τεχνολογίες 5G και τεχνολογίες επαυξημένης πραγματικότητας	Διακυβέρνηση	Δίκτυο των πραγμάτων	Δείκτες περιβαλλοντικής ή και επαγγελματικής υγείας, ασφάλειας και προστασίας	Δείκτες περιβαλλοντικής ή παρακολούθησης	Διαχείριση	Έξυπνος δείκτης περιβάλλοντος

		για πιο αποτελεσματικές λειτουργίες φόρτωσης και εκφόρτωσης. Η εγκατάσταση 5G στις περιοχές του λιμένα και των τερματικών έχει επιτρέψει στον λιμένα να συνδέσει ένα σύνολο συσκευών του δικτύου των πραγμάτων (κάμερες HDR,LIDAR) στο cloud. Αυτές οι συσκευές εγκαταστάθηκαν σε περανοφόρα και άλλες υποδομές για τον εντοπισμό και την αναγνώριση αγαθών,		Προσομοίωση και εικονική πραγματικότητα	Δείκτες για την αξιολόγηση της εφοδιαστικής αλυσίδας και της επίδοσης των διαδικασιών του λιμένα	Χρόνος που δαπανάται στο λιμάνι (με βάση τη UNCTAD και τα δεδομένα θαλάσσιας κυκλοφορίας)	Λειτουργικότητα	Έξυπνος δείκτης λειτουργιών
			Κοινωνικό-Οικονομική		Δείκτες για την αξιολόγηση της διακυβέρνησης	-	Τεχνολογία	Δείκτης ασφάλειας και προστασίας

		<p>εργαζομένων, γερανών και των περανοφόρων.</p> <p>Αποτέλεσμα των εφαρμογών αυτών των τεχνολογιών είναι η αύξηση της απόδοσης του λιμένα μειώνοντας τον χρόνο διέλευσης των εμπορευμάτων αλλά και της μείωσης των ρύπων των πλοίων καθώς παραμένουν στο ρελαντί στον λιμένα λιγότερο χρόνο</p>						
--	--	---	--	--	--	--	--	--

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

6.1.7 Πίνακας 20: Ρότερνταμ

Κωδικός	Όνομασία έξυπνης λειτουργίας	Περιγραφή έξυπνης λειτουργίας	Πλαίσια Ταξινόμησης					
			Διάσταση βιωσιμότητας (Stanković et al, 2021)	Ενσωμάτωση καινοτομίας (Notteboom, 2015)	Συνολική Βιωσιμότητα (Portopia, 2017)		Ψηφιακή Ετοιμότητα (Robert, 2020)	Βαθμός Ευφύιας (Molavi et al, 2019)
					Βασική κατηγορία δείκτη	Υποκατηγορία		
1)	Portbase Port Community System	Η εφαρμογή IAmPort που προσφέρει πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο για τις τοποθεσίες των πλοίων και τα δρομολόγια στο λιμάνι.	Διακυβέρνηση	Το δίκτυο των πραγμάτων	Δείκτες για την αξιολόγηση της διακυβέρνησης	Παράγοντας-δείκτης είναι η τάση για την συνεχή ανάπτυξη συνεργίας μεταξύ των λιμενικών αρχών	Διαχείριση	Δείκτης ασφάλειας και προστασίας
			Κοινωνικό-Οικονομική		Δείκτες για την αξιολόγηση της εφοδιαστικής αλυσίδας και της επίδοσης των	-	Λειτουργικότητα Τεχνολογία	

					διαδικασιών του λιμένα			
2)	Distro Platform	Ο λιμένας διαθέτει ηλιακούς συλλέκτες στις στέγες των κτιρίων για την δέσμευση ηλιακής ενέργειας και για την χρήση της στις λειτουργίες του. Μέσω μια μπαταρίας η ηλιακή ενέργεια που δεσμεύεται, αποθηκεύεται. Η συγκεκριμένη πλατφόρμα προσφέρει τη δυνατότητα στους ενδιαφερόμενους του λιμένα να μειώσουν τα κόστη που προκύπτουν από την κατανάλωση ενέργειας. Αυτό επιτυγχάνεται με την βοήθεια της τεχνητής νοημοσύνης όπου παρέχει στους καταναλωτές, βάση υπολογισμών της	Διακυβέρνηση	Ρομποτική και αυτοματοποίηση	Δείκτες περιβαλλοντικής και επαγγελματικής υγείας, ασφάλειας και προστασίας	-	Διαχείριση	Έξυπνος δείκτης λειτουργιών
			Κοινωνικό-Οικονομική		Δείκτες για την αξιολόγηση της διακυβέρνησης	-	Λειτουργικότητα	Έξυπνος δείκτης ενέργειας
			Περιβάλλον-Ενέργεια			Τεχνολογία		

		πλατφόρμας, τις ποσότητες ενέργειας που χρειάζονται. Σε περίπτωση που ο καταναλωτής έχει δεσμεύσει περισσότερη ενέργεια από ότι χρειαζόταν, είναι ικανός να την πουλήσει σε κάποιον άλλο χρήστη. Οι συναλλαγές αυτές γίνονται μέσω της τεχνολογίας Blockchain, για περισσότερη ασφάλεια						
3)	Free Pin	Ένα ακόμη πιλοτικό πρόγραμμα που βρίσκεται υπό δοκιμή είναι η κατάργηση του PIN για τις διαδικασίες που αφορούν την διαχείριση (π.χ. αποθήκευση, διανομή κ.α.) των εμπορευματοκιβωτίων.	Διακυβέρνηση	Ρομποτική και αυτοματοποίηση	Δείκτες για την αξιολόγηση της εφοδιαστικής αλυσίδας και της επίδοσης των	Χρόνος που δαπανάται στο λιμάνι	Διαχείριση Λειτουργικότητα	Έξυπνος δείκτης λειτουργιών Δείκτης ασφάλειας και προστασίας

		Η παραπάνω διαχείριση που αφορά διαφόρους εταίρους (π.χ. διαχειριστές τερματικών, εταιρίες αποθήκευσης κ.α.) θα επιτυγχάνεται μέσω μια εφαρμογής που θα βασίζεται στην τεχνολογία Blockchain	Κοινωνικό-Οικονομική		διαδικασιών του λιμένα		Τεχνολογία	
4)	Έξυπνοι αισθητήρες	Το λιμάνι του Ρότερνταμ ανέπτυξε έναν κεντρικό πίνακα που θα επιτρέπει να συλλέγει δεδομένα σε	Κοινωνικό-Οικονομική	Το δίκτυο των πραγμάτων	Δείκτες για την αξιολόγηση της εφοδιαστική	Χρόνος που δαπανάται στο λιμάνι	Διαχείριση	Δείκτης ασφάλειας και προστασίας

		πραγματικό χρόνο από έξυπνους αισθητήρες. Οι συγκεκριμένοι αισθητήρες εγκαταστάθηκαν σε μήκος σαράντα δύο χιλιομέτρων σε τοίχους, δρόμους και στύλους πρόσδεσης των πλοίων. Στόχος τους είναι η μείωση των χρόνων αναμονής, για τον καθορισμό των βέλτιστων χρόνων για την αποβίβαση των πλοίων, την φόρτωση και την εκφόρτωση και για την είσοδο περισσότερων πλοίων στον λιμένα	Περιβάλλον- Ενέργεια		ς αλυσίδας και της επίδοσης των διαδικασιών του λιμένα		Λειτουργικότητα	Έξυπνος δείκτης λειτουργιών
							Τεχνολογία	
5)	‘Έξυπνη’ πρόσδεση των πλοίων	Η συγκεκριμένη πλατφόρμα επιτρέπει τους χρήστες του λιμένα να έχουν πρόσβαση σε μια	Κοινωνικό-Οικονομική	Ρομποτική και αυτοματοποίηση	Δείκτες για την αξιολόγηση της εφοδιαστική	Χρόνος που δαπανάται στο λιμάνι	Διαχείριση	Έξυπνος δείκτης λειτουργιών

		<p>πληθώρα δεδομένων σε πραγματικό χρόνο μέσω των αισθητήρων που είναι τοποθετημένοι. Στόχος της είναι η μείωση των χρόνων αναμονής, η διαμόρφωση βέλτιστων χρόνων για την αποβίβαση των πλοίων, την φόρτωση και την εκφόρτωση αυτών αλλά και για την είσοδο περισσότερων στον λιμένα</p>		<p>Το δίκτυο των πραγμάτων</p>	<p>ς αλυσίδας και της επίδοσης των διαδικασιών του λιμένα</p>		<p>Λειτουργικότητα</p>	
							<p>Τεχνολογία</p>	
6)	PortXchange Platform	<p>Η συγκεκριμένη πλατφόρμα επιτρέπει τους χρήστες του λιμένα να έχουν πρόσβαση σε μια πληθώρα δεδομένων(σε πραγματικό χρόνο τα δεδομένα) μέσω των αισθητήρων που είναι</p>	<p>Κοινωνικό-Οικονομική</p>	<p>Το δίκτυο των πραγμάτων</p>	<p>Δείκτες για την αξιολόγηση της εφοδιαστικής αλυσίδας και της επίδοσης των</p>	<p>Χρόνος που δαπανάται στο λιμάνι</p>	<p>Διαχείριση</p>	<p>Έξυπνος δείκτης λειτουργιών</p>

		τοποθετημένοι. Στόχος της είναι η μείωση των χρόνων αναμονής, η διαμόρφωση βέλτιστων χρόνων για την αποβίβαση των πλοίων, την φόρτωση και την εκφόρτωση αυτών αλλά και για την είσοδο περισσότερων στον λιμένα			διαδικασιών του λιμένα			
			Περιβάλλον- Ενέργεια		Δείκτες για την αξιολόγηση της διακυβέρνησης	-	Λειτουργικότητα	
			Διακυβέρνηση				Τεχνολογία	

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

6.1.8 Πίνακας 21: Άμστερνταμ

Κωδικός	Όνομασία έξυπνης λειτουργίας	Περιγραφή έξυπνης λειτουργίας	Πλαίσια Ταξινόμησης					
			Διάσταση βιωσιμότητας (Stanković et al, 2021)	Ενσωμάτωση καινοτομίας (Notteboom, 2015)	Συνολική Βιωσιμότητα (Portopia, 2017)		Ψηφιακή Ετοιμότητα (Robert, 2020)	Βαθμός Ευφύιας (Molavi et al, 2019)
					Βασική κατηγορία δείκτη	Υποκατηγορία		
1)	IAmPort	Η εφαρμογή IAmPort που προσφέρει πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο για τις τοποθεσίες των πλοίων και τα δρομολόγια στο λιμάνι.	Κοινωνικό-Οικονομική	Το δίκτυο των πραγμάτων	Δείκτες για την αξιολόγηση της εφοδιαστικής αλυσίδας και της επίδοσης των διαδικασιών του λιμένα	Χρόνος που δαπανάται στο λιμάνι	Διαχείριση	Δείκτης ασφάλειας και προστασίας
			Περιβάλλον-Ενέργεια				Λειτουργικότητα	Έξυπνος δείκτης λειτουργιών
2)	Portdata	Η εφαρμογή PortData παρέχει πληροφορίες για το ιστορικό των μεταφορών φορτίου για	Διακυβέρνηση	Δίκτυο των πραγμάτων	Δείκτες για την αξιολόγηση της	Μία ισχυρή «Άδεια Λειτουργίας» για τις	Διαχείριση	Δείκτης ασφάλειας και προστασίας

		έντεκα λιμένες, με σκοπό την προώθηση της ιδέας ανταλλαγής των δεδομένων.			διακυβέρνηση	λιμενικές αρχές	Λειτουργικότητα	Έξυπνος δείκτης λειτουργιών
							Τεχνολογία	

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

6.1.9 Πίνακας 22: Χιούστον

Κωδικός	Όνομασία έξυπνης λειτουργίας	Περιγραφή έξυπνης λειτουργίας	Διάσταση βιωσιμότητας (Stankovi'c et al, 2021)	Ενσωμάτωση καινοτομίας (Notteboom, 2015)	Πλαίσια Ταξινόμησης			Βαθμός Ευφύας (Molavi et al, 2019)
					Συνολική Βιωσιμότητα (Portoria, 2017)		Ψηφιακή Ετοιμότητα (Robert, 2020)	
					Βασική κατηγορία δείκτη	Υποκατηγορία		
1)	Bayport	<p>Το συγκεκριμένο λιμάνι διαθέτει τον τερματικό σταθμό Bayport που είναι από τους πιο περιβαλλοντικά 'ευαίσθητους' και σύγχρονους τερματικούς σταθμούς.</p> <p>Το συγκεκριμένο τερματικό διαθέτει δυνατότητες ηλεκτρονικής ανταλλαγής δεδομένων συμπεριλαμβανομένων των ηλεκτρικών</p>	Κοινωνικό-Οικονομική	Ρομποτική και αυτοματοποίηση	Δείκτες για την αξιολόγηση της εφοδιαστικής αλυσίδας και της επίδοσης των διαδικασιών του λιμένα	Χρόνος που δαπανάται στο λιμάνι	Διαχείριση	Δείκτης ασφάλειας και προστασίας
			Διακυβέρνηση		Δείκτες για την αξιολόγηση της διακυβέρνησης	Δείκτες για την αξιολόγηση της διακυβέρνησης		

		<p>συστημάτων ελέγχου απογραφής. Έτσι επιτυγχάνεται η παρακολούθηση της θέσης των εμπορευματοκιβωτίων μεμονωμένα</p>						Τεχνολογία	
--	--	--	--	--	--	--	--	------------	--

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

6.1.10 Πίνακας 23: Λογ Αντζελες

Κωδικός	Όνομασία έξυπνης λειτουργίας	Περιγραφή έξυπνης λειτουργίας	Διάσταση βιωσιμότητας (Stanković et al, 2021)	Ενσωμάτωση καινοτομίας (Notteboom, 2015)	Πλαίσια Ταξινόμησης		Ψηφιακή Ετοιμότητα (Robert,2020)	Βαθμός Ευφύας (Molavi et al, 2019)
					Συνολική Βιωσιμότητα (Portoria, 2017)			
					Βασική κατηγορία δείκτη	Υποκατηγορία		
1)	Port Optimizer	Χρησιμοποιεί το λογισμικό Port Optimizer που βασίζεται σε cloud βάση. Παρέχει ασφαλή ψηφιοποίηση των δεδομένων, παρέχοντας πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο. Επίσης, βοηθά στην πρόσβαση των ανθρώπων με τους πόρους του λιμένα, προβλέπει και αντιμετωπίζει τις μεταβαλλόμενες συνθήκες και ενισχύει την επικοινωνία μεταξύ διαφορετικών ενδιαφερόμενων (stakeholders). Αυτό	Διακυβέρνηση	Το δίκτυο των πραγμάτων	Δείκτες για την αξιολόγηση της διακυβέρνησης	Παράγοντας-δείκτης είναι η τάση για την συνεχή ανάπτυξη συνεργίας μεταξύ των λιμενικών αρχών	Διαχείριση	Δείκτης ασφάλειας και προστασίας
					Δείκτες για την αξιολόγηση της εφοδιαστικής αλυσίδας και της επίδοσης των διαδικασιών του λιμένα	-	Λειτουργικότητα Τεχνολογία	

		έχει ως αποτέλεσμα την καλύτερη χρήση των δεδομένων και την υψηλότερη αποτελεσματικότητα στην διαδικασία παράδοσης.						
2)	Blockchain	Χρήση της τεχνολογίας Blockchain που θα εφαρμόζεται σε έναν οδικό χάρτη και θα κάνει τις αλυσίδες εφοδιασμού πιο ασφαλείς και αποτελεσματικές με την χρήση τεχνολογιών κατανεμημένου καθολικού.	Διακυβέρνηση	Το δίκτυο των πραγμάτων	Δείκτες για την αξιολόγηση της εφοδιαστικής αλυσίδας και της επίδοσης των διαδικασιών του λιμένα	-	Διαχείριση	Δείκτης ασφάλειας και προστασίας
					Δείκτες για την αξιολόγηση της διακυβέρνησης	-	Λειτουργικότητα	
							Τεχνολογία	

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

6.1.11 Πίνακας 24: Νέα Υόρκη και Νιου Τζέρσυ

Κωδικός	Όνομασία έξυπνης λειτουργίας	Περιγραφή έξυπνης λειτουργίας	Διάσταση βιωσιμότητας (Stanković et al, 2021)	Ενσωμάτωση καινοτομίας (Notteboom, 2015)	Πλαίσια Ταξινόμησης		Ψηφιακή Ετοιμότητα (Robert, 2020)	Βαθμός Ευφύας (Molavi et al, 2019)
					Συνολική Βιωσιμότητα (Portopia, 2017)			
					Βασική κατηγορία δείκτη	Υποκατηγορία		
1)	PortTruckPass	Διαθέτουν τον ιστότοπο PortTruckPass για την κοινή χρήση δεδομένων μεταξύ λιμένων, φορτηγών και πλοίων. Ο συνδυασμός της RFID τεχνολογίας και μιας ενοποιημένης πύλης δεδομένων επιτρέπουν σε όλα τα ενδιαφερόμενα μέρη να έχουν πρόσβαση σε πιο ακριβή δεδομένα όσον αφορά των χρόνο (realtimedata)	Διακυβέρνηση	Το δίκτυο των πραγμάτων	Δείκτες για την αξιολόγηση της διακυβέρνησης	Παράγοντας-δείκτης είναι η τάση για την συνεχή ανάπτυξη συνεργίας μεταξύ των λιμενικών αρχών	Διαχείριση	Δείκτης ασφάλειας και προστασίας
					Δείκτες για την αξιολόγηση της εφοδιαστικής αλυσίδας και της επίδοσης των διαδικασιών του λιμένα		Λειτουργικότητα	
						Τεχνολογία		

2)	Blockchain	Τρία τερματικά χρησιμοποιούν τεχνολογία Blockchain για μεγαλύτερη παροχή ασφάλειας στην εφοδιαστική αλυσίδα συμπεριλαμβανομένου των θαλάσσιων μεταφορών, των σιδηροδρομικών καθώς και των ιδιωτικών φορτίων. Παρέχει πληροφορίες για την αλυσίδα εφοδιασμού, διευκολύνει την ανταλλαγή δεδομένων καθώς και βελτιώνει την εμπορικές ροές.	Διακυβέρνηση	Το δίκτυο των πραγμάτων	Δείκτες για την αξιολόγηση της διακυβέρνησης	Παράγοντας-δείκτης είναι η τάση για την συνεχή ανάπτυξη συνεργίας μεταξύ των λιμενικών αρχών	Διαχείριση	Δείκτης ασφάλειας και προστασίας
					Δείκτες για την αξιολόγηση της εφοδιαστικής αλυσίδας και της επίδοσης των διαδικασιών του λιμένα	Χρόνος που δαπανάται στο λιμάνι	Λειτουργικότητα Τεχνολογία	Έξυπνος δείκτης λειτουργιών

3)	RFID transporters and weight in motion	Χρησιμοποιούν RFID transporters για την αναγνώριση οπτικών χαρακτήρων και το σύστημα 'ζύγιση εν κινήσει' (weight in motion) για την αυτόματη αναγνώριση των αριθμών των εμπορευματοκιβωτίων καθώς και για την αναγνώριση και τον εντοπισμό των φορτηγών.	Κοινωνικό-Οικονομική	Το δίκτυο των πραγμάτων	Δείκτες για την αξιολόγηση της εφοδιαστικής αλυσίδας και της επίδοσης των διαδικασιών του λιμένα	Χρόνος που δαπανάται στο λιμάνι	Διαχείριση	Δείκτης ασφάλειας και προστασίας
							Λειτουργικότητα	Έξυπνος δείκτης λειτουργιών
							Τεχνολογία	

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

6.1.12 Πίνακας 25: Βανκούβερ

Κωδικός	Όνομασία έξυπνης λειτουργίας	Περιγραφή έξυπνης λειτουργίας	Διάσταση βιωσιμότητας (Stanković et al, 2021)	Ενσωμάτωση καινοτομίας (Notteboom, 2015)	Πλαίσια Ταξινόμησης		Ψηφιακή Ετοιμότητα (Robert, 2020)	Βαθμός Ευφύας (Molavi et al, 2019)
					Συνολική Βιωσιμότητα (Portoria, 2017)			
					Βασική κατηγορία δείκτη	Υποκατηγορία		
1)	Trade Lens	Ένα από τα τερματικά χρησιμοποιεί τεχνολογία Blockchain (είναι μέρος της Trade Lens). Η πλατφόρμα υλοποιήθηκε με στόχο την ελαχιστοποίηση των καθυστερήσεων αποστολής, την ψηφιοποίηση όλων των συναλλαγών και την διαφάνεια της διαδικασίας της αποστολής.	Διακυβέρνηση	Το δίκτυο των πραγμάτων	Δείκτες για την αξιολόγηση της διακυβέρνησης	Παράγοντας -δείκτης είναι η τάση για την συνεχή ανάπτυξη συνεργίας μεταξύ των λιμενικών αρχών	Διαχείριση	Δείκτης ασφάλειας και προστασίας
					Δείκτες για την αξιολόγηση της εφοδιαστικής αλυσίδας και της επίδοσης των διαδικασιών του λιμένα	-	Λειτουργικότητα Τεχνολογία	

2)	PortDashboard	Περιλαμβάνει δεδομένα σε πραγματικό χρόνο για τους ενδιαφερόμενους (stakeholders), χρήστες του λιμένα και για την εφοδιαστική αλυσίδα. Μοιράζει τα δεδομένα για την αλυσίδα εφοδιασμού μέσω της εφαρμογής eHub, παρέχει δεδομένα GPS για τα φορτηγά από τα GPS που έχουν τοποθετημένα στο ταμπλό τους, καθώς παρέχει ζωντανά τις ροές του λιμένα μέσω της ζωντανής μετάδοσης.	Διακυβέρνηση	Το δίκτυο των πραγμάτων	Δείκτες για την αξιολόγηση της διακυβέρνησης	Παράγοντας -δείκτης είναι η τάση για την συνεχή ανάπτυξη συνεργίας μεταξύ των λιμενικών αρχών	Διαχείριση	Δείκτης ασφάλειας και προστασίας
					Δείκτες για την αξιολόγηση της εφοδιαστικής αλυσίδας και της επίδοσης των διαδικασιών του λιμένα	Χρόνος που δαπανάται στο λιμάνι	Λειτουργικότητα	Έξυπνος δείκτης λειτουργιών
					Δείκτες περιβαλλοντικής και επαγγελματικής υγείας, ασφάλειας και προστασίας	-	Τεχνολογία	Έξυπνος δείκτης περιβάλλοντος

3)	Bigdata	Χρήση των big data για την επίλυση διαφόρων ζητημάτων στην αλυσίδα εφοδιασμού και για την εύρεση αποτελεσματικών προτύπων.	Κοινωνικό-Οικονομική	Το δίκτυο των πραγμάτων	Δείκτες για την αξιολόγηση της εφοδιαστικής αλυσίδας και της επίδοσης των διαδικασιών του λιμένα	-	Διαχείριση	Δείκτης ασφάλειας και προστασίας
				Προσομοίωση και εικονική πραγματικότητα			Λειτουργικότητα	Έξυπνος δείκτης λειτουργιών
							Τεχνολογία	

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

6.1.13 Πίνακας 26: Βιρτζίνια

Κωδικός	Όνομασία έξυπνης λειτουργίας	Περιγραφή έξυπνης λειτουργίας	Πλαίσια Ταξινόμησης					
			Διάσταση βιωσιμότητας (Stankovi'c et al, 2021)	Ενσωμάτωση καινοτομίας (Notteboom, 2015)	Συνολική Βιωσιμότητα (Portoria, 2017)		Ψηφιακή Ετοιμότητα (Robert, 2020)	Βαθμός Ευφύας (Molavi et al, 2019)
					Βασική κατηγορία δείκτη	Υποκατηγορία		
1)	Αυτοματοποιημένο σύστημα για τις κρατήσεις των φορτηγών	Χρησιμοποιεί ένα αυτοματοποιημένο σύστημα για τις κρατήσεις των φορτηγών που επιτρέπει την αύξηση της παραγωγικότητας στο έδαφος, την ομαλή ροή των φορτηγών στους τερματικούς σταθμούς καθ'	Κοινωνικό-Οικονομική	Ρομποτική και αυτοματοποίηση	Δείκτες για την αξιολόγηση της εφοδιαστικής αλυσίδας και της επίδοσης των διαδικασιών του λιμένα	Χρόνος που δαπανάται στο λιμάνι	Διαχείριση	Έξυπνος δείκτης λειτουργιών
							Λειτουργικότητα	

		<p>όλη την διάρκεια της ημέρας και την επίτευξη ρεκόρ στροφών, των τερματικών σταθμών, στο λιμάνι. Επίσης, απαιτούνταν από ορισμένους οδηγούς να επιλέξουν τον χρόνο που θα εισέλθουν στο λιμάνι, με αποτέλεσμα την μείωση του χρόνου στροφής στα τερματικά.</p>	<p>Περιβάλλον-Ενέργεια</p>				<p>Τεχνολογία</p>	
<p>2)</p>	<p>Automated Work Flow Data Model</p>	<p>Το πρότζεκτ Automated Work Flow Data Model: Περιλαμβάνει μια ριζική καινοτομία της τεχνολογίας RFID που χρησιμοποιήθηκε</p>	<p>Διακυβέρνηση</p>	<p>Ρομποτική και αυτοματοποίηση</p>	<p>Δείκτες για την αξιολόγηση της εφοδιαστικής αλυσίδας και της επίδοσης</p>	<p>-</p>	<p>Τεχνολογία</p>	<p>Έξυπνος δείκτης λειτουργιών</p>

		στο Norfolk International Terminal και στο Virginia International Gateway. Εκσυγχρονίζει ολόκληρη την υποδομή δεδομένων η οποία βασίζεται πλέον σε cloud βάση. Αυτή η αλλαγή βελτιώνει περαιτέρω την αποτελεσματικότητά των τερματικών, μειώνοντας την κυκλοφοριακή συμφόρηση και προβλέποντας πιθανά προβλήματα.			των διαδικασιών του λιμένα			
			Περιβάλλον-Ενέργεια	Το δίκτυο των πραγμάτων	Δείκτες περιβαλλοντικής και επαγγελματικής υγείας, ασφάλειας και προστασίας	-		
			Κοινωνικό-Οικονομική		Δείκτες για την αξιολόγηση της διακυβέρνησης	-		

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

6.1.14 Πίνακας 27: Μόντρεαλ

Κωδικός	Όνομασία έξυπνης λειτουργίας	Περιγραφή έξυπνης λειτουργίας	Πλαίσια Ταξινόμησης					
			Διάσταση Βιωσιμότητας (Stankovi'c et al, 2021)	Ενσωμάτωση καινοτομίας (Notteboom, 2015)	Συνολική Βιωσιμότητα (Portoria, 2017)		Ψηφιακή Ετοιμότητα (Robert, 2020)	Βαθμός Ευφύας (Molavi et al, 2019)
					Βασική κατηγορία δείκτη	Υποκατηγορία		
1)	MARINFO	Η διαδικτυακή πύλη MARINFO επιτρέπει την άμεση πρόσβαση στα πιο προσφάτως ενημερωμένα δεδομένα για τις λειτουργίες του λιμένα. Γνωστοποιεί την θέση των σκαφών και παρέχει σε πραγματικό χρόνο πληροφορίες για τις παλίρροιες	Διακυβέρνηση	Το δίκτυο των πραγμάτων	Δείκτες για την αξιολόγηση της διακυβέρνησης	Παράγοντας-δείκτης είναι η τάση για την συνεχή ανάπτυξη συνεργίας μεταξύ των λιμενικών αρχών	Διαχείριση	Δείκτης ασφάλειας και προστασίας
			Κοινωνικό-Οικονομική		Δείκτες για την αξιολόγηση της εφοδιαστικής αλυσίδας και της επίδοσης των διαδικασιών του λιμένα	Χρόνος που δαπανάται στο λιμάνι	Λειτουργικότητα	Έξυπνος δείκτης λειτουργιών

		και την στάθμη του νερού χάρη στη σύνδεση με το διεθνές σύστημα αυτόματης αναγνώρισης. Η ανταλλαγή πληροφοριών σε πραγματικό χρόνο μεταξύ των ενδιαφερόμενων και του λιμένα αποσκοπεί στην αποφυγή της κυκλοφοριακής συμφόρησης στους τερματικούς σταθμούς των εμπορευματοκιβωτίων καθώς και τη μείωση του αποτύπωμα του άνθρακα	Περιβάλλον- Ενέργεια		Δείκτες περιβαλλοντικής και επαγγελματικής υγείας, ασφάλειας και προστασίας	Δείκτες περιβαλλοντικής παρακολούθησης	Τεχνολογία	Έξυπνος δείκτης περιβάλλοντος
--	--	---	-------------------------	--	---	--	------------	-------------------------------

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

6.1.15 Πίνακας 28: Έβεργκλεϊντς

Κωδικός	Όνομασία έξυπνης λειτουργίας	Περιγραφή έξυπνης λειτουργίας	Πλαίσια Ταξινόμησης					
			Διάσταση βιωσιμότητας (Stankovi'c et al, 2021)	Ενσωμάτωση καινοτομίας (Notteboom, 2015)	Συνολική Βιωσιμότητα (Portoria, 2017)		Ψηφιακή Ετοιμότητα (Robert, 2020)	Βαθμός Ευφύιας (Molavi et al, 2019)
					Βασική κατηγορία δείκτη	Υποκατηγο- ρία		
1)	Πρόγραμμα ηλεκτρονικής επικύρωσης δεδομένων	Διαθέτει ένα πρόγραμμα ηλεκτρονικής επικύρωσης δεδομένων χωρίς να υποβάλλουν φυσικά αντίγραφα. Διαθέτει την εφαρμογή Mobile	Κοινωνικό- Οικονομική	Ρομποτική και αυτοματοποίη- ση	Δείκτες για την αξιολόγηση της διακυβέρνησης	-	Διαχείριση Λειτουργικότη- τα	Έξυπνος δείκτης λειτουργιών

		Passport Control, το οποίο απευθύνεται σε ταξιδιώτες κρουαζιερόπλοιων, όπου μπορεί να επισπεύσει την διαδικασία εισόδου αυτών στις ΗΠΑ	Διακυβέρνηση				Τεχνολογία	
--	--	--	--------------	--	--	--	------------	--

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

6.1.16 Πίνακας 29: Όκλαντ

Κωδικός	Όνομασία έξυπνης λειτουργίας	Περιγραφή έξυπνης λειτουργίας	Διάσταση βιωσιμότητας (Stankovi'c et al, 2021)	Ενσωμάτωση καινοτομίας (Notteboom, 2015)	Πλαίσια Ταξινόμησης		Ψηφιακή Ετοιμότητα (Robert, 2020)	Βαθμός Ευφύας (Molavi et al, 2019)
					Συνολική Βιωσιμότητα (Portopia, 2017)			
					Βασική κατηγορία δείκτη	Υποκατηγορία		
1)	Oakland Portal	Η ψηφιακή πύλη Oakland Portal: Παρέχει μια ολοκληρωμένη ψηφιακή προβολή πληροφοριών τερματικού, φορτίου και	Διακυβέρνηση	Το δίκτυο των πραγμάτων	Δείκτες για την αξιολόγηση της διακυβέρνησης	Παράγοντας-δείκτης είναι η τάση για την συνεχή ανάπτυξη συνεργίας μεταξύ των λιμενικών αρχών	Διαχείριση	Δείκτης ασφάλειας και προστασίας

		<p>εμπορευματοκιβωτίων σε μια πλατφόρμα χωρίς να χρειάζονται αναζητήσεις σε πολλούς ιστότοπους. Οι πληροφορίες που παρέχει είναι:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Δεδομένα για την κατάσταση των φορτίων • Ζωντανή μετάδοση μέσω καμερών • Προγράμματα πλοίων • Πληρωμή τελικών τελών • Κλείσιμο ραντεβού των φορτηγών (άφιξη-αποχώρηση) • Ενημέρωση για την κατάσταση του φορτίου 	<p>Περιβάλλον-Ενέργεια</p>		<p>Δείκτες για την αξιολόγηση της εφοδιαστικής αλυσίδας και της επίδοσης των διαδικασιών του λιμένα</p>	<p>Χρόνος που δαπανάται στο λιμάνι</p>	<p>Λειτουργικότητα</p>	<p>Έξυπνος δείκτης λειτουργιών</p>
			<p>Κοινωνικό-Οικονομική</p>		<p>Δείκτες περιβαλλοντικής και επαγγελματικής υγείας, ασφάλειας και προστασίας</p>	<p>Δείκτες περιβαλλοντικής παρακολούθησης</p>	<p>Τεχνολογία</p>	<p>Έξυπνος δείκτης περιβάλλοντος</p>

		<ul style="list-style-type: none"> • Παρέχει διαφάνεια κατά την διάρκεια της συλλογής και παράδοσης του φορτίου • Παρακολουθεί το χρόνο που απαιτείται για την συναλλαγή οδηγών με τα θαλάσσια τερματικά • Βελτιώνει τη ροή των φορτίων με την ενημέρωση των φορτηγών για το αν οι τερματικοί είναι άδειοι ή γεμάτοι 						
--	--	---	--	--	--	--	--	--

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

6.1.17 Πίνακας 30: Λονκ Μπιτς

Κωδικός	Όνομασία έξυπνης λειτουργίας	Περιγραφή έξυπνης λειτουργίας	Πλαίσια Ταξινόμησης					
			Διάσταση βιωσιμότητας (Stanković et al, 2021)	Ενσωμάτωσ η καινοτομίας (Notteboom, 2015)	Συνολική Βιωσιμότητα (Portoria, 2017)		Ψηφιακή Ετοιμότητα (Robert, 2020)	Βαθμός Ευφίας (Molavi et al, 2019)
					Βασική κατηγορία δείκτη	Υποκατηγο ρία		
1)	Middle Har bor Redevel opment	Μέσω του πρότζεκτ Middle Harbour Redevelopment έχει επενδύσει πάνω από 650 εκατομμύρια σε τεχνολογία και εξοπλισμό. Οι επενδύσεις περιλαμβάνουν πάνω από 70	Κοινωνικό-Οικονομική	Αυτόνομα οχήματα για λιμενικές υπηρεσίες	Δείκτες για την αξιολόγηση της εφοδιαστικής αλυσίδας και της επίδοσης των διαδικασιών του λιμένα	Χρόνος που δαπανάται στο λιμάνι	Διαχείριση	Έξυπνος δείκτης λειτουργιών
						Λειτουργικότη τα		

		<p>αυτοματοποιημένα οχήματα μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων και 70 αυτοματοποιημένους γερανούς για την στοίβαξη. Τα εμπορευματοκιβώτια στον τερματικό είναι πλήρως αυτοματοποιημένα και δεν απαιτούν ανθρώπινο χειριστή. Αυτό οδήγησε σε μειωμένους χρόνους στροφής φορτίου.</p>					Τεχνολογία	
--	--	--	--	--	--	--	------------	--

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

6.1.18 Πίνακας 31: Σαβάνα

Κωδικός	Όνομασία έξυπνης λειτουργίας	Περιγραφή έξυπνης λειτουργίας	Διάσταση βιωσιμότητας (Stankovi'c et al, 2021)	Ενσωμάτωση καινοτομίας (Notteboom, 2015)	Πλαίσια Ταξινόμησης		Ψηφιακή Ετοιμότητα (Robert, 2020)	Βαθμός Ευφύας (Molavi et al, 2019)
					Συνολική Βιωσιμότητα (Portoria, 2017)			
					Βασική κατηγορία δείκτη	Υποκατηγορία		
1)	ATAMS	Βελτιώνει την διαδικασία παράδοσης των εμπορευματοκιβωτίων που πραγματοποιούνται	Κοινωνικό-Οικονομική	Αυτόνομα οχήματα για λιμενικές υπηρεσίες	Δείκτες για την αξιολόγηση της εφοδιαστικής αλυσίδας	Χρόνος που δαπανάται στο λιμάνι	Διαχείριση	Έξυπνος δείκτης λειτουργιών

		μεταξύ των γερανών κα των φορτηγών (δρόμου). Αυτή η βελτιστοποίηση επιτρέπει την αυτόματη τοποθέτηση και αναγνώριση των φορτηγών. Επίσης, παρέχει βελτιωμένη ασφάλεια των εργαζομένων, ταχύτερους χρόνους στροφής και αυξημένη παραγωγικότητα των γερανών.			και της επίδοσης των διαδικασι ών του λιμένα		Λειτουργικότητα	Δείκτης ασφάλειας και προστασίας
							Τεχνολογία	
2)	Bayport	Το συγκεκριμένο λιμάνι διαθέτει τον τερματικό σταθμό Bayport που είναι από τους πιο περιβαλλοντικά 'ευαίσθητους' και	Κοινωνικό- Οικονομική	Αυτόνομα οχήματα για λιμενικές υπηρεσίες	Δείκτες για την αξιολόγησ η της εφοδιαστι κής αλυσίδας και της επίδοσης των	-	Διαχείριση	Έξυπνος δείκτης λειτουργιών

		σύγχρονους τερματικούς σταθμούς			διαδικασι ών του λιμένα			
		Το συγκεκριμένο τερματικό διαθέτει δυνατότητες ηλεκτρονικής ανταλλαγής δεδομένων συμπεριλαμβανομένων των ηλεκτρικών συστημάτων ελέγχου απογραφής. Έτσι επιτυγχάνεται η παρακολούθηση της θέσης των εμπορευματοκιβωτίων μεμονωμένα.	Περιβάλλον- Ενέργεια		Δείκτες περιβαλλο ντικής και επαγγελμα τικής υγείας, ασφάλειας και προστασία ς	-	Λειτουργικότητα	Δείκτης ασφάλειας και προστασίας
			Διακυβέρνησης		Δείκτες για την αξιολόγησ η της διακυβέρν ησης	-	Τεχνολογία	Έξυπνος δείκτης περιβάλλον τος

3)	Garden City Terminal	Το λιμάνι της Σαβάνας χρησιμοποιεί τεχνολογία αυτοματισμού των διεργασιών στις λειτουργίες του από το 2008. Το Garden City Terminal του λιμανιού έχει εγκαταστήσει ετικέτες RFID στα φορτηγά (οχήματα δρόμου) για να τα παρακολουθεί σε πραγματικό χρόνο.	Κοινωνικό-Οικονομική	Ρομποτική και αυτοματοποίηση	Δείκτες για την αξιολόγηση της εφοδιαστικής αλυσίδας και της επίδοσης των διαδικασιών του λιμένα	-	Διαχείριση Λειτουργικότητα Τεχνολογία	Δείκτης ασφάλειας και προστασίας
----	----------------------	---	----------------------	------------------------------	--	---	---	----------------------------------

					Δείκτες για την αξιολόγησ η της διακυβέρν ησης	-		
--	--	--	--	--	---	---	--	--

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

6.1.19 Πίνακας 32: Αλχεθίρας

Κωδικός	Όνομασία έξυπνης λειτουργίας	Περιγραφή έξυπνης λειτουργίας	Πλαίσια Ταξινόμησης					
			Διάσταση βιωσιμότητας (Stanković et al, 2021)	Ενσωμάτωση καινοτομίας (Notteboom, 2015)	Συνολική Βιωσιμότητα (Portoria, 2017)		Ψηφιακή Ετοιμότητα (Robert, 2020)	Βαθμός Ευφύας (Molavi et al, 2019)
					Βασική κατηγορία δείκτη	Υποκατηγορία		
1)	Πλατφόρμα	Το συγκεκριμένο λιμάνι εφαρμόζει ένα κεντρικό σύστημα διαχείρισης περιουσιακών στοιχείων που επιτρέπει μέσω των γεωγραφικών τεχνολογιών πληροφορίας (GIS)	Διακυβέρνηση	Το δίκτυο των πραγμάτων	Δείκτες για την αξιολόγηση της εφοδιαστικής αλυσίδας και της επίδοσης των διαδικασιών του λιμένα	Χρόνος που δαπανάται στο λιμάνι	Διαχείριση	Δείκτης ασφάλειας και προστασίας
				Προσομοίωση και εικονική πραγματικότητα			Λειτουργικότητα	Έξυπνος δείκτης λειτουργιών

		<p>την τρισδιάστατη απεικόνιση του χώρου για την καλύτερη ασφάλεια και συντήρησης του λιμένα. Στόχος της πλατφόρμας είναι να παρέχει ένα ενιαίο σημείο πρόσβασης για όλα τα συστήματα λειτουργίας του λιμένα και οι χειριστές αυτών να μπορούν να λαμβάνουν αποφάσεις από πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο.</p> <p>(Η εφαρμογή του παραπάνω συστήματος είχε ως αποτέλεσμα την μείωση των προβλημάτων που</p>	Κοινωνικό-Οικονομική		<p>Δείκτες περιβαλλοντικής και επαγγελματικής υγείας, ασφάλειας και προστασίας</p>	<p>Δείκτες περιβαλλοντικής παρακολούθησης</p>	Τεχνολογία	Έξυπνος δείκτης περιβάλλοντος
--	--	---	----------------------	--	--	---	------------	-------------------------------

		προκύπτει στον λιμένα κατά 35 % και του σχετικού κόστους κατά 25 %)							
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

6.1.20 Πίνακας 33: Σιάτλ και Τακόμα

Κωδικός	Ονομασία έξυπνης λειτουργίας	Περιγραφή έξυπνης λειτουργίας	Πλαίσια Ταξινόμησης					
			Διάσταση βιωσιμότητας (Stankovič et al, 2021)	Ενσωμάτωση καινοτομίας (Notteboom, 2015)	Συνολική Βιωσιμότητα (Portopia, 2017)		Ψηφιακή Ετοιμότητα (Robert, 2020)	Βαθμός Ευφύιας (Molavi et al, 2019)
					Βασική κατηγορία δείκτη	Υποκατηγορία		
1)	eModal	Τα δύο αυτά λιμάνια χρησιμοποιούν το ίδιο σύστημα δεδομένων, την πλατφόρμα eModal. Οι δυνατότητες του συστήματος περιλαμβάνει κρατήσεις για τις υπηρεσίες του λιμένα, έλεγχο της διαθεσιμότητας των φορτίων, πληρωμή	Κοινωνικό-Οικονομική	Ρομποτική και αυτοματοποίηση	Δείκτες για την αξιολόγηση της εφοδιαστικής αλυσίδας και της επίδοσης των διαδικασιών του λιμένα	Χρόνος που δαπανάται στο λιμάνι	Διαχείριση	Έξυπνος δείκτης λειτουργιών

		<p>τελών και την παρακολούθηση των βασικών δεικτών στα τερματικά. Συνδέεται επίσης με την τεχνολογία RFID.</p> <p>Χρησιμοποιούν αυτές τις τεχνολογίες για να βελτιώσει την αποτελεσματικότητα της μεταφοράς των εμπορευματοκιβωτίων</p>	<p>Διακυβέρνηση</p>		<p>Δείκτες για την αξιολόγηση της διακυβέρνησης</p>	-	<p>Λειτουργικότητα</p>	<p>Δείκτης ασφάλειας και προστασίας</p>
							<p>Τεχνολογία</p>	

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

6.1.21 Πίνακας 34: Χάλιφαξ

Κωδικός	Όνομασία έξυπνης λειτουργίας	Περιγραφή έξυπνης λειτουργίας	Πλαίσια Ταξινόμησης					
			Διάσταση βιωσιμότητας (Stankovi'c et al, 2021)	Ενσωμάτωση καινοτομίας (Notteboom, 2015)	Συνολική Βιωσιμότητα (Portopia, 2017)		Ψηφιακή Ετοιμότητα (Robert, 2020)	Βαθμός Ευφύιας (Molavi et al, 2019)
					Βασική κατηγορία δείκτη	Υποκατη γορία		
1)	Trade Lens	Η πλατφόρμα υλοποιήθηκε με στόχο την ελαχιστοποίηση των καθυστερήσεων αποστολής, την ψηφιοποίηση όλων των συναλλαγών και την διαφάνεια της διαδικασίας της αποστολής. Αυτό επιτυγχάνεται με την	Κοινωνικό-Οικονομική	Το δίκτυο των πραγμάτων	Δείκτες για την αξιολόγηση της διακυβέρνησης	-	Διαχείριση	Δείκτης ασφάλειας και προστασίας
			Διακυβέρνηση		Δείκτες για την αξιολόγηση της διακυβέρνησης	-	Λειτουργικότητα	

		τεχνολογία blockchain					Τεχνολογία	
2)	PortOperationsCenter	Βελτίωσε το σύστημα παρακολούθησης των κοντέινερ για να παρέχει δεδομένα σε πραγματικό χρόνο μέσω αυτοματοποιημένων ενημερώσεων και ειδοποιήσεων. Μέσω του Port Operations Center και την ιστοσελίδα του παρέχει πληροφορίες σε ολόκληρη την κοινότητα.	Διακυβέρνηση	Ρομποτική και αυτοματοποίηση	Δείκτες για την αξιολόγηση της διακυβέρνησης	Παράγοντας-δείκτης είναι η τάση για την συνεχή ανάπτυξη συνεργίας μεταξύ των λιμενικών αρχών	Διαχείριση	Δείκτης ασφάλειας και προστασίας
					Δείκτες για την αξιολόγηση της εφοδιαστικής	Χρόνος που δαπανάται στο λιμάνι	Λειτουργικότητα	Έξυπνος δείκτης λειτουργιών

					αλυσίδα και της επίδοσης των διαδικασιώ ν του λιμένα		Τεχνολογία	
--	--	--	--	--	--	--	------------	--

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

**6.2 Αξιολόγηση λιμένων σε σχέση με την διάσταση της βιωσιμότητας
(Stankovi'c et al, 2021)**

Στην παρούσα ενότητα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα ταξινόμησης των λιμένων σε σχέση με τη διάσταση της βιωσιμότητας, ως γενική κατηγορία. Ο πίνακας 35 παρέχει πληροφορίες για το σε ποιες διαστάσεις βιωσιμότητας επενδύουν οι λιμένες σε σχέση με τις έξυπνες εφαρμογές.

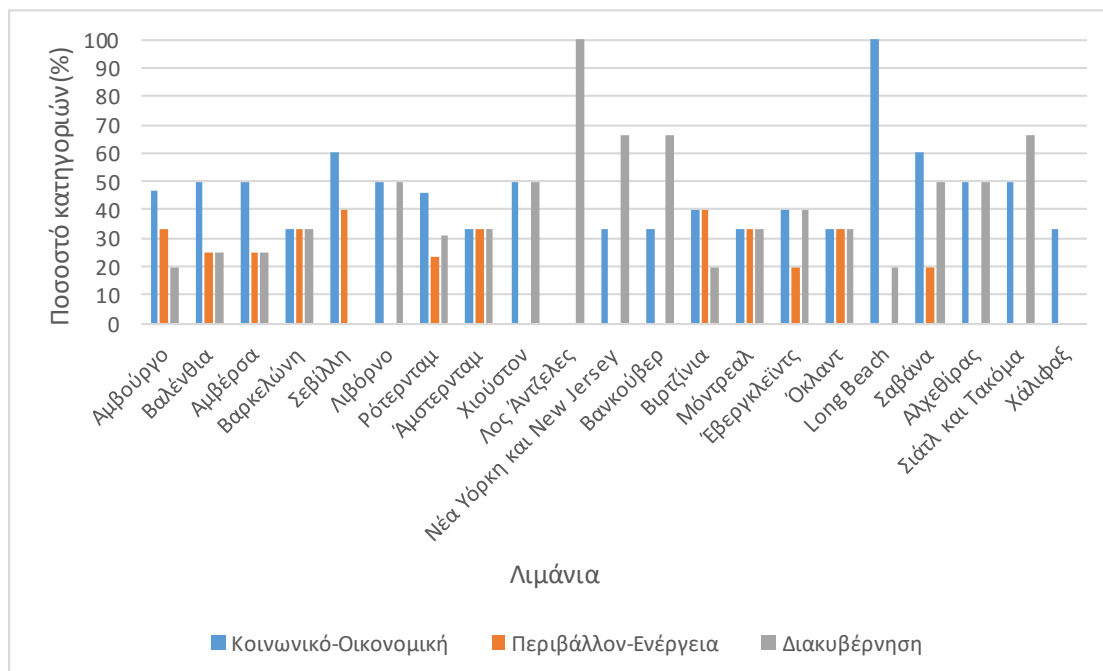
Πίνακας 35: Ταξινόμηση έξυπνων λειτουργιών των λιμένων με την διάσταση της Βιωσιμότητας (Stankovi'c et al, 2021)

<i>Λιμάνι</i>	<i>Διάσταση Βιωσιμότητας (Stankovi'c et al, 2021)</i>			Σύνολο
	<i>Κοινωνικό-Οικονομική</i>	<i>Περιβάλλον-Ενέργεια</i>	<i>Διακυβέρνηση</i>	
Αμβούργο	7 ή 46,66%	5 ή 33,33%	3 ή 20%	15
Βαλένθια	2 ή 50%	1 ή 25%	1 ή 25%	4
Αμβέρσα	2 ή 50%	1 ή 25%	1 ή 25%	4
Βαρκελώνη	1 ή 33,33%	1 ή 33,33%	1 ή 33,33%	3
Σεβίλλη	3 ή 60%	2 ή 40%	-	5
Λιβόρνο	1 ή 50%	-	1 ή 50%	2
Ρότερνταμ	6 ή 46,15%	3 ή 23,07%	4 ή 30,76%	13
Άμστερνταμ	1 ή 33,33%	1 ή 33,33%	1 ή 33,33%	3
Χιούστον	1 ή 50%	-	1 ή 50%	2
Λος Άντζελες	-	-	2 ή 100%	2
Νέα Υόρκη και Νιου Τζέρσυ	1 ή 33,33%	-	2 ή 66,66%	3
Βανκούβερ	1 ή 33,33%	-	2 ή 66,66%	3
Βιρτζίνια	2 ή 40%	2 ή 40%	1 ή 20%	5
Μόντρεαλ	1 ή 33,33%	1 ή 33,33%	1 ή 33,33%	3
Έβεργκλεϊντς	2 ή 40%	1 ή 20%	2 ή 40%	5
Όκλαντ	1 ή 33,33%	1 ή 33,33%	1 ή 33,33%	3
Λονγκ Μπιτς	1 ή 100%	-	-	1
Σαβάνα	3 ή 60%	1 ή 20%	1 ή 20%	5
Αλχεθίρας	1 ή 50%	-	1 ή 50%	2
Σιάτλ και Τακόμα	1 ή 50%	-	1 ή 50%	2
Χάλιφαξ	1 ή 33,33%	-	2 ή 66,66%	3
Σύνολο	39 ή 44,31%	20 ή 22,72%	29 ή 32,95%	88

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Σημείωση: Αναφέρονται οι απόλυτοι αριθμοί έξυπνων λειτουργιών ανά κατηγορία για κάθε λιμάνι. Σε παρένθεση αναφέρεται το σχετικό ποσοστό των έξυπνων λειτουργιών κάθε κατηγορίας προς το σύνολο έξυπνων λειτουργιών κάθε λιμένα. Παρακάτω παρατίθεται το διάγραμμα με τα ποσοστά που επενδύουν:

Διάγραμμα 1: Διαστάσεις βιωσιμότητας που επενδύουν οι λιμένες σε σχέση με τις έξυπνες λειτουργίες (Stanković et al, 2021)



Πηγή: Ιδία Επεξεργασία

Από το Διάγραμμα 1 και από τα στοιχεία του Πίνακα 35 παρατηρείται ότι στους περισσότερους λιμένες γίνεται προσπάθεια για την τόνωση όλων των διαστάσεων της βιωσιμότητας. Η ισορροπία μεταξύ των διαστάσεων της βιωσιμότητας φαίνεται να είναι μεγαλύτερη στις Ευρωπαϊκές χώρες. Στους περισσότερους λιμένες παρατηρείται ότι σε γενικές γραμμές το μεγαλύτερο βάρος δίνεται στην κοινωνικό-οικονομική διάσταση. Ωστόσο υπάρχουν λιμάνια όπου επικρατεί η διάσταση της διακυβέρνησης, όπως το Λονγκ Μπιτς και η κοινοπραξία των λιμένων Σιάτλ και Τακόμα.

Παρατηρείται επίσης το γεγονός ότι οι λιμένες μέσω μιας εφαρμογής ή μιας πλατφόρμας προσπαθούν να συντονίζουν όλο και περισσότερες λειτουργίες του λιμένα. Ένα τέτοιο παράδειγμα αποτελεί ο λιμένας του Όκλαντ όπου με την έξυπνη εφαρμογή Oakland Portal παρεμβαίνει σε όλες τις διαστάσεις της βιωσιμότητας

Τέλος, διαφαίνεται ότι η φύση των έξυπνων εφαρμογών δομείται έτσι ώστε ο λιμένας να προσκομίζει τα μέγιστα οφέλη σε παραπάνω από μια διάσταση. Ένα από τα πολλά παραδείγματα αποτελεί η Distro Platform που βρίσκεται στον λιμένα του Ρότερνταμ. Η παραπάνω πλατφόρμα επηρεάζει κατά κύριο λόγο την διάσταση της διακυβέρνησης διότι συντονίζει τις συναλλαγές των εμπλεκόμενων φορέων. Παρεμβαίνει σε σημαντικό βαθμό και στην διάσταση του περιβάλλοντος όπου επιτυγχάνει μείωση της κατανάλωσης της ενέργειας αλλά και στην οικονομία του

λιμένα διότι οι φορείς μπορούν να κάνουν συναλλαγές και να ‘πουλήσουν’ την ενέργεια, σε περίπτωση που έχουν δεσμεύσει παραπάνω ενέργεια.

6.3 Αξιολόγηση λιμένων με το πλαίσιο Βαθμού Ευφύιας (Molavi et al, 2019)

Στην παρούσα ενότητα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα ταξινόμησης των έξυπνων λειτουργιών των λιμένων σε σχέση με τους έξυπνους δείκτες του πλαισίου Βαθμού Ευφύιας (Molavi et al. 2019). Στον πίνακα 36 παρουσιάζονται αναλυτικά τα ποσοστά.

Πίνακας 36: Ταξινόμηση έξυπνων λειτουργιών των λιμένων με το πλαίσιο αξιολόγησης Βαθμού Ευφύιας (Molavi et al. 2019)

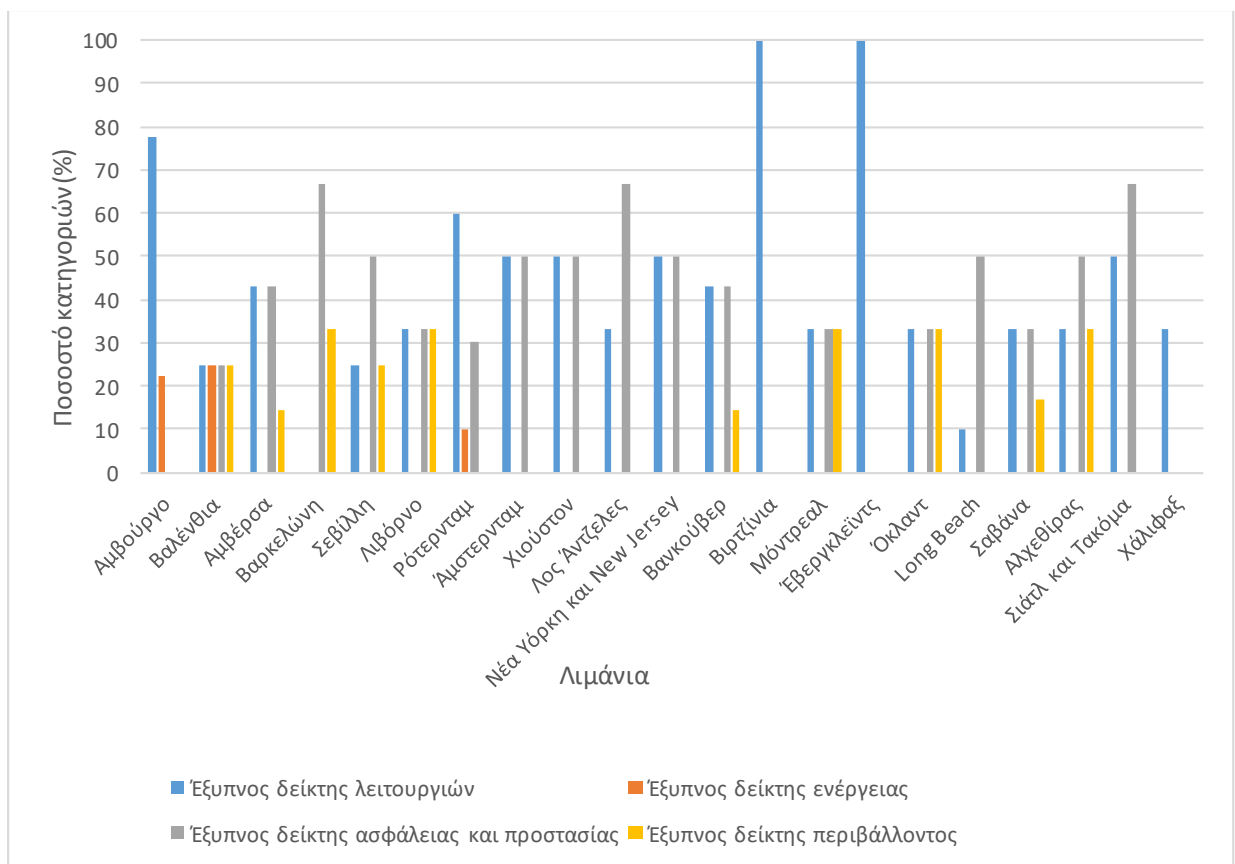
<i>Λιμάνι</i>	<i>Πλαίσιο αξιολόγησης Βαθμού Ευφύιας (Molavi et al, 2019)</i>				<i>Σύνολο</i>
	<i>Έξυπνος δείκτης λειτουργιών</i>	<i>Έξυπνος δείκτης ενέργειας</i>	<i>Έξυπνος δείκτης ασφάλειας και προστασίας</i>	<i>Έξυπνος δείκτης περιβάλλοντος</i>	
Αμβούργο	7 ή 77,77%	2 ή 22,22%	-	-	9
Βαλένθια	1 ή 25%	1 ή 25%	1 ή 25%	1 ή 25%	4
Αμβέρσα	3 ή 42,85%	-	3 ή 42,85%	1 ή 14,28%	7
Βαρκελώνη	-	-	2 ή 66,66%	1 ή 33,33%	3
Σεβίλλη	1 ή 25%	-	2 ή 50%	1 ή 25%	4
Λιβόρνο	1 ή 33,33%	-	1 ή 33,33%	1 ή 33,33%	3
Ρότερνταμ	6 ή 60 %	1 ή 10 %	3 ή 30 %	-	10
Άμστερνταμ	2 ή 50%	-	2 ή 50%	-	4
Χιούστον	1 ή 50%	-	1 ή 50%	-	2
Λος Άντζελες	1 ή 33,33%	-	2 ή 66,66%	-	3
Νέα Υόρκη και Νιου Τζέρσυ	3 ή 50%	-	3 ή 50%	-	6
Βανκούβερ	3 ή 42,85%	-	3 ή 42,85%	1 ή 14,28%	7
Βιρτζίνια	2 ή 100%	-	-	-	2
Μόντρεαλ	1 ή 33,33%	-	1 ή 33,33%	1 ή 33,33%	3
Έβεργκλεϊντς	1 ή 100%	-	-	-	1
Όκλαντ	1 ή 33,33%	-	1 ή 33,33%	1 ή 33,33%	3
Λονγκ Μπιτς	1 ή 100%	-	-	-	1
Σαβάνα	2 ή 33,33%	-	3 ή 50%	1 ή 16,66%	6

Αλχεθίρας	1 ή 33,33%	-	1 ή 33,33%	1 ή 33,33%	3
Σιάτλ και Τακόμα	1 ή 50%	-	1 ή 50%	-	2
Χάλιφαξ	1 ή 33,33%	-	2 ή 66,66%	-	3
Σύνολο	40 ή 46,51%	4 ή 4.65%	32 ή 37,20	10 ή 11,62	86

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Σημείωση: Αναφέρονται οι απόλυτοι αριθμοί έξυπνων λειτουργιών ανά κατηγορία για κάθε λιμάνι. Σε παρένθεση αναφέρεται το σχετικό ποσοστό των έξυπνων λειτουργιών κάθε κατηγορίας προς το σύνολο έξυπνων λειτουργιών κάθε λιμένα. Παρακάτω παρατίθεται το διάγραμμα με τα ποσοστά που επενδύουν:

Διάγραμμα 2: Έξυπνες λειτουργίες σε σχέση με το πλαίσιο Βαθμού Ευφυΐας (Molavi et al, 2019)



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Από το Διάγραμμα 2 και από τα στοιχεία του Πίνακα 36 παρατηρείται ότι στους περισσότερους λιμένες, για να αξιολογηθούν οι έξυπνες εφαρμογές τους, χρησιμοποιείται ο έξυπνος δείκτης λειτουργιών. Η συγκεκριμένη κατηγορία αξιολογεί την παραγωγικότητα, τον αυτοματισμό και τις έξυπνες υποδομές (βλ. κεφάλαιο 2.2.1.1, 2.2.1.2, 2.2.1.3). Τόσο στους Ευρωπαϊκούς λιμένες, όσο και στην Αμερικής και Ωκεανίας, ο δείκτης παίζει εξίσου σημαντικό ρόλο.

Στη συνέχεια, ο έξυπνος δείκτης ασφάλειας και προστασίας εντοπίζεται με μεγάλη συχνότητα. Από την περιγραφή των λειτουργιών στο κεφάλαιο 4 και από τους

πίνακες ταξινόμησης στο κεφάλαιο 6.1, παρατηρείται ότι κατά κύριο λόγο οι λιμένες επιλέγουν την τεχνολογία Blockchain, για την επιτυχημένη διασφάλιση της προστασίας και ασφάλειας του λιμένα. Σε μερικές περιπτώσεις, χρησιμοποιούνται και τα μη επανδρωμένα σκάφη.

Τέλος, παρατηρείται ότι ο έξυπνος δείκτης ενέργειας και ο έξυπνος δείκτης χρησιμοποιείται λιγότερο. Αυτό συμβαίνει διότι οι έξυπνες εφαρμογές στοχεύουν κατά κύριο λόγο στις διαστάσεις βιωσιμότητας της διακυβέρνησης και της οικονομίας. Επίσης, κάποιες από τις έξυπνες λειτουργίες που εφαρμόζονται, αξιολογούνται από/ ή και περισσότερους δείκτες. Από αυτό προκύπτει ότι η πτυχή των έξυπνων εφαρμογών καλείται να καλύψει παραπάνω από μια διάσταση βιωσιμότητας.

6.4 Αξιολόγηση λιμένων με το πλαίσιο Ψηφιακής Ετοιμότητα (Robert, 2020)

Στην παρούσα ενότητα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα ταξινόμησης των έξυπνων λειτουργιών των λιμένων σε σχέση με τους έξυπνους δείκτες του πλαισίου Ψηφιακής Ετοιμότητα (Robert, 2020). Στον πίνακα 37 παρουσιάζονται αναλυτικά τα ποσοστά.

Πίνακας 37: Ταξινόμηση έξυπνων λειτουργιών των λιμένων με το πλαίσιο αξιολόγησης Ψηφιακής Ετοιμότητα (Robert, 2020)

Λιμάνι	Πλαίσιο αξιολόγησης Ψηφιακής Ετοιμότητας (Robert, 2020)				
	Διαχείριση	Ανθρώπινο κεφάλαιο	Λειτουργικότητα	Τεχνολογία	Πληροφορίες
Αμβούργο	7	-	7	9	-
Βαλένθια	1	-	1	2	-
Αμβέρσα	3	-	3	3	-
Βαρκελώνη	2	-	2	3	-
Σεβίλλη	3	-	3	3	-
Λιβόρνο	1	-	1	1	-
Ρότερνταμ	6	-	6	6	-
Άμστερνταμ	2	-	2	1	-
Χιούστον	1	-	1	1	-
Λος Άντζελες	2	-	2	2	-
Νέα Υόρκη και Νιου Τζέρσυ	3	-	3	3	-
Βανκούβερ	3	-	3	3	-
Βιρτζίνια	1	-	1	2	-
Μόντρεαλ	1	-	1	1	-
Έβεργκλεϊντς	1	-	1	1	-
Όκλαντ	1	-	1	1	-

Λονγκ Μπιτς	1	-	1	1	-
Σαβάνα	3	-	3	3	-
Αλχεθίρας	1	-	1	1	-
Σιάτλ και Τακόμα	1	-	1	1	-
Χάλιφαξ	1	-	1	1	-

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Ο παραπάνω πίνακας μας δίνει τη δυνατότητα να αντιληφθούμε ότι από τις καταγεγραμμένες έξυπνες εφαρμογές, τα χαρακτηριστικά τους συμπίπτουν με αυτά των παραπάνω διαστάσεων της ψηφιακής ετοιμότητας. Στις κατηγορίες ανθρώπινο κεφάλαιο και πληροφορίες δεν συναντάμε κάποια καταγραφή διότι αφορούν στοιχεία για την ετοιμότητα και την κατάρτιση του προσωπικού και για τον πως διατίθενται οι πληροφορίες στον λιμένα αντίστοιχα.

Όσον αφορά τις τρεις διαστάσεις που έχουν καταγραφεί δεδομένα, παρατηρείται ότι σε όλες τις έξυπνες λειτουργίες, αυτές οι διαστάσεις τις επηρεάζουν. Αυτό μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι ο κάθε λιμένας, για να μπορέσει να εφαρμόσει μια έξυπνη λειτουργία θα πρέπει να βρίσκεται σε ψηφιακή ετοιμότητα. Οι δύο κενές στήλες διαδραματίζουν εξίσου σημαντικό ρόλο διότι το προσωπικό θα πρέπει να είναι καταρτισμένο όσον αφορά την κατανόηση του τρόπου λειτουργίας της έξυπνης εφαρμογής αλλά και να μπορεί να λάβει και να προωθήσει, ο λιμένας, την πληροφορία.

6.5 Αξιολόγηση λιμένων με το πλαίσιο Ενσωμάτωσης Καινοτομίας (Notteboom, 2015)

Στην παρούσα ενότητα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα ταξινόμησης των έξυπνων λειτουργιών των λιμένων σε σχέση με κατηγορίες του πλαισίου Ενσωμάτωσης Καινοτομίας (Notteboom, 2015). Στον πίνακα 38 παρουσιάζονται αναλυτικά τα ποσοστά.

Πίνακας 38: Ταξινόμηση έξυπνων λειτουργιών των λιμένων με το πλαίσιο αξιολόγησης Ενσωμάτωσης Καινοτομίας (Notteboom, 2015)

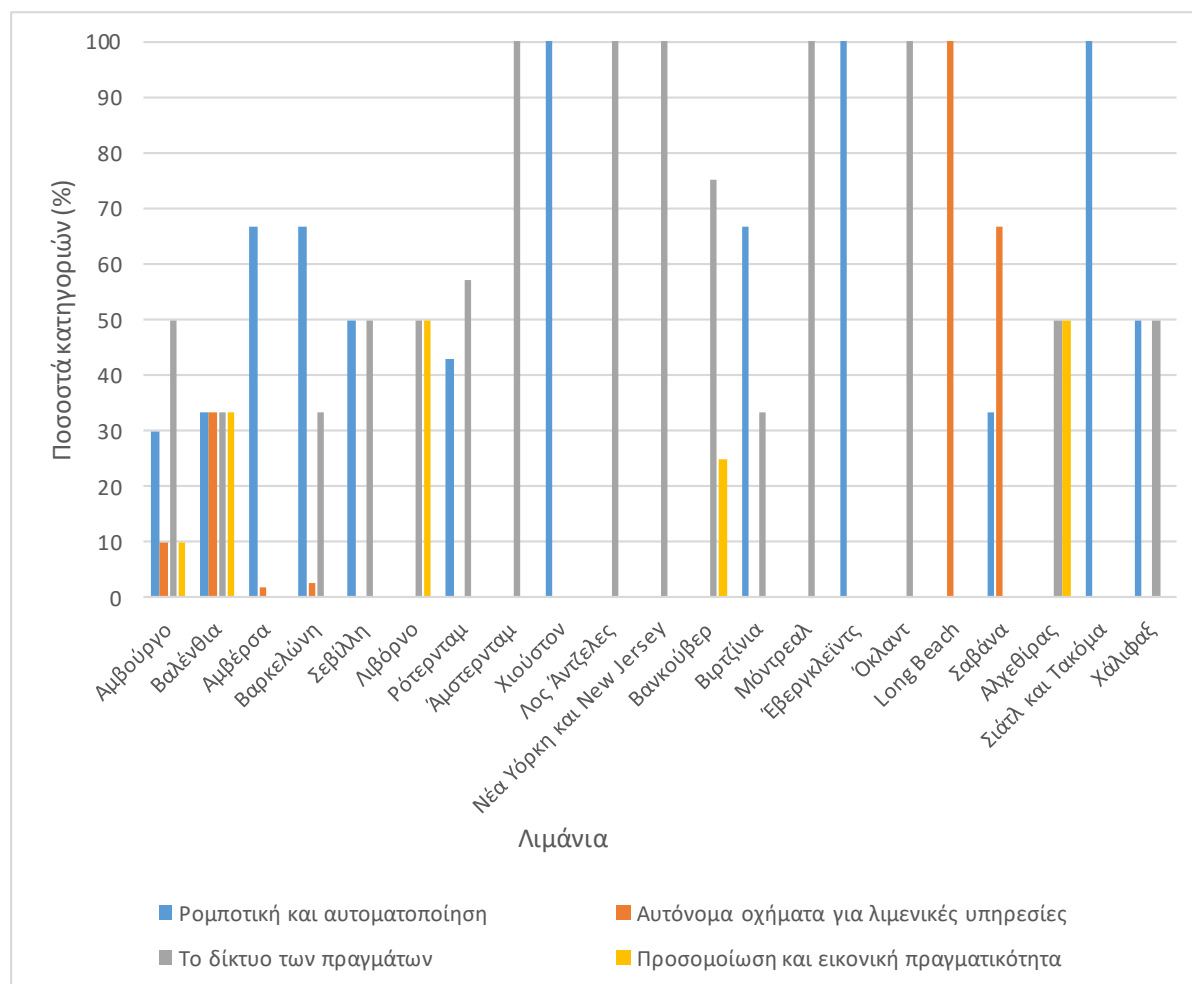
<i>Λιμάνι</i>	<i>Πλαίσιο αξιολόγησης Ενσωμάτωσης καινοτομίας (Notteboom, 2015)</i>				<i>Σύνολο</i>
	<i>Ρομποτική και αυτοματοποίηση</i>	<i>Αυτόνομα οχήματα για λιμενικές υπηρεσίες</i>	<i>Το δίκτυο των πραγμάτων</i>	<i>Προσομοίωση και εικονική πραγματικότητα</i>	
Αμβούργο	3 ή 30%	1 ή 10%	5 ή 50%	1 ή 10%	10
Βαλένθια	1 ή 33,33%	-	1 ή 33,33%	1 ή 33,33%	3
Αμβέρσα	2 ή 66,66%	1 ή 33,33%	-	-	3
Βαρκελώνη	2 ή 66,66%	-	1 ή 33,33%	-	3

Σεβίλλη	2 ή 50%	-	2 ή 50%	-	4
Λιβόρνο	-	-	1 ή 50%	1 ή 50%	2
Ρότερνταμ	3 ή 42,85%	-	4 ή 57,14%	-	7
Άμστερνταμ	-	-	2 ή 100%	-	2
Χιούστον	1 ή 100%	-	-	-	1
Λος Άντζελες	-	-	2 ή 100%	-	2
Νέα Υόρκη και Νιου Τζέρσυ	-	-	3 ή 100%	-	3
Βανκούβερ	-	-	3 ή 75%	1 ή 25%	4
Βιρτζίνια	2 ή 66,66%	-	1 ή 33,33%	-	3
Μόντρεαλ	-	-	1 ή 100%	-	1
Έβεργκλεϊντς	1 ή 100%	-	-	-	1
Όκλαντ	-	-	1 ή 100%	-	1
Λονγκ Μπιτς	-	1 ή 100%	-	-	1
Σαβάνα	1 ή 33,33%	2 ή 66,66%	-	-	3
Αλχεθίρας	-	-	1 ή 50%	1 ή 50%	2
Σιάτλ και Τακόμα	1 ή 100%	-	-	-	1
Χάλιφαξ	1 ή 50%	-	1 ή 50 %	-	2
Σύνολο	21 ή 35%	5 ή 8.33%	29 ή 48,33%	5 ή 8,33	60

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Σημείωση: Αναφέρονται οι απόλυτοι αριθμοί των έξυπνων λειτουργιών ανά κατηγορία σε σχέση με το πλαίσιο Ενσωμάτωσης Καινοτομίας (Notteboom, 2015). Σε παρένθεση αναφέρεται το σχετικό ποσοστό των έξυπνων λειτουργιών κάθε κατηγορίας προς το σύνολο έξυπνων λειτουργιών κάθε λιμένα. Παρακάτω παρατίθεται το διάγραμμα με τα ποσοστά που επενδύουν:

Διάγραμμα 3: Ταξινόμηση έξυπνων λειτουργιών σε σχέση με το πλαίσιο Ενσωμάτωσης Καινοτομίας (Notteboom, 2015)



Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Από το Διάγραμμα 3 και από τα στοιχεία του Πίνακα 38 παρατηρείται ότι οι έξυπνες λειτουργίες που εφαρμόζονται από τους περισσότερους λιμένες επενδύουν, κατά κύριο λόγο, στο Δίκτυο των Πραγμάτων.

Στη συνέχεια βρίσκεται η ρομποτική και αυτοματοποίηση.

Με εμφανώς μικρότερη εφαρμογή στις λειτουργίες του λιμένα εντοπίζονται τα αυτόνομα οχήματα και η προσομοίωση και εικονική πραγματικότητα.

Οι παραπάνω τεχνολογίες μπορεί να αποτελούν τέσσερις ξεχωριστές κατηγορίες αλλά συνδέονται άμεσα μεταξύ τους. Το δίκτυο των πραγμάτων κατέχει την πρώτη θέση στη σχετική λίστα διότι μέσω των εργαλείων που χρησιμοποιεί μπορεί να συλλέγει, επεξεργάζεται, αποθηκεύει και να διανέμει πληροφορίες για την βέλτιστη λήψη αποφάσεων. Τίθεται το ερώτημα όμως πως συνδέονται άμεσα οι υπόλοιπες κατηγορίες με το δίκτυο των πραγμάτων.

Στη ρομποτική και αυτοματοποίηση, συναντάμε αρκετά παραδείγματα που οι έξυπνες λειτουργίες παρέχουν αυτοματοποιημένες διαδικασίες αλλά χωρίς την διάθεση πληροφοριών προς τον λιμένα δεν αποδίδουν στον μεγαλύτερο βαθμό των δυνατοτήτων τους. Ένα παράδειγμα αποτελεί το City Garden Terminal στον λιμένα της

Σαβάνας όπου χρησιμοποιεί τεχνολογία αυτοματισμού των διεργασιών στις λειτουργίες και έχει εγκαταστήσει ετικέτες RFID στα φορτηγά (οχήματα δρόμου) για να τα παρακολουθεί σε πραγματικό χρόνο. Μέσω του δικτύου των πραγμάτων γίνεται η διάθεση των πληροφοριών (για να μπορούν να διατίθενται άμεσα) και να λαμβάνονται οι κατάλληλες αποφάσεις (είτε από τις μηχανές αν είναι πλήρως αυτοματοποιημένο το σύστημα που χρησιμοποιείται είτε από τους ανθρώπους).

Επίσης, ένα ακόμη παράδειγμα αποτελεί το σύστημα εντοπισμού που χρησιμοποιεί ο λιμένας της Βαρκελώνης. Η εφαρμογή για τον εντοπισμό των εμπορευματοκιβωτίων επιτρέπει στους ιδιοκτήτες τους να παρακολουθούν ολόκληρη την διαδικασία αποστολής (άφιξη του πλοίου, όταν το εμπορευματοκιβώτιο προσγειώνεται στο έδαφος, η επεξεργασία τους στα τελωνεία, η αναχώρηση από τον τερματικό σταθμό κ.α.). Ο παραπάνω συντονισμός φορέων και των υποδομών του λιμένα συγκαταλέγεται στις αυτοματοποιημένες διαδικασίες αλλά χωρίς την ύπαρξη του δικτύου των πραγμάτων θα ήταν πολύ δύσκολο να επιτευχθεί. Αρκετά παραδείγματα ακόμη συναντούνται στους πίνακες του κεφαλαίου 6.1, που αυτοματοποίηση και ρομποτική και το δίκτυο των πραγμάτων συνδυάζονται για να επιτευχθεί το βέλτιστο αποτέλεσμα.

Αξίζει να σημειωθεί, όπως ο λιμένας του Λιβόρνου, αρκετοί λιμένες τείνουν να εφαρμόσουν την τεχνολογία 5G, ούτως ώστε να γίνουν πιο αποδοτικοί. Το στάδιο που βρίσκονται ακόμη είναι πρώιμο, όπως ο λιμένας της Αμβέρσας και για αυτό δεν έχει καταγραφεί στον πίνακα με τις έξυπνες λειτουργίες. Τα αυτόνομα οχήματα Επιπέδου 5 δεν συναντούνται και τόσο συχνά στους λιμένες. Το ίδιο ισχύει και με την προσομοίωσή και εικονική πραγματικότητα.

6.6 Αξιολόγηση λιμένων με το πλαίσιο Συνολικής Βιωσιμότητας (Portoria, 2017)

Στην παρούσα ενότητα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα ταξινόμησης των έξυπνων λειτουργιών των λιμένων σε σχέση με τους δείκτες του πλαισίου Πλαίσιο αξιολόγησης Συνολικής Βιωσιμότητας (Portoria, 2017). Στον πίνακα 39 παρουσιάζονται αναλυτικά τα ποσοστά.

Πίνακας 39: Ταξινόμηση έξυπνων λειτουργιών των λιμένων με το πλαίσιο αξιολόγησης Συνολικής Βιωσιμότητας (Portoria, 2017)

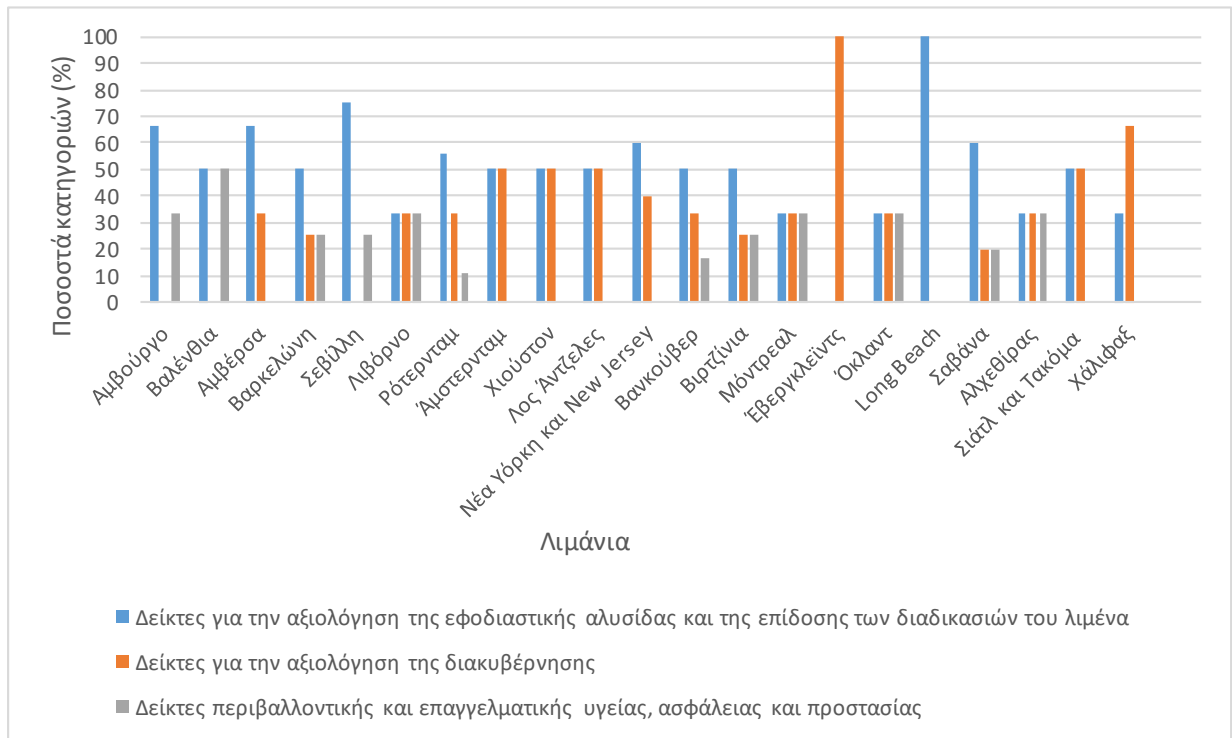
<i>Πλαίσιο αξιολόγησης Συνολικής Βιωσιμότητας (Portoria, 2017)</i>				
<i>Λιμάνι</i>	<i>Δείκτες για την αξιολόγηση της εφοδιαστικής αλυσίδας και της επίδοσης των διαδικασιών του λιμένα</i>	<i>Δείκτες για την αξιολόγηση της διακυβέρνησης</i>	<i>Δείκτες περιβαλλοντικής και επαγγελματικής υγείας, ασφάλειας και προστασίας</i>	<i>Σύνολο</i>
Αμβούργο	6 ή 66,66%	-	3 ή 33,33%	9
Βαλένθια	1 ή 50%	-	1 ή 50%	2
Αμβέρσα	2 ή 66,66%	1 ή 33,33%	-	3
Βαρκελώνη	2 ή 50%	1 ή 25%	1 ή 25%	4
Σεβίλλη	3 ή 75%	-	1 ή 25%	4
Λιβόρνο	1 ή 33,33%	1 ή 33,33%	1 ή 33,33%	3
Ρότερνταμ	5 ή 55,55%	3 ή 33,33%	1 ή 11,11%	9
Άμστερνταμ	1 ή 50%	1 ή 50%	-	2
Χιούστον	1 ή 50%	1 ή 50%	-	2
Λος Άντζελες	2 ή 50%	2 ή 50%	-	4
Νέα Υόρκη και Νιου Τζέρσυ	3 ή 60%	2 ή 40%	-	5
Βανκούβερ	3 ή 50%	2 ή 33,33%	1 ή 16,66%	6

Βιρτζίνια	2 ή 50%	1 ή 25%	1 ή 25%	4
Μόντρεαλ	1 ή 33,33%	1 ή 33,33%	1 ή 33,33%	3
Έβεργκλεϊν τς	-	1 ή 100%	-	1
Όκλαντ	1 ή 33,33%	1 ή 33,33%	1 ή 33,33%	3
Λονγκ Μπιτς	1 ή 100%	-	-	1
Σαβάνα	3 ή 60%	1 ή 20%	1 ή 20%	5
Αλγεθίρας	1 ή 33,33%	1 ή 33,33%	1 ή 33,33%	3
Σιάτλ και Τακόμα	1 ή 50%	1 ή 50%	-	2
Χάλιφαξ	1 ή 33,33%	2 ή 66,66%	-	3
Σύνολο	41 ή 52,56%	23 ή 29,48%	14 ή 17,94%	78

Πηγή: Ιδία επεξεργασία

Σημείωση: Αναφέρονται οι απόλυτοι αριθμοί έξυπνων λειτουργιών ανά κατηγορία για κάθε λιμάνι. Σε παρένθεση αναφέρεται το σχετικό ποσοστό των έξυπνων λειτουργιών κάθε κατηγορίας προς το σύνολο έξυπνων λειτουργιών κάθε λιμένα. Παρακάτω παρατίθεται το διάγραμμα με τα ποσοστά που επενδύουν:

Διάγραμμα 4: Ταξινόμηση των έξυπνων λειτουργιών με το πλαίσιο Συνολικής Βιωσιμότητας (Portoria, 2017)



Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Στο συγκεκριμένο πλαίσιο αξιολόγησης υπάρχουν τρεις κατηγορίες δεικτών που δεν εντοπίζονται στον πίνακα 39. Αυτοί είναι οι τάσεις της αγοράς και δείκτες για την αξιολόγηση των κατασκευών, κοινωνικό-οικονομικοί δείκτες και η άποψη των χρηστών σχετικά με τους δείκτες ποιότητας του λιμένα. Είναι εξίσου σημαντικοί όμως η έλλειψη δεδομένων δεν μας επιτρέπει να εξάγουμε συμπεράσματα σχετικά με αυτούς σε σχέση με τις έξυπνες λειτουργίες.

Όσον αφορά τις κατηγορίες που έχουν καταγραφή δεδομένα, παρατηρείται το πόσο σημαντικό ρόλο παίζει η εφοδιαστική αλυσίδα στους λιμένες. Επί το πλείστον, οι εφαρμογές προσπαθούν να βελτιστοποιήσουν τις διαδικασίες που αφορούν την εφοδιαστική αλυσίδα μειώνοντας τον χρόνο και το κόστος που πραγματοποιούνται οι διαδικασίες. Το συγκεκριμένο κομμάτι αφορά είτε πλατφόρμες όπου αποφεύγεται η γραφειοκρατία είτε εφαρμογές όπου επιτρέπουν στον λιμένα να αποφύγει την κυκλοφοριακή συμφόρηση είτε στην οργάνωση των εμπορευματοκιβωτίων.

Η λήψη των αποφάσεων για την μέγιστη απόδοση των λιμένων, όσον αφορά τον χρόνο, επιτυγχάνεται, κατά κύριο λόγο, με την διάσταση της διακυβέρνησης, όπου φορείς και λιμένες λαμβάνουν αποφάσεις πιο εύκολα και γρήγορα. Με την αξιοποίηση της διάστασης της διακυβέρνησης στις έξυπνες λειτουργίες, οι λιμένες συντονίζουν όλους τους εμπλεκόμενους φορείς με το λιμένα, ούτως ώστε να λαμβάνονται αποφάσεις από μικρότερα επίπεδα διοίκησης.

Τέλος, η διάσταση της προστασίας και της ασφάλειας του λιμένα εντοπίζεται με μικρότερη συχνότητα. Οι σύγχρονοι λιμένες επιχειρούν να κάνουν τους λιμένες

ασφαλέστερους ως προς την διάθεση των δεδομένων μέσω της τεχνολογίας Blockchain.

Κεφάλαιο 7ο

7.1 Συμπεράσματα

Η παρούσα εργασία εστίασε στις έξυπνες λειτουργίες των λιμένων πραγματοποιώντας μια ταξινόμησή τους με βάση το είδος τεχνολογίας που ενσωματώνουν, τις λειτουργίες των λιμένων που διευκολύνουν και τον τρόπο που ενισχύουν τη βιωσιμότητα των λιμένων. Καλύπτεται έτσι ένα κενό στη βιβλιογραφία, καθώς ομαδοποιούνται έξυπνες λειτουργίες των λιμένων με ένα καινοτόμο τρόπο που στηρίζεται σε υπάρχοντα πλαίσια αξιολόγησης της λιμενικής βιομηχανίας. Η χρησιμοποίηση ενός μεγάλου δείγματος λιμένων έδωσε τη δυνατότητα εξαγωγής μιας ολοκληρωμένης εικόνας σχετικά με τον τρόπο που επενδύουν οι λιμενικές αρχές στην προώθηση των έξυπνων λειτουργιών και την αναμενομένη συμβολή των έξυπνων λειτουργιών στην βελτίωση των λιμενικών υπηρεσιών και την ανάπτυξη των λιμένων, γενικότερα.

Με την κατασκευή των πινάκων αξιολόγησης των λιμένων, ο αναγνώστης είναι σε θέση να αντιληφθεί το είδος και τους σκοπούς της κάθε έξυπνης λειτουργίας που αναπτύσσεται στα πιο σύγχρονα λιμάνια της υφελίου. Αυτό δίνει τη δυνατότητα να εξαχθούν καλές πρακτικές για λιμενικές αρχές που επιθυμούν να ενσωματώσουν κάποια έξυπνη λειτουργία για να ενισχύσουν κάποια διάσταση της βιωσιμότητας των οργανισμών τους. Επιπλέον, η συγκριτική αξιολόγηση των λιμένων ανέδειξε τις σύγχρονες τάσεις στη λιμενική βιομηχανία σχετικά με τον τρόπο που ενσωματώνονται σε αυτή οι έξυπνες λειτουργίες. Πιο συγκεκριμένα, η ευρωπαϊκή προσέγγιση είναι πιο ισορροπημένη καθώς οι έξυπνες λειτουργίες εντάσσονται σχεδόν ισόρροπα σε όλες τις διαστάσεις της βιωσιμότητας. Ίσως σε αυτό να έχει συντελέσει το αυστηρό νομοθετικό πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης σε σχέση με την εξασφάλιση των κοινωνικών και περιβαλλοντικών στόχων των λιμένων. Ίσως επίσης, η πολιτική να έχει και κάποιο επιπρόσθετο ρόλο εδώ, υπό την έννοια της στοχευμένης παροχής χρηματοδοτήσεων και επιδοτήσεων για την ανάπτυξη λιμενικών λειτουργιών μόνο υπό την προϋπόθεση πως εξυπηρετούν τους στόχους της ΕΕ για βιώσιμη ανάπτυξη.

Επιπλέον αναφορικά με το σκοπό ενσωμάτωσης των έξυπνων λειτουργιών, διαφαίνεται πως τα λιμάνια στοχεύουν πρωτίστως να βελτιώσουν την παραγωγικότητά τους και δευτερευόντως να ενισχύσουν την ασφάλειά τους. Αυτό γίνεται δίνοντας έμφαση σε επενδύσεις σε τεχνολογίες ρομποτικής και ενσωμάτωσης του δικτύου των πραγμάτων.

Το πλαίσιο αξιολόγησης και η εφαρμογή του δεν είναι απαλλαγμένο από αδυναμίες. Όπως κατέστη σαφές, οι πίνακες δεν εξαντλούν όλες τις διαθέσιμες έξυπνες λειτουργίες των λιμένων καθώς η εργασία ταξινόμησε μόνο τις λειτουργίες για τις οποίες επαρκείς πληροφορίες ήταν διαθέσιμες. Συνεπώς, για κάποια λιμάνια η αξιολόγηση των κατευθύνσεων μπορεί να διαφέρει από την πραγματικότητα. Επιπλέον, απουσιάζουν από την ανάλυση κρίσιμα χαρακτηριστικά των λειτουργιών όπως το κόστος, ο χρόνος ανάπτυξης, οι ανάγκες σε προσωπικό κ.α. που θα καθιστούσαν την αξιολόγηση πιο ολοκληρωμένη. Για την κάλυψη αυτών των κενών οι

μελλοντικές έρευνες μπορεί να στηριχθούν σε προκαθορισμένα ερωτηματολόγια όπου θα περιγράφονται αναλυτικά όλες οι λειτουργίες των λιμένων. Επιπλέον, στα πλαίσια αξιολόγησης των κατευθύνσεων που παρουσιάζονται μέσω των συγκεντρωτικών πινάκων δεν πραγματοποιήθηκε κάποια στάθμιση της σημαντικότητας κάθε λειτουργίας για τους λιμένες με βάση στοιχεία όπως το κόστος. Αυτό θα μπορέσει να καταστεί δυνατό μέσω πιο αναλυτικών ερευνών.

Τέλος, η παρούσα εργασία στόχευσε περισσότερο στην εξεύρεση των διεθνών καλών πρακτικών για διάφορες διαστάσεις της λειτουργίας των λιμένων. Στο πλαίσιο αυτό δεν χρησιμοποιήθηκε στο δείγμα κάποιο ελληνικό λιμάνι. Συνεπώς, μια μελλοντική ερευνητική κατεύθυνση είναι να πραγματοποιηθεί μια συγκριτική αξιολόγηση που να περιλαμβάνει και τους ελληνικούς λιμένες. Ωστόσο, παρά την έλλειψη ελληνικών λιμένων, η εργασία παραμένει εξαιρετικά επίκαιρη και χρήσιμη για τους ελληνικούς λιμένες, ως μια αναλυτική διεθνής βάση δεδομένων εύρεσης έξυπνων λειτουργιών που μπορούν να ενσωματωθούν και σε αυτούς ανάλογα με τις επιδιώξεις τους.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ξενόγλωσση

- Algeciras Port. (2021). Ανάκτηση 08 04, 2021, από <https://www.apba.es/en/stats>
- Beier, G., Ullrich, A., Niehoff, S., Reißig, M., & Habich, M. (2020, 03 09). Industry 4.0: How it is defined from a sociotechnical perspective and how much sustainability it includes – A literature review. *Journal of Cleaner Production*,
- Bibby, L., & Dehe, B. (2018, 09 12). Defining and assessing industry 4.0 maturity levels. *Production Planning & Control*,
- Blockchain Beach Staff. (2019). *World Economic Forum Teams Up with Port of Los Angeles for Blockchain Deployment*. Ανάκτηση Απρίλιος 19, 2021, από <https://www.blockchainbeach.com/world-economic-forum-teams-up-with-port-of-la-others-for-blockchain-deployment/>
- Burnson, P. (2018). *Logistics management*. Ανάκτηση Απρίλιος 20, 2021, από [https://www.logisticsmgmt.com/article/port_of_oakland_introduces_cutting_e dge_technology_to_its_cargo_operations](https://www.logisticsmgmt.com/article/port_of_oakland_introduces_cutting_edge_technology_to_its_cargo_operations)
- Container News. (2020). *Port of Rotterdam reports 2019 throughput*. Ανάκτηση 08 04, 2021, από <https://container-news.com/port-of-rotterdam-reports-2019-throughput/>
- De la Peña Zarzuelo, I., Jesús Freire Soeanea, M., & López Bermúdezb, B. (2020, 10 02). Industry 4.0 in the port and maritime industry: A literature review. *Journal of Industrial Information Integration*,
- DeChant, J. (2019). *13 Smart Port Benefits*. Ανάκτηση 08 07, 2021, από <https://www.adv-polymer.com/blog/smart-port>

- Deloitte Port Services. (2017). Seaports are playing catch-up with the large transport & logistics players when it comes to developing insight driven solutions and IoT applications. *Deloitte*.
- Digital Security. (2018). *Puerto de Algeciras deploys a complex comprehensive management system in its transformation as a smartport*. Ανάκτηση Απρίλιος 25, 2021, από <https://www.digitalsecuritymagazine.com/en/2018/07/11/puerto-algeciras-despliega-sistema-gestion-integral-transformacion-como-smartport/>
- Docks The Future. (2019). *Trends 2019: The six challenges facing SmartPorts according to CIOs at large international ports*. Ανάκτηση Απρίλιος 17, 2021, από <https://www.docksthefuture.eu/trends-2019-the-six-challenges-facing-smartports-according-to-cios-at-large-international-ports/>
- Durán, C., Córdova, F., & Palominos, F. (2019). A conceptual model for a cyber-social-technological-cognitive.
- Ericsson. (2019). *Ericsson Italian 5G smartport findings presented at UN Global Goals Week*. Ανάκτηση Απρίλιος 22, 2021, από <https://www.ericsson.com/en/news/2019/10/livorno-5g-smart-port-presented-to-un>
- Frantz, G. (2018). *Getting Wise to Smart Ports*. Ανάκτηση Απρίλιος 19, 2021, από <https://www.inboundlogistics.com/cms/article/getting-wise-to-smart-ports/>
- GCT Global Container Terminals Inc. (2019). *GCT a Leader in Container Terminal Innovation Joins TradeLens*. Ανάκτηση Απρίλιος 20, 2021, από GCT a Leader in Container Terminal Innovation Joins TradeLens
- GEORGIA PORTS. (2021). *Total Annual Container Trade for Calendar Years*. Ανάκτηση 08 04, 2021, από <https://gaports.com/wp-content/uploads/2021/03/CY20-Annual-Container-Trade.pdf>
- IBM. (2018). *The Port of Montreal joins Maersk IBM TradeLens Platform*. Ανάκτηση Απρίλιος 17, 2021, από <https://www.ibm.com/news/ca/en/2018/10/25/b581503b79947156.html>
- Kanellopoulos, J. (2018, 07 31). Port of the future challenges, enablers and barriers. *Capacity with a positive environmental and societal footprint: ports in the future era*.
- Knowler, G. (2021). *Antwerp posts record annual volume despite COVID-19*. Ανάκτηση 08 04, 2021, από https://www.joc.com/port-news/antwerp-posts-record-annual-volume-despite-covid-19_20210118.html?destination=node/3659786
- Ledger Insights. (2019). *Canada's GCT joins TradeLens blockchain platform*. Ανάκτηση Απρίλιος 16, 2021, από <https://www.ledgerinsights.com/canada-global-container-terminals-gct-trade-lens-blockchain/>

- Leonard, M. (2019). Ανάκτηση Απρίλιος 14, 2021, από <https://www.supplychaindive.com/news/truck-turn-times-port-of-virginia-reservation-system/551002/>
- Leonard, M. (2019). *SUPPLYCHAINDIVE*. Ανάκτηση Απρίλιος 20, 2021, από <https://www.supplychaindive.com/news/long-beach-city-council-votes-to-study-port-automation/561506/>
- Lim, S., Pettit, S., Abouarghoub, W., & Beresford, A. (2019). Port sustainability and performance: A systematic literature review.
- Mansouri, A., Lee, H., & Aluko, O. (2015, 02 21). Multi-objective decision support to enhance environmental sustainability in maritime shipping: A review and future.
- Mazzarino, M., & Rubini, L. (2018, Ιουλίου 02). T1.2.1 Guidelines for Sustainable and Low-carbon Ports. *T1.2.1 Guidelines for Sustainable and Low-carbon Ports*.
- Meissnera, H., Ilse, R., & Auricha, J. (2017). Analysis of control architectures in the context of Industry 4.0.
- MH&L. (2018). *New Electronic Vehicle Export Process Debuts at Port Everglades*. Ανάκτηση Απρίλιος 19, 2021, από <https://www.mhlnews.com/technology-automation/article/22054847/new-electronic-vehicle-export-process-debuts-at-port-everglades>
- Molavi, A., Lim, G., & Race, B. (2019, 05 13). A framework for building a smart port and smart. *International Journal of Sustainable Transportation*.
- offshore-energy. (2018). *offshore-energy*. Ανάκτηση Μάιος 12, 2021, από <https://www.offshore-energy.biz/port-of-rotterdam-teams-up-with-ibm-to-build-smart-port-of-the-future/>
- PEMA. (2011). *PEMA*. Ανάκτηση Απρίλιος 20, 2021, από <https://www.pema.org/port-of-houston-authority-expands-gate-automation-with-aps-technology/>
- Phillipp, R. (2020, 05 26). Digital readiness index assessment towards smart port development.
- PORT AUTHORITY NY NJ. (2021). <https://www.porttruckpass.com/>. Ανάκτηση Απρίλιος 20, 2021, από <https://www.porttruckpass.com/>
- Port de Barcelona. (2020). *ANNUAL REPORT 2019*. Ανάκτηση 08 04, 2021, από <http://www.portdebarcelona.cat/memoria2019/2019-data-port-of-barcelona.html>
- PORT EVERGLADES. (2016). *Port Everglades Launches Mobile Passport Control Program*. Ανάκτηση Απρίλιος 19, 2021, από <https://www.porteverglades.net/articles/post/port-everglades-launches-mobile-passport-control-program/>
- PORT EVERGLADES. (2019). Ανάκτηση 08 04, 2021, από <https://www.porteverglades.net/cargo/containerized/>

- PORT MONTREAL. (2020). *PREVU3D: RETHINKING PORT SPACE*. Ανάκτηση Απρίλιος 17, 2021, από <https://www.port-montreal.com/en/the-port-of-montreal/news/news/logbook/prevu3d-rethinking-port-space>
- Port of Amsterdam. (2018). *2018 Annual Report*. Ανάκτηση 08 04, 2021, από <https://www.portofamsterdam.com/sites/default/files/2020-06/annual-report-2018.pdf>
- Port of Antwerp. (2021). *Port of the future*. Ανάκτηση από <https://www.portofantwerp.com/en/smart-port#camera>
- Port of Halifax. (2018). *PORT OF HALIFAX UNDERGOING DIGITAL TRANSFORMATION*. Ανάκτηση Απρίλιος 16, 2021, από <https://www.portofhalifax.ca/port-of-halifax-undergoing-digital-transformation/>
- Port of Halifax. (2018, Ιούνιος 08). *Port Operations Centre*. Ανάκτηση Απρίλιος 16, 2021, από <https://aapa.files.cms-plus.com/2019Seminars/AdminLegal/Halifax%20submission%202018%20IT%20awards.pdf>
- Port of Halifax. (2021). Ανάκτηση 08 04, 2021, από <https://www.portofhalifax.ca/port-operations-centre/cargo-statistics/>
- Port of Hamburg. (2021). Ανάκτηση Ιούλιος 16, 2021, από (<https://www.hamburg-port-authority.de/en/hpa-360/smartport/>)
- Port of Houston. (2021). *Port Houston Annual Container Volumes Near Record*. Ανάκτηση 08 04, 2021, από <https://porthouston.com/wp-content/uploads/2020-12-By-the-Numbers-Release-Final.pdf>
- Port of Montreal. (2019). *INVESTING OUR WORLD*. Ανάκτηση 08 04, 2021, από <https://www.port-montreal.com/m/rapport-annuel/2019/sites/default/files/apm-annual-report-2019.pdf>
- Port of MONTREAL. (2021). Ανάκτηση Απρίλιος 17, 2021, από <https://mobilitymontreal.gouv.qc.ca/tools/trucking/>
- Port of New York and New Jersey. (2021). Ανάκτηση 08 04, 2021, από <https://www.panynj.gov/port/en/our-port/facts-and-figures.html>
- PORT OF OAKLAND. (2020). *Port of Oakland container volume dipped 1.8 percent in 2019*. Ανάκτηση 08 04, 2021, από <https://www.portofoakland.com/press-releases/port-of-oakland-container-volume-dipped-1-8-percent-in-2019/>
- Port of Rotterdam. (2020). Ανάκτηση Μάιος 12, 2021, από <https://www.portofrotterdam.com/en/news-and-press-releases/successful-trial-port-rotterdam-electricity-platform>
- Port of Rotterdam. (2020). Ανάκτηση Απριλίου 29, 2021, από <https://www.portofrotterdam.com/en/news-and-press-releases/port-of-rotterdam-to-start-trial-with-pin-free-container-handling>

- Port of Rotterdam. (2021). Ανάκτηση Ιουλίου 16, 2021, από <https://www.portofrotterdam.com/nl/diensten/online-tools/portxchange>
- Port Of Seattle. (2019). *Five Fast Facts about Maritime Cargo*. Ανάκτηση 08 04, 2021, από <https://www.portseattle.org/blog/five-fast-facts-about-maritime-cargo>
- Port of tecnology. (2019). *Oakland Upgrades Digital Port Platform*. Ανάκτηση Απρίλιος 20, 2021, από https://www.porttechnology.org/news/oakland_upgrades_digital_port_platform/
- Port of Vancouver. (2020). *Second highest annual cargo recorded in 2019 for Port of Vancouver*. Ανάκτηση 08 04, 2021, από <https://www.portvancouver.com/news-and-media/news/second-highest-annual-cargo-recorded-in-2019-for-port-of-vancouver/>
- Port of Vancouver. (2021). Ανάκτηση Απρίλιος 16, 2021, από <https://www.portvancouver.com/port-dashboard/>
- PORT TECHNOLOGY INTERNATIONAL TEAM. (2019). <https://www.porttechnology.org/news/sneak-peak-smart-port-piers-of-the-future/>. Ανάκτηση Απρίλιος 19, 2021, από <https://www.porttechnology.org/news/sneak-peak-smart-port-piers-of-the-future/>
- Portopia. (2017). European Port Industry Sustainability Report 2017.
- RFF. (2015). *Port of Savannah improves ship-to-shore with new process automation technology*. Ανάκτηση Απρίλιος 22, 2021, από <https://www.refrigeratedfrozenfood.com/articles/90049-port-of-savannah-improves-ship-to-shore-with-new-process-automation-technology?v=preview>
- RICHMOND NEWS. (2019). *Technology, data key to port efficiencies, board of trade told*. Ανάκτηση Απρίλιος 17, 2021, από <https://www.richmond-news.com/local-business/technology-data-key-to-port-efficiencies-board-of-trade-told-3099548>
- Serrano, B., Gonzalez-Cancelas, N., Soler-Flores, F., & Camarero-Orive, A. (2018). Classification and prediction of port variables using Bayesian Networks.
- Service, X. S. (2019, 02). *Hamburg port's container throughput reaches 8.7 mln TEU in 2018*. Ανάκτηση από <https://en.imsilkroad.com/p/306608.html>
- Shannon , L., Ian , C., Anna , G., Apple, J., & Syed, A. (2019). *Wonder*. Ανάκτηση Μάιος 15, 2021, από <https://askwonder.com/research/top-smart-ports-uug2bmq8j>
- Ship Tecnology. (2020). Ανάκτηση Απριλίου 29, 2021, από <https://www.ship-technology.com/features/smart-ports-increasing-efficiency-cutting-costs/>
- Shipnext. (2021). Ανάκτηση 08 04, 2021, από <https://shipnext.com/port/seville-essvq-esp>

- Stanković, J., Marjanović, I., Papathanasiou, J., & Drezgić, S. (2021, 01 13). Social, Economic and Environmental Sustainability of Port Regions: MCDM Approach in Composite Index Creation.
- Statista. (2021). Ανάκτηση 08 04, 2021, από <https://www.statista.com/statistics/920681/number-of-containers-handled-in-the-leghorn-port-in-italy/>
- THE NORTHWEST SEAPORT ALLIANCE. (2021). Ανάκτηση από <https://www.nwseaportalliance.com/>
- THE PORT OF LOS ANGELES . (2021). Ανάκτηση 08 04, 2021, από <https://www.portoflosangeles.org/business/statistics/container-statistics>
- THE PORT OF VIRGINIA. (2020). *Port of Virginia Sets New Annual Volume Record in 2019 Having Handled 2.9 Million TEUs*. Ανάκτηση 08 04, 2021, από <https://www.portofvirginia.com/who-we-are/newsroom/port-of-virginia-sets-new-annual-volume-record-in-2019-having-handled-2-9-million-teus/>
- The smart city journal. (2021). Barcelona, a Smart Port that is constantly innovating. *The smart city journal*.
- U.S Department Of Transportation . (2019). *Virginia Port Authority - Truck Reservation System Expansion and Automated Work Flow Data Model: Advanced Transportation and Congestion Management Technologies Deployment Initiative*. Ανάκτηση Απρίλιος 19, 2021, από <https://ops.fhwa.dot.gov/fastact/atcmtd/2017/applications/portofva/project.htm>
- United Nations. (n.d.). Ανάκτηση Ιουλίου 16, 2021, από <https://sdgs.un.org/goals>
- valenciaport. (2021). *La actividad de Valenciaport en junio crece por encima del 11% en tráfico total y movimiento de contenedores respecto al 2019*. Ανάκτηση 08 04, 2021, από <https://www.valenciaport.com/la-actividad-de-valenciaport-en-junio-crece-por-encima-del-11-en-traffic-total-y-movimiento-de-contenedores-respecto-al-2019/>
- Wanga, Z., Yuenb, K. F., Wongb, Y. D., & Li, K. X. (2020). How can the maritime industry meet Sustainable Development Goals? An analysis of sustainability reports from the social entrepreneurship perspective.
- Watkins, E. (2021). *Port of Long Beach sets annual container throughput record*. Ανάκτηση 08 04, 2021, από <https://www.lloydsloadinglist.com/freight-directory/news/Port-of-Long-Beach-sets-annual-container-throughput-record/78331.htm#.YQqlt44zaUI>