



**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΠΛΟΙΟΥ ΚΑΙ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ
ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ**

Νικόλαος Μάνος

ΘΕΜΑ: «Μελέτη της απόδοσης του ανθρώπου στο πλοίο.»

« Assessment of human performance of seafarers »

ΑΘΗΝΑ, ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2020

EΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Φτάνοντας στο τέρμα αυτής της διαδρομής, με την ολοκλήρωση της Διπλωματικής Εργασίας, αισθάνομαι την ανάγκη να ευχαριστήσω τον Επιβλέποντα καθηγητή του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου κ. Ν. Βεντίκο, ο οποίος με ενέπνευσε, προκειμένου να ασχοληθώ με την μελέτη της απόδοσης του ανθρώπου στο πλοίο και με βοήθησε να επιλέξω το θέμα.

Επίσης, ευχαριστώ θερμά την κ.α. Ε. Σταματοπούλου για την καθοδήγηση και υποστήριξη της καθ' όλη την διάρκεια της εκπόνησης της εργασίας μου.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ οφείλω στον Δ. Σκαλτσά καθώς και στον Ν.Τσίμα για την πολύτιμη βοήθεια τους και την έμπρακτη στήριξη τους.

Τέλος δεν θα μπορούσα να μην ευχαριστήσω βαθύτατα την οικογένειά μου και τις φίλες/ους μου για την ουσιαστική στήριξη και εμπιστοσύνη που μου έδειξαν καθ' όλη την διάρκεια τόσο των σπουδών μου όσο και της συγγραφής της παρούσας διπλωματικής.



Τμήμα τοιχογραφίας από την Ίκλαινα Μεσσηνίας, με παράσταση μυκηναϊκού πλοίου.

*“εἰπέ δέ μοι γαῖάν τε τεῖν δῆμόν τε πόλιν τε,
ὄφρα σε τῆ πέμψωσι τιτυσκόμεναι φρεσὶ νῆες.
οὐ γὰρ Φαιήκεσσι κυβερνητῆρες ἔασιν,
οὐδέ τι πηδάλι' ἐστί, τά τ' ἄλλαι νῆες ἔχουσιν·
ἀλλ' αὐταὶ ἴσασι νοήματα καὶ φρένας ἀνδρῶν,
καὶ πάντων ἴσασι πόλιας καὶ πίονας ἀγροῦς
ἀνθρώπων καὶ λαῖτμα τάχισθ' ἀλὸς ἐκπερόωσιν
ἠέρι καὶ νεφέλῃ κεκαλυμμένοι· οὐδέ ποτέ σφιν
οὔτε τι πημανθῆναι ἔπι δέος οὔτ' ἀπολέσθαι.”*

*Πες μου και την πατρίδα σου, τη χώρα, το χωριό σου,
για να σε πάνε εκεί με νου και σκέψη τα καράβια.
Γιατί δεν έχουν τα γοργά καράβια των Φαιάκων
σαν τ' άλλα τα πλεούμενα τιμόνια ή κυβερνήτες,
μόν' βρίσκουν έτσι μόνα τους τη σκέψη των ανθρώπων
και ξέρουν όλων τα χωριά, τα καρπερά χωράφια,
και γοργοτάξιδα περνούν της θάλασσας τα πλάτια,
κρυμμένα μες στην καταχνιά και στην πυκνή θολούρα
κι ούτε φοβούνται να χαθούν μήτε κακό να πάθουν.*

(Ομήρου «Οδύσσεια», ραψ. θ, στίχ. 555-563, μετ. Ζήσιμου Σιδέρη)

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ – ΕΙΚΟΝΩΝ – ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ	9
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	12
ABSTRACT	13
ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	14
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	15
ΜΕΡΟΣ Α΄	17
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ^ο	18
ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ	18
1.1 Εισαγωγή.....	18
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ^ο	25
Η ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ	25
2.1. Ανθρώπινος παράγοντας και αξιοπιστία	25
2.1.1 Ανθρώπινος παράγοντας και ανθρώπινο λάθος	25
2.1.2 Η αναγκαιότητα της επιστήμης του ανθρώπινου παράγοντα.....	31
2.2 Ασφάλεια και ανθρώπινη απόδοση.....	34
2.3 Τι είναι η ανθρώπινη απόδοση ;	39
2.3.1 Μέτρηση απόδοσης και μέτρηση της ανθρώπινης απόδοσης	43
2.3.2 Μέθοδοι μοντελοποίησης για την αξιολόγηση της ανθρώπινης απόδοσης.....	45
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ^ο	59
ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΧΟΥΝ ΚΑΘΟΡΙΣΤΙΚΗ ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΗΝ ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ ΣΤΟ ΠΛΟΙΟ.	59
3.1 Περιβαλλοντικοί παράγοντες	61
Καιρικές συνθήκες	61
Θερμοκρασία στο χώρο εργασίας	62
Κίνηση του πλοίου	63
Κραδασμοί και Θόρυβοι.....	64
3.2 Οργανωτικοί παράγοντες	65
Διαχείριση πόρων	65
Οργανωτική διαδικασία.....	66
Κίνητρο.....	66

φόρτος εργασίας.....	67
Κόπωση.....	67
Ανθρώπινο στρες.....	71
Επιλογή πληρώματος.....	77
Εκπαίδευση και τυπικές διαδικασίες λειτουργίας.....	78
Επικοινωνία.....	78
Ομαδικότητα.....	81
3.3 Τεχνολογικοί παράγοντες.....	84
3.4 Παράγοντες προσωπικής ανάπτυξης.....	86
Ατομικές ικανότητες.....	86
Ετοιμότητα- διέγερση.....	88
Ψυχική υγεία.....	89
ΜΕΡΟΣ Β΄.....	92
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ^ο	93
ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ. .	93
4.1 Εισαγωγή στα δίκτυα Bayesian.....	93
4.1.1 Εισαγωγή στην αβεβαιότητα και στα γραφικά μοντέλα.....	93
4.1.3 Ορισμός των Bayesian δικτύων.....	102
4.1.3 Παρουσίαση του Bayesian δικτύου.....	103
4.2 Εφαρμογή των δικτύων Bayesian στην μελέτη της απόδοσης.....	108
4.2.1 Επιλογή παραγόντων που επιδρούν καθοριστικά στην απόδοση.....	108
4.2.2 Μοντέλο μέσω των Bayesian δικτύων.....	111
4.2.3 Μελέτη περίπτωσης.....	127
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5.....	142
ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΤΟΥ COVID-19 ΣΤΗΝ ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ ΣΤΟ ΠΛΟΙΟ.....	142
5.1 Επίδραση του covid-19 στους διάφορους παράγοντες.....	142
5.2 Εφαρμογή του covid-19 στο μοντέλο.....	148
Συμπεράσματα.....	155
Προτάσεις.....	158
ΕΠΙΛΟΓΟΣ.....	160
Βιβλιογραφία.....	161

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ – ΕΙΚΟΝΩΝ – ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Γράφημα που δείχνει τους παράγοντες που απαιτούνται για υψηλή απόδοση.(Rummler,Brache(1992)	23
Εικόνα 2:Τρία βήματα για την αποφυγή του ανθρώπινου λάθους,Vagias (2010)	29
Εικόνα 3 μοντέλο Swiss Cheese για το ανθρώπινο λάθος, Vagias(2010).....	31
Εικόνα 4: παράδειγμα εφαρμογής της Μηχανικής του ανθρώπινου παράγοντα ,(Vagias 2010))	32
Εικόνα 5 Ασφάλεια 1 –διτροπική θεώρηση.(E. Hollnagel κ.α, 2015)	35
Εικόνα 6 τα αποδεκτά και μη αποτελέσματα συμβαίνουν με τον ίδιο τρόπο.(E. Hollnagel κ.α, 2015).....	36
Εικόνα 7 συνδυασμός ασφάλειας I και ασφάλειας 2,(E. Hollnagel κ.α, 2015).....	38
Εικόνα 8 ποιοτικά και ποσοτικά μοντέλα, (Wang και Hwang ,2004).....	46
Εικόνα 9 ταξινόμηση μοντέλων αξιολόγησης της απόδοσης, (Izatul Razak κ.α, 2011)	48
Εικόνα 10: το ναυτικό σύστημα ,ως ανθρωποκεντρικό σύστημα, Dr. Rothblum	60
Εικόνα 11 πλοίο σε δύσκολες καιρικές συνθήκες (Anish Wankhede 2019).....	62
Εικόνα 12:θερμογραφική επιθεώρηση ναυτικής μηχανής , Pixel Thermographics Ltd(2010) 63	
Εικόνα 13: ο βρόχος της επικοινωνίας (CASA,2012α).....	79
Εικόνα 14 η καμπύλη Yerkes -Dodson : (R.D. Campbell κ.α,2002)	88
Εικόνα 15 Δύο κόμβοι και μία πλευρά σε ένα απλό Bayesian δίκτυο, (M. Αρβανίτης,2015) 94	
Εικόνα 16 Καταστάσεις και τιμές που μπορεί να πάρει ένας κόμβος, (M.Αρβανίτης, 2015) 95	
Εικόνα 17 Πίνακας υπό συνθήκη πιθανοτήτων για ένα κόμβο παιδί(M.Αρβανίτης,2015) ... 96	
Εικόνα 18 Πίνακας υπό συνθήκη πιθανοτήτων για κόμβο-πατέρα.(M.Αρβανίτη,2015)	97
Εικόνα 19 Σειριακή σύνδεση. Όταν το B πάρει στιγμιαία τιμή, διακόπτεται η επικοινωνία μεταξύ των A και C.(Γ.Παπαμιχάλης,2009)	100
Εικόνα 20 Αποκλίνουσα σύνδεση. (Γ.Παπαμιχάλης,2009)	100
Εικόνα 21 συγκλίνουσα σύνδεση,Γ.Παπαμιχάλης,2009	101
Εικόνα 22 Ένα δίκτυο μοντέλο για το παράδειγμα του βρεγμένου γρασιδιού.(N.Vagias,2010)	103

Εικόνα 23 Διάγραμμα ροής για την αξιολόγηση της απόδοσης ενός ναυτικού, (R. Riahi, κ.α , 2014).....	115
Εικόνα 24 Μοντέλο BN για αξιοπιστία ενός ναυτικού.....	116
Εικόνα 25 Γλωσσικοί όροι για τους κόμβους (R. Riahi, κ.α , 2014).....	117
Εικόνα 26 ποσοτικοποίηση της εμπειρίας (Experience), Ramin Riahi κ.α, 2012.....	119
Εικόνα 27 ποσοτικοποίηση της κατάστασης της θάλασσας(environmental state), Ramin Riahi κ.α, 2012	119
Εικόνα 28 ποσοτικοποίηση των χρόνων ηλικίας, Ramin Riahi κ.α, 2012	120
Εικόνα 29 ποσοτικοποίηση των ωρών ξεκούρασης(Rest Hours), Ramin Riahi κ.α, 2012....	120
Εικόνα 30 ποσοτικοποίηση των τυπικών προσόντων (Qualification), Ramin Riahi κ.α, 2012	121
Εικόνα 31 ποσοτικοποίηση της ειδικής εκπαίδευσης (Specific Training), Ramin Riahi κ.α, 2012.....	122
Εικόνα 32 Ανώτερο όριο, ενδιάμεσο και κατώτερο όριο των παραγόντων, Riahi R, κ.α., 2012	124
Εικόνα 33 αξιολόγηση της αξιοπιστίας του 3 ^ο αξιωματικού	135
Εικόνα 34. Ορόσημο, R Riahi κ.α. 2014.....	140
Εικόνα 35 βαθμός μείωσης των παραγόντων.....	153
Εικόνα 36 απόδοση ναυτικού υπό την επίδραση covid-19	153

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1 Οι πιθανότητες για το παράδειγμα Βρεγμένο γρασίδι.	104
Πίνακας 2 Ο πίνακας πρωταρχικών πιθανοτήτων για την $P(H,R,S)$. Τα ανύσματα	105
Πίνακας 3H $P(H,R,S)$ με απαλοιφή όλων των καταχωρήσεων για $H=p$	106
Πίνακας 4 Ο υπολογισμός της $P^*(H,R,S)=P(H,R,S/H=y)$	106
Πίνακας 5: υπολογισμός της $P^*(W,R)= P(W/R)* P^*(R) = P(W,R) P^*(R) / P(R)$	106
Πίνακας 6 : $P^{**}(W,R)=P(W,R/W=y,H=y)$	107
Πίνακας 7 $P^{**}(R,S)=P(R,S/H=y,W=y)$	107
Πίνακας 8 Κανονικοποιημένα βάρη, R Riahi κ,α, 2014.....	134
Πίνακας 9: βαθμός χρησιμότητας (utility value), R Riahi κ,α, 2014	136
Πίνακας 10 Τροποποίηση της τιμής χρησιμότητας του στόχου (goal) λόγω της μεταβολής των 14 μεταβλητών εισόδου.....	138
Πίνακας 11 επίδραση του covid-19 στους ναυτικούς (Claire Pekcan, κ.α 2020).....	146
Πίνακας 12 σενάρια μείωσης παραγόντων λόγω covid-19	152

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία πραγματεύεται θέματα που σχετίζονται με την μελέτη της απόδοσης του ανθρώπου στο πλοίο. Η έννοια της απόδοσης αναφέρεται στην εκπλήρωση ενός έργου από έναν άνθρωπο ή μια ομάδα ανθρώπων με σκοπό την επίτευξη συγκεκριμένων στόχων (αποτελεσμάτων). Πρόκειται για ένα σύστημα πολυπλοκότητας και κρίνεται αναγκαία η συστημική προσέγγιση. Στο σημείο αυτό βρίσκεται η πρόκληση η οποία απαιτεί τον προσδιορισμό των παραγόντων που επιδρούν στην απόδοση του ναυτικού. Έτσι, παρουσιάστηκαν οι καθοριστικοί παράγοντες κάτω από τους οποίους η εκτίμηση και η παρακολούθηση της απόδοσης του ανθρώπου στο πλοίο αυξάνεται ή δυσχεραίνεται. Αναπτύχθηκε μοντέλο που βασίζεται στη θεωρία Bayesian δικτύων με στόχο την μέτρηση της απόδοσης του ναυτικού στο πλοίο. Έγινε προσπάθεια στο να δοθεί απάντηση στο ερώτημα πώς μπορούν να συντελέσουν στην επίτευξη ικανοποιητικής απόδοσης η στρατηγική πρόβλεψης των εξελίξεων και γεγονότων, η αξιοποίηση μοντέλων ανθρώπινης απόδοσης, η ανάπτυξη εαυτο-γνωσίας, και η ψυχική ανθεκτικότητα και προσαρμοστικότητα των εργαζομένων;

Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται μία σύντομη ιστορική αναδρομή στην ανθρώπινη απόδοση και στον ανθρώπινο παράγοντα. Στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζεται η αναγκαιότητα της επιστήμης του ανθρώπινου παράγοντα ,πραγματοποιείται ανάλυση της έννοιας της ανθρώπινης απόδοσης και αναφέρονται οι σύγχρονες αντιλήψεις για την συσχέτιση της με την ασφάλεια. Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στη συστημική προσέγγιση και αναλύονται οι βασικοί παράγοντες που έχουν καθοριστική επίδραση στην απόδοση του ανθρώπου στο πλοίο. Στο τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζεται αναλυτικά η δομή ανάπτυξης του μοντέλου. Στο πέμπτο κεφάλαιο γίνεται η πρόταση διαφόρων σεναρίων με σκοπό την εκτίμηση της επίδρασης του covid-19 στην απόδοση των ναυτικών.

ABSTRACT

This paper deals with issues related to the study of human performance on board. The concept of performance refers to the fulfillment of a task by a person or a group of people in order to achieve specific goals (results). This is a system of complexity and a systemic approach is necessary. This is the challenge that demands the proposal of the factors that affect the performance of the seafarers. Thus, the factors that affect the assessment and monitoring of human performance on board are presented. A model based on Bayesian network theory was developed to measure the performance of seafarers. Efforts have been made to answer issues such as: how the strategy of forecasting developments and events, the utilization of models of human performance, the development of self-knowledge, mental resilience and adaptability of employees, contribute to the achievement of satisfactory performance?

The first chapter provides a brief historical overview of human performance and the human factor. The second chapter presents the necessity of the science of the human factor, analyzes the concept of human performance, and presents the modern perceptions for its correlation with safety. The third chapter includes the systemic approach and analyzes the key factors that have a decisive effect on human performance on the ship. The fourth chapter presents in detail the development structure of the model. In the fifth chapter, various scenarios are proposed in order to assess the impact of covid-19 on the performance of seafarers.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η απόδοση του ανθρώπου στο πλοίο διαθέτει όλα εκείνα τα χαρακτηριστικά μίας στρατηγικής, καθώς αναδεικνύεται ως μέσο διαμόρφωσης κατάλληλων μηνυμάτων, αξιών, το οποίο οδηγεί τον άνθρωπο σε μία βαθύτερη κατανόηση, τόσο του εαυτού του (εαυτογνωσία), όσο και του συστήματος που τον περιβάλλει.

Το έναυσμα για τη συγγραφή της εργασίας αποτέλεσαν οι σπουδές μου καθώς και το ενδιαφέρον μου για να αναδείξει την αξία του ανθρώπινου παράγοντα ως βασικού πυλώνα στην Ναυτιλία. Λαμβάνοντας υπόψη τις προκλήσεις της σύγχρονης εποχής, αλλά και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των ανθρώπων, θεωρήσαμε ότι η εφαρμογή της συγκεκριμένης δράσης θα διευκόλυνε τη δημιουργία νέων νοημάτων και πρακτικών στην έννοια της απόδοσης των ναυτικών, που θα μπορούσαν να προσανατολίσουν περισσότερο προς τη δημιουργικότητα, τη συμπερίληψη και τη κατανόηση της διαφορετικότητας και πολυπλοκότητας του ανθρώπινου στοιχείου

Ας εμβαθύνουμε με μια ευρύτατη έρευνα και ένα γόνιμο διάλογο στο κεφάλαιο **«απόδοση του ανθρώπου στο πλοίο»**.

Ας μελετήσουμε τη μέθοδο της Συστημικής θεωρίας, και ας επιδιώξουμε την αξιοποίηση των μοντέλων για την εμβάθυνση στην μελέτη της απόδοσης του ανθρώπου στο πλοίο.

Ας ενισχύσουμε τις διαδικασίες εκείνες που βοηθούν το Ναυτιλιακό Οργανισμό να λειτουργήσει ως ένας μανθάνων οργανισμός, που δύναται να εφαρμόζει τις δράσεις του (αυτο-πηδαλιουχούμενος), να παραμένει ανοιχτός διατηρώντας την ταυτότητά του, να προάγει όλους τους εργαζόμενους στον οργανισμό **ως όλον**, με τρόπο που το προσωπικό και το κοινωνικό να συνεξελίσσονται. (Α.Κοντάκος, 2017)

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα εργασία προσεγγίζοντας την μέτρηση της απόδοσης του ανθρώπου στο πλοίο, αποσκοπεί στο να αναδείξει την σημασία του ανθρώπινου παράγοντα στο περιβάλλον του πλοίου. Ειδικά στον εργασιακό χώρο της εποχής μας, η σημασία της αποδοτικότητας του εργαζομένου στο πλοίο, έχει εξαιρετική σπουδαιότητα καθώς οι νέες συνθήκες τις οποίες καλείται να αντιμετωπίσει μεταβάλλονται διαρκώς και αναδεικνύουν ζητήματα ανθρωπίνων σχέσεων όπως ανθρώπινη αξιοπιστία, δημιουργία κατάλληλων συνθηκών, η ανάληψη θέσεων ευθύνης από πρόσωπα που εφαρμόζουν κατάλληλη στρατηγική διοίκησης της ομάδας, κατέχοντας τις απαραίτητες γνώσεις και δεξιότητες.

Η εργασία δομείται σε δύο μέρη: στο **Α΄ μέρος** (θεωρητικό πλαίσιο) και στο **Β΄ μέρος** (εφαρμογή μοντέλου).

Στο **πρώτο κεφάλαιο** γίνεται μία σύντομη ιστορική αναδρομή στην ανθρώπινη απόδοση και στον ανθρώπινο παράγοντα.

Στο **δεύτερο κεφάλαιο** παρουσιάζεται η αναγκαιότητα της επιστήμης του ανθρώπινου παράγοντα και γίνεται αναφορά στην ανάλυση της ανθρώπινης αξιοπιστίας που αποτελεί το βασικότερο εργαλείο του ανθρώπινου παράγοντα για την εκτίμηση των σφαλμάτων. Επιπρόσθετα γίνεται μια σύντομη ιστορική αναδρομή στην έννοια της ασφάλειας και αναφέρονται οι σύγχρονες αντιλήψεις για την συσχέτιση της ασφάλειας με τη ανθρώπινη απόδοση. Το κεφάλαιο ολοκληρώνεται με την ανάλυση της έννοιας της ανθρώπινης απόδοσης καθώς και με τις διάφορες προσεγγίσεις που αφορούν την μέτρηση της.

Στο **τρίτο κεφάλαιο** γίνεται αναφορά στην συστημική προσέγγιση και αναλύονται οι βασικοί παράγοντες που έχουν καθοριστική επίδραση στην απόδοση του ανθρώπου στο πλοίο

Το **τέταρτο κεφάλαιο** περιέχει μία εισαγωγή στην αβεβαιότητα, τα πιθανολογικά γραφικά μοντέλα και τις βασικές αρχές της θεωρίας πιθανοτήτων. Στην συνέχεια

παρουσιάζουμε αναλυτικά την δομή του μοντέλου μας παραθέτοντας τους κόμβους που το αποτελούν , τις σχέσεις μεταξύ αυτών (υπό μορφή πινάκων εξαρτημένων πιθανοτήτων) , και πραγματοποιείται η εφαρμογή του μοντέλου μέσω της μελέτης περίπτωσης για την εκτίμηση της απόδοσης ενός ναυτικού.

Στο **πέμπτο κεφάλαιο** αναλύεται η επίδραση που είχε η πανδημία του covid-19 στους παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η απόδοση του ανθρώπου και στην συνέχεια πραγματοποιήθηκε η εφαρμογή της επίδρασης του covid-19 στο μοντέλο που αναπτύξαμε στο 4 κεφάλαιο ,μέσω την δημιουργίας διαφόρων σεναρίων με σκοπό την εκτίμηση της επίδρασης του covid-19 στην απόδοση των ναυτικών.

Κλείνοντας, η εργασία μας παρουσιάζει τα κυριότερα συμπεράσματα που προέκυψαν από την εφαρμογή του μοντέλου.

ΜΕΡΟΣ Α΄

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

1.1 Εισαγωγή

Σύμφωνα με τους αρθρογράφους M. Nazaruk, B. Hughes (2019), οι απαρχές της ανθρώπινης απόδοσης μπορούν να αναχθούν στο 1898. Ο Frederick W. Taylor, ένας μηχανολόγος μηχανικός που ονομάστηκε πατέρας της επιστημονικής διοίκησης, τροποποίησε τον τρόπο με τον οποίο οι εργαζόμενοι επιτελούσαν τα καθήκοντά τους στην εταιρία Bethlehem Steel παρέχοντας προσαρμοσμένα εργαλεία. Αυτές οι μέθοδοι με επίκεντρο τον χρήστη είχαν ως αποτέλεσμα την τριπλάσια αύξηση της ημερήσιας παραγωγής. Επίσης, τροποποίησε τα προγράμματα επιλογής, κατάρτισης και ξεκούρασης στο πλαίσιο της εργασίας χρησιμοποιώντας μεθόδους συλλογής δεδομένων και στατιστική ανάλυση.

Στις αρχές της δεκαετίας του 1900 η ψυχολογία αποκτούσε ιδιαίτερη δυναμική ως μια έγκυρη πηγή γνώσης. Ψυχομετρικές εξετάσεις για την ικανότητα πτήσης αναπτύχθηκαν αρχικά για τον αμερικανικό στρατό, ενώ αντίστοιχες μέθοδοι επικεντρώθηκαν στη βελτίωση της επιλογής ανθρώπινου δυναμικού, καθώς και της κατάρτισης του στρατού. Το κέντρο ενδιαφέροντος μετατοπίστηκε αργότερα από τους πιλότους στο σχεδιασμό αεροσκαφών, εξετάζοντας την επίδραση των ελέγχων, των οθονών και των δυνάμεων G στις αποφάσεις και στις συμπεριφορές των πιλότων. Το 1937, αναπτύχθηκε το πρώτο κοστούμι πτήσης (g-suit) για αεροπόρους και αστροναύτες το οποίο ήταν αποτέλεσμα έρευνας των ανθρώπινων και μηχανικών ορίων απόδοσης. Ο Δεύτερος Παγκόσμιος Πόλεμος επιτάχυνε την εφαρμογή της ψυχολογικής έρευνας σε δραστηριότητες υψηλού κινδύνου. Η μελέτη τόσο των ψυχικών όσο και των σωματικών αναγκών των αεροπόρων οδήγησε σε βελτιστοποίηση του σχεδιασμού των αεροσκαφών. Για παράδειγμα, χειριστήρια και οθόνες ραντάρ επέτρεψαν την αποτελεσματικότερη αναγνώριση των εχθρικών αεροσκαφών. Η επίλυση τέτοιων προκλήσεων απαιτούσε από τους μηχανικούς να συνεργάζονται στενά με τους ψυχολόγους.

Παρόλο που ο στρατός χρηματοδότησε σχεδόν όλη την έρευνα του ανθρώπινου παράγοντα κατά τη διάρκεια του πολέμου, η βιομηχανία αργότερα ενδιαφέρθηκε επίσης για την αξία της. Ο McDonnell Douglas και η Boeing ίδρυσαν δύο ομάδες ανθρώπινου παράγοντα και η Bell Laboratories δημιούργησε μια ομάδα ανθρώπινου παράγοντα που συμβούλευε τους μηχανικούς για τη διάταξη των πλήκτρων για τηλέφωνα. (M. Nazaruk, B. Hughes, 2019)

Κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου, πολλές βιομηχανίες άρχισαν να συνειδητοποιούν ότι η αυξημένη αποτελεσματικότητα στην επίτευξη των επιθυμητών στόχων δεν εξαρτάται μόνο από τον άνθρωπο ή την τεχνολογία. Αντίθετα, εξαρτάται από το πόσο καλά το άτομο, το μηχάνημα και οι διαδικασίες αλληλεπιδρούν μεταξύ τους για να δημιουργήσουν ένα σύστημα. Για αυτό οι επαγγελματίες που ασχολούνται με τον ανθρώπινο παράγοντα επικεντρώνονται στο σύστημα και όχι στον άνθρωπο ή στο μηχάνημα ξεχωριστά. Αυτό απαιτεί μια ολιστική προσέγγιση, συμπεριλαμβανομένης της ιατρικής, της φυσιολογίας, της επιστήμης των μηχανικών των υπολογιστικών, της στατιστικής και της ψυχολογίας.

Μια παρόμοια εξέλιξη της εφαρμογής της ψυχολογίας σε στρατιωτικούς και βιομηχανικούς τομείς σημειώθηκε στο Ηνωμένο Βασίλειο και τη Ρωσία. Αυτές οι προσπάθειες οδήγησαν στην ίδρυση επαγγελματικών φορέων για επαγγελματίες του ανθρώπινου παράγοντα, όπως το Chartered Institute of Ergonomics and Human Factors (1949) του Ηνωμένου Βασιλείου ή η Εταιρεία ανθρώπινων παραγόντων και εργονομίας των ΗΠΑ, Human Factors and Ergonomics Society (1957).

Η αρχή της ανθρώπινης απόδοσης εξελίχθηκε παράλληλα με του ανθρώπινου παράγοντα. Μια εξέχουσα επιρροή ήταν ένας καθηγητής ψυχολογίας του Χάρβαρντ με τον όνομα B.F Skinner, ο οποίος είναι γνωστός ως ο πατέρας του συμπεριφορισμού. Περίπου το 1954, έθεσε τα επιστημονικά θεμέλια για την Ασφάλεια με βάση την Συμπεριφορά και το μοντέλο ABC (Antecedents/Behaviors/Consequences). Σύμφωνα με αυτό το μοντέλο, η συνέπεια που έπεται της συμπεριφοράς έχει τη μεγαλύτερη επίδραση στην πιθανότητα παρόμοιας συμπεριφοράς που θα συμβεί στο μέλλον. Ακόμα ανέπτυξε μια μηχανή διδασκαλίας που επέτρεψε τη εκμάθηση μέσω ενός τεστ πολλαπλών επιλογών με μια καινοτομία. Οι μαθητές θα λάμβαναν ανατροφοδότηση (συνέπεια) αμέσως μετά την συμπλήρωση των απαντήσεών τους. Στη δεκαετία του 1960, αυτή η

"προγραμματισμένη διδασκαλία" εφαρμόστηκε σε στρατιωτική εκπαίδευση και μείωσε το χρόνο που απαιτείται για την εκμάθηση ενός μαθήματος στο ένα τρίτο.

Με βάση αυτές τις επιτυχίες, η Εθνική Εταιρεία Προγραμματισμένων Οδηγιών (National Society for Programmed Instruction ,NSPI) ιδρύθηκε το 1962, στις ΗΠΑ. Η εστίαση ήταν αρχικά στην εκπαίδευση, αλλά με την πάροδο του χρόνου επεκτάθηκε και σε επιχειρηματικές εφαρμογές. Το NSPI άλλαξε το όνομά του το 1995 σε Διεθνή Εταιρεία για τη Βελτίωση της Απόδοσης και ο Robert Mager, ένας από τους προέδρους του NSPI, δήλωσε:

«Οι άνθρωποι συχνά δεν κάνουν, αυτά που γνωρίζουν να κάνουν για τους εξής λόγους:

- *Δεν διαθέτουν τα εργαλεία για να λειτουργούν όπως επιθυμούν.*
- *Δεν τους δίνεται η εξουσία να δρουν όπως επιθυμούν.*
- *Δεν γνωρίζουν τι αναμένεται από τους άλλους να κάνουν.*
- *Τιμωρούνται όταν πράττουν όπως επιθυμούν. »*

Στη δεκαετία του 1970, ο μαθητής του καθηγητή Skinner, Thomas Gilbert, περιέγραψε τον τρόπο ανάλυσης της ανθρώπινης απόδοσης. Προσδιόρισε έξι πιθανές κατηγορίες αιτιών στις οποίες μπορεί να αποδοθεί γιατί κάποιος έχει μειωμένη απόδοση στη δουλειά του. Πρόκειται για το Μοντέλο Μηχανικής Συμπεριφοράς που περιλαμβάνει :

1) πληροφορίες

- 1 Οι ρόλοι και οι προσδοκίες της απόδοσης ορίζονται με σαφήνεια και οι εργαζόμενοι λαμβάνουν ανατροφοδότηση όσον αφορά με την επάρκεια της απόδοσης τους.
- 2. Χρησιμοποιούνται σαφείς και σχετικές οδηγίες για την περιγραφή της διαδικασίας της εργασίας.
- 3. Το σύστημα διαχείρισης επιδόσεων καθοδηγεί την απόδοση και την ανάπτυξη των εργαζομένων

2) Υποστήριξη, εργαλεία και πόροι

- υλικά, εργαλεία και χρόνος που απαιτείται για την εκτέλεση της εργασίας.
- Οι διαδικασίες καθορίζονται με σαφήνεια και συμβάλουν στην βελτίωση της ατομικής απόδοσης εάν ακολουθηθούν.
- Το εργασιακό περιβάλλον συμβάλλει στη βελτίωση της απόδοσης. Όταν οι συνθήκες εργασίας είναι ασφαλείς, καθαρές, και οργανωμένες τότε ευνοείτε η απόδοση

3) Συνέπειες και κίνητρα.

- Υπάρχουν οικονομικά και μη οικονομικά κίνητρα. τα συστήματα ανταμοιβής ενισχύουν θετικά την απόδοση.
- Οι θέσεις εργασίας εμπλουτίζονται ώστε να επιτρέπουν την κάλυψη των αναγκών των εργαζομένων.
- Το συνολικό εργασιακό περιβάλλον είναι υποστηρικτικό, όπου οι εργαζόμενοι πιστεύουν ότι έχουν την ευκαιρία να πετύχουν και υπάρχουν ευκαιρίες επαγγελματικής εξέλιξης.

4) Δεξιότητες και γνώσεις.

- Οι εργαζόμενοι έχουν τις απαραίτητες γνώσεις, εμπειρία και δεξιότητες για να επιτύχουν τις επιθυμητές συμπεριφορές.
- Οι εργαζόμενοι με τις απαραίτητες γνώσεις, εμπειρία και δεξιότητες τοποθετούνται σε κατάλληλες θέσεις εργασίας για να χρησιμοποιούν και να μοιράζονται ό, τι γνωρίζουν.
- Οι εργαζόμενοι εκπαιδεύονται κατάλληλα ώστε να κατανοεί ο ένας τον ρόλο του άλλου.

5) Επιλογή και ικανότητα

- Οι εργαζόμενοι έχουν την ικανότητα να μαθαίνουν και προσαρμόζονται στους στόχους
- Οι εργαζόμενοι προσλαμβάνονται και επιλέγονται με σκοπό για να ταιριάζουν με τα δεδομένα των εργασιακών απαιτήσεων.

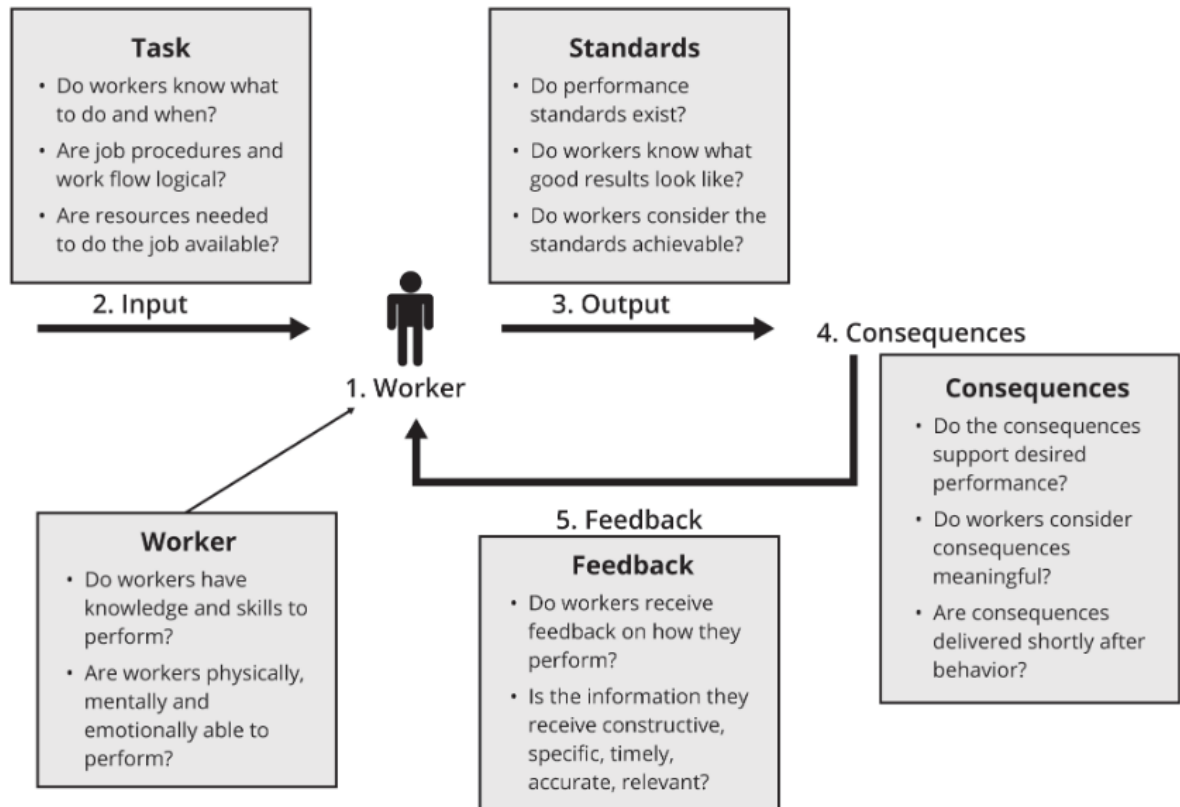
- Οι εργαζόμενοι είναι απαλλαγμένοι από συναισθηματικούς περιορισμούς που θα μπορούσαν να επηρεάσουν την απόδοσή τους.

6) Συμπεριφορά και κίνητρο.

- Τα κίνητρα των εργαζομένων ευθυγραμμίζονται με την εργασία και το εργασιακό περιβάλλον.
- Οι εργαζόμενοι επιθυμούν να εκτελέσουν τις απαιτούμενες εργασίες.

Ένα άλλο ορόσημο στο πεδίο της ανθρώπινης απόδοσης ήταν το έργο των Geary Rummier και Alan Brache , πρωτοπόρων στην εφαρμογή εκπαιδευτικών τεχνολογιών και τεχνολογιών επιδόσεων σε οργανισμούς, που αναγνώρισαν ότι για να εξηγήσουμε με ακρίβεια τη συμπεριφορά, πρέπει να σκεφτούμε την ευρύτερη οργάνωση. Αυτό ονομάζεται συστημική σκέψη, και η βασική πεποίθηση είναι ότι κάθε άτομο λειτουργεί στο πλαίσιο του συστήματος. Βελτιώσεις είναι εφικτές μόνο εφόσον κατανοήσουμε το σύστημα.

Σύμφωνα με τον κ. Rummier και τον κ. Brache, "οι περισσότερες απόπειρες βελτίωσης των ανθρώπινων αποδόσεων είναι καταδικασμένες σε αποτυχία από την αρχή ... επειδή προχωρούν από την λανθασμένη υπόθεση ότι οι άνθρωποι αποδίδουν ανεξάρτητα από εξωτερικές επιρροές ."



Εικόνα 1: Γράφημα που δείχνει τους παράγοντες που απαιτούνται για υψηλή απόδοση.(Rummler,Brache(1992)

Στο παραπάνω σχήμα απεικονίζονται οι διάφορες πτυχές του συστήματος που πρέπει να εξετασθούν για την κατανόηση και την επίτευξη των επιθυμητών ανθρώπινων επιδόσεων.

Ο κ. Rummler πρότεινε τις ακόλουθες τρεις αρχές σχετικά με το μοντέλο που παρουσιάζεται στο παραπάνω διάγραμμα:

- Η επιθυμητή απόδοση είναι αποτέλεσμα των πέντε παραγόντων (ο εργαζόμενος, η εργασία, τα πρότυπα, οι συνέπειες και η ανατροφοδότηση).
- Η αιτία της κακής απόδοσης είναι σπάνια η έλλειψη δεξιοτήτων
- Οι γνώσεις / δεξιότητες έχουν μικρή επίδραση στην απόδοση.

Υποστήριξε ότι "από μόνη της η εκπαίδευση ή κατάρτιση δεν μπορεί να ξεπεράσει τις δυσκολίες ενός έργου, τις αρνητικές συνέπειες ή την έλλειψη ανατροφοδότησης που είναι σταθερά ενσωματωμένες σε ορισμένους οργανισμούς". Σύμφωνα με τα λεγόμενά

του, *"εάν βάζετε έναν αποδοτικό εργαζόμενο ενάντια σε ένα κακό σύστημα, το σύστημα θα κερδίζει κάθε φορά"*.

Στις μέρες μας, τόσο ο ανθρώπινος παράγοντας όσο και η ανθρώπινη απόδοση είναι τεχνικοί κλάδοι όπου οι ειδικοί αναμένεται να έχουν συγκεκριμένη εκπαίδευση και ευρεία πρακτική εμπειρία στην ανάλυση και βελτίωση των παραγόντων που διαμορφώνουν την ανθρώπινη απόδοση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

Η ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ

2.1.Ανθρώπινος παράγοντας και αξιοπιστία

2.1.1 Ανθρώπινος παράγοντας και ανθρώπινο λάθος

Ο ανθρώπινος παράγοντας αποτελεί το κυρίαρχο στοιχείο όλων των Μηχανικών συστημάτων. Εμπλέκεται σε όλα τα στάδια παραγωγής ενός έργου οποιασδήποτε μορφής και επιδιωκόμενου αποτελέσματος. Η διαδικασία στο σύνολό της, για την επίτευξη ενός έργου, είναι γενικά αρκετά πολύπλοκη και έχει να κάνει με τις αλληλεπιδράσεις των ατόμων τόσο μεταξύ τους όσο και με το περιβάλλον τους. Για παράδειγμα , η πραγματοποίηση δρομολόγιου ενός πλοίου επηρεάζεται τόσο από την κατάσταση του ίδιου του πλοίου , όσο και από το πλήρωμα, την ναυτιλιακή εταιρία, καθώς και από τις καιρικές συνθήκες. Ωστόσο, έχει αποδειχθεί ότι το ανθρώπινο στοιχείο αποτελεί το πιο αδύναμο κρίκο των μηχανικών συστημάτων και είναι ο βασικός και μακράν ο πιο συχνός λόγος που οδηγεί σε ατυχήματα. (Turner, 1978).Ένας τρόπος προσέγγισης των ατυχημάτων αυτών , είναι μέσω της διερεύνησης του λάθους (και κυρίως του ανθρώπινου λάθους) που τα προκάλεσαν έτσι ώστε να αποφευχθεί η επανεμφάνιση τους. (Ventikos, 2002).

Το ανθρώπινο λάθος , είτε γίνεται με πρόθεση είτε όχι, μπορεί να ορισθεί ως εξής (Lorenzo, 1970) : Σύμφωνα με τον Lorenzo, το ανθρώπινο λάθος «είναι κάθε ανθρώπινη δράση (ή έλλειψη) που υπερβαίνει ή δεν επιτυγχάνει κάποιο όριο αποδοχής, όπου τα όρια της ανθρώπινης επίδοσης ορίζονται από το σύστημα.»

Αντίστοιχα ο ορισμός που έθεσε ο Reason (1990) αναφέρεται στο ότι «Το λάθος είναι μια γενική έννοια η οποία προσπαθεί να συμπεριλάβει όλες εκείνες τις περιπτώσεις στις οποίες μια σχεδιασμένη ακολουθία νοητικών και φυσικών

ενεργειών αποτυγχάνει να επιτύχει το επιδιωκόμενο αποτέλεσμα, χωρίς να μπορεί αυτή η αποτυχία να αποδοθεί σε τυχαίους παράγοντες»

Στην ίδια λογική κινείται και ο ορισμός του Hollnagel (1993): «Μια λανθασμένη ενέργεια μπορεί να οριστεί ως μια ενέργεια που δεν παράγει τα προσδοκώμενα αποτελέσματα και/ή η οποία παράγει μια ανεπιθύμητη συνέπεια»

Βασικό στοιχείο των παραπάνω ορισμών είναι ότι το λάθος προκύπτει όταν υπάρχει ένα φάσμα επιλογών στον τρόπο διεκπεραίωσης μιας δραστηριότητας ή εκτέλεσης μιας ενέργειας, καθώς και το ότι για να συμβεί το λάθος κατά την εκτέλεση μιας ενέργειας, θα πρέπει η ενέργεια αυτή να αποσκοπεί σε κάποιο συγκεκριμένο και επιδιωκόμενο αποτέλεσμα. Συνεπώς υπάρχει άμεση συσχέτιση ανάμεσα στην απόδοση του ανθρώπου και στο ανθρώπινο σφάλμα.

Το ανθρώπινο λάθος συνέβαλε σημαντικά σε πολυάριθμες σύγχρονες καταστροφές, όπως στην εργοστασιακή έκρηξη στο Μποπάλ, στα σιδηροδρομικά ατυχήματα στο Paddington και στο Southall, στα ναύαγια του Herald of Free Enterprise και του Exxon Valdez, στις πυρηνικές καταστροφές στο Τσερνομπίλ και το νησί Three-Mile Island, στο ατύχημα του λεωφορείου Challenger και σε πολλά άλλα. Το κοινό σε αυτές τις καταστροφές ήταν ότι εκτέθηκαν σε καθημερινή βάση και τελικά επηρεάστηκαν από τον αντίκτυπο του ανθρώπινου παράγοντα / σφάλματος. Πολλά από αυτά τα περιστατικά προκάλεσαν απώλεια ζωής ή πολλαπλούς τραυματισμούς, αλλά εκτός από αυτό, το περιβαλλοντικό και οικονομικό κόστος ήταν ακόμη μεγαλύτερο. (Ventikos N., Papamichalis G., 2008). Η διαχείριση και πρόληψη του ανθρώπινου λάθους έχει καταστεί κορυφαία προτεραιότητα για τις περισσότερες από τις προηγμένες βιομηχανίες όπως η αεροπορία και η πυρηνική ενέργεια. Αρχικά, οι ερευνητές επικεντρώθηκαν στο τεχνικό μέρος του προβλήματος, μια κοινή πρακτική που κυριαρχεί από τότε. Ωστόσο, καθώς η σύγχρονη τεχνολογία παρέχει εξαιρετικά έξυπνα και αξιόπιστα συστήματα, οι επιστήμονες επικεντρώθηκαν επίσης στην αλληλεπίδραση μεταξύ αυτών των συστημάτων και στην ανθρώπινη απόδοση. Επιπλέον, κατά τη διερεύνηση ατυχημάτων που περιελάμβαναν τον εξοπλισμό και την διαχειριστική αποτυχία, οι ερευνητές συμφωνούν ότι πρέπει να υπάρχουν περισσότερες διαθέσιμες γνώσεις (σε επίπεδο κατάρτισης) σχετικά με την κουλτούρα της ασφάλειας

Παρακάτω είναι μερικοί από τους πολλούς τρόπους κατηγοριοποίησης του ανθρώπινου λάθους .

1)εξωγενές έναντι ενδογενούς

Τα Ενδογενή Σφάλματα οφείλονται σε εσωτερικές αιτίες και έχουν να κάνουν με τις νοητικές διαδικασίες, αυτές δηλαδή στις οποίες υπεισέρχονται η νοημοσύνη και η λογική του ανθρώπινου παράγοντα. Κάποιοι συγγραφείς αναφέρονται σε αυτές τις αιτίες ως ‘ψυχολογικοί μηχανισμοί’. Για την καλύτερη κατανόηση των ενδογενών σφαλμάτων είναι απαραίτητη η γνώση από άλλα επιστημονικά πεδία όπως αυτά της ψυχολογίας, φυσιολογίας και τις νευρολογίας.

Τα Εξωγενή Σφάλματα οφείλονται σε εξωτερικές αιτίες και έχουν να κάνουν με το επαγγελματικό περιβάλλον μέσα στο οποίο δραστηριοποιείται ο άνθρωπος παράγοντας και με τα στοιχεία εκείνα που μπορούν να ενθαρρύνουν κάποιο σφάλμα.(Κούναβος Δ. ,2012)

2)Οργανωτικά και διαδικαστικά σφάλματα

Σύμφωνα με τον (Κούναβος Δ. ,2012) *«Τα διαδικαστικά σφάλματα είναι αυτά τα οποία προκαλούνται όταν κάποιο άτομο αποτυγχάνει να φέρει εις πέρας ένα συγκεκριμένο καθήκον σε μια σειρά από δραστηριότητες για τις οποίες θεωρείται κατάλληλο.»* Ως εκ τούτου τα αίτια οποιουδήποτε ατυχήματος μπορούν να αναχθούν απευθείας σε ένα ή περισσότερα αναγνωρίσιμα εναρκτήρια γεγονότα (δηλαδή σφάλμα κάποιου χειριστή).

Ενώ αντίστοιχα *«τα οργανωτικά σφάλματα οφείλονται κυρίως σε κακές και άστοχες οργανωτικές ή διαχειριστικές επιλογές, όπως για παράδειγμα ανάληψη υπερβολικών ρίσκων (ίσως λόγω οικονομικών περιορισμών), προβλήματα επικοινωνίας μεταξύ των στελεχών, των οργανισμών και των πελατών, έλλειψη καινοτομίας από πλευράς του οργανισμού, αναδιάρθρωση και αναδόμηση του οργανισμού εξαιτίας οικονομικών λόγων».* (Κούναβος Δ. ,2012)

3) Ολίσθημα/Εκτροπή έναντι Σφάλμα/Λάθος

σύμφωνα με τον Norman (1981), τα ανθρώπινα σφάλματα μπορούν να καταταγούν γενικότερα ως:

α) Ολίσθημα ή παραστράτημα (Slips or Lapses). Το ολίσθημα μπορεί να οριστεί γενικά ως η αποτυχία επίτευξης κάποιου ή κάποιων προκαθορισμένων στόχων, όπως π.χ. κάποιο υπολογιστικό λάθος, παράλειψη ανοίγματος συγκεκριμένης βαλβίδας ή ακούσιο κλείσιμο λάθους βαλβίδας.

β) Σφάλμα ή Λάθος (Mistake). Ως Σφάλμα θεωρείται η επιλογή ακατάλληλων στόχων ή τα λάθη στον σχεδιασμό κάποιας ενέργειας, όπως π.χ. η χρήση ακατάλληλης διαδικασίας λειτουργίας, επιλογή ακατάλληλου συνδυασμού φορτίων για τον σχεδιασμό μιας κατασκευής, κ.α.

Επομένως το Ολίσθημα είναι ένα ασυνείδητο λάθος, ενώ το Σφάλμα είναι ένα εσκεμμένο λάθος, κάτι που γίνεται δηλαδή συνειδητά σύμφωνα με τον Norman.

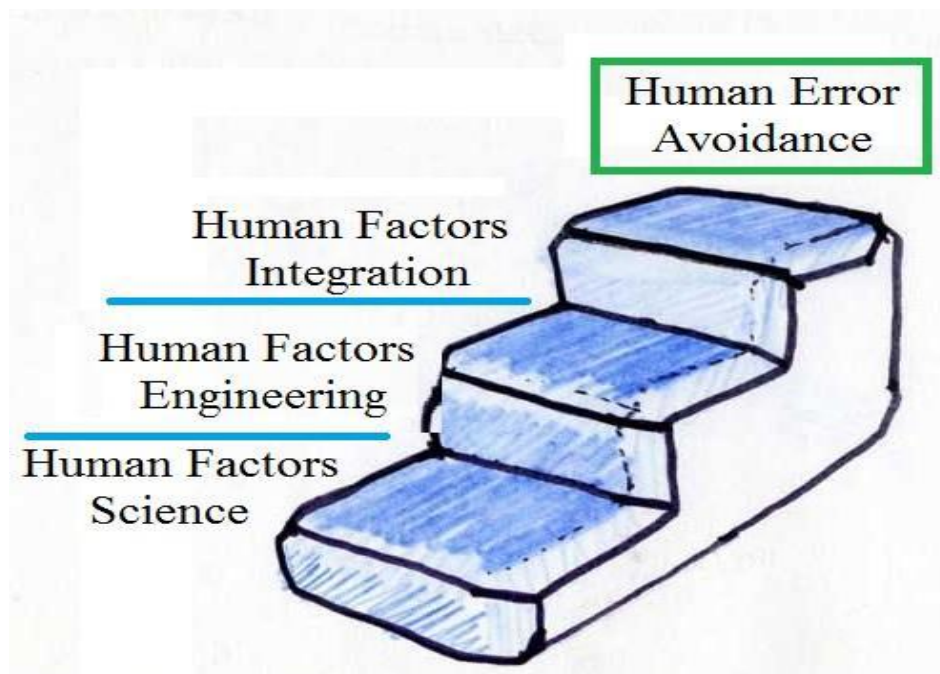
Πρόσφατα στατιστικά στοιχεία αποδεικνύουν ότι πάνω από το 80% των ατυχημάτων που συμβαίνουν παγκοσμίως συνδέονται καθολικά ή εν μέρει με ανθρώπινο σφάλμα ή με χαμηλή απόδοση (HSE, 1999). Για παράδειγμα, μια μελέτη έχει δείξει ότι το ανθρώπινο λάθος είναι ο κύριος παράγοντας στο 60% των συνολικών θαλάσσιων ατυχημάτων, ενώ οι οργανωτικές και διαχειριστικές παραλείψεις αποτελούν το 15%, ενώ το υπόλοιπο 25% αποτελεί μέρος τεχνικών προβλημάτων (Tangen, 1987) .

Στην προσπάθεια μετριασμού των επικίνδυνων επιπτώσεων του ανθρώπινου λάθους, το πεδίο του Ανθρώπινου Παράγοντα τέθηκε ως το πλέον πρωτεύον ζήτημα. Η έννοια του ανθρώπινου παράγοντα είναι το μέσο κατανόησης και διαχείρισης των ιδιοτήτων του ανθρώπου όσον αφορά τις ικανότητες και τους περιορισμούς αυτών. Ο ανθρώπινος παράγοντας μπορεί να αποδειχτεί χρήσιμος για την εφαρμογή των γνώσεών του στον εξοπλισμό, τα περιβάλλοντα εργασίας, τις διαδικασίες και τις πολιτικές, προκειμένου να ενισχυθεί η αλληλεπίδρασή τους με την ανθρώπινη απόδοση. Με την ενσωμάτωση της εφαρμοσμένης εργονομίας στην τεχνολογία, ο ανθρώπινος παράγοντας εγγυάται μια άτυπη «συμμαχία» μεταξύ των ατόμων και του συνολικού εργασιακού τους περιβάλλον. Η ιδέα της προσαρμογής σύνθετων συστημάτων στην ανθρώπινη επίδοση έχει περιγραφεί ευρέως από τους μελετητές ως

η ανθρωποκεντρική προσέγγιση. Αυτή η πρακτική μπορεί να προσφέρει διάφορα ευεργετικά στοιχεία σε άτομα όπως αυξημένη αποτελεσματικότητα και αποδοτικότητα, μειωμένη πιθανότητα σφάλματος, χαμηλότερο κόστος, μειωμένες σωματικές βλάβες και κυρίως αυξημένο ηθικό αίσθημα και ευημερία (Dr. Rothblum)

Η επιστήμη του ανθρώπινου παράγοντα έχει προσφέρει εφαρμογές σε διάφορους τομείς όπως μηχανική, στατιστικές, ιατρική, έρευνα επιχειρήσεων και ψυχολογία. Είναι ένας όρος που καλύπτει (Εικόνα 2.2):

- την επιστήμη της κατανόησης των ιδιοτήτων της ανθρώπινης ικανότητας (Human Factors Science).
- Την εφαρμογή αυτής της κατανόησης στο σχεδιασμό και στην ανάπτυξη συστημάτων και υπηρεσιών (Human Factors Engineering).
- την τέχνη της εξασφάλισης επιτυχούς εφαρμογής της Μηχανικής Ανθρώπινου Παράγοντα σε ένα πρόγραμμα (Human Factors Integration). Γνωστή και ως εργονομία.



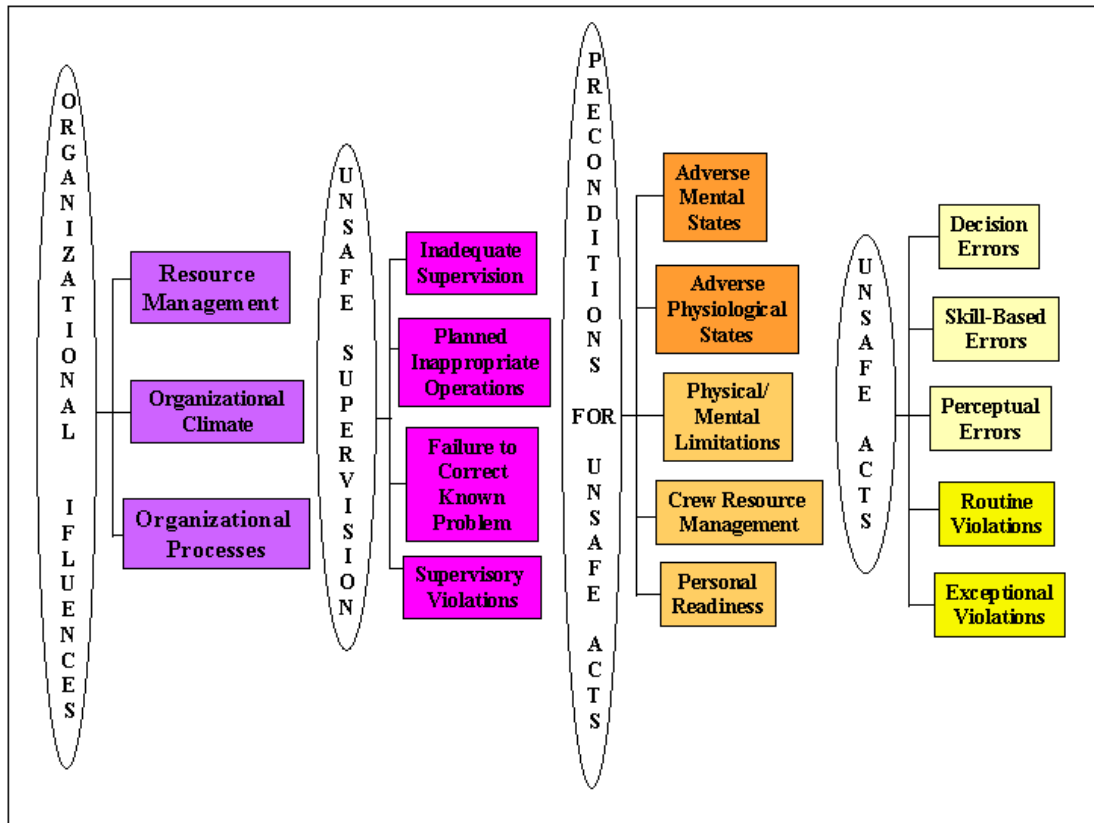
Εικόνα 2: Τρία βήματα για την αποφυγή του ανθρώπινου λάθους, Vagias (2010)

Ορισμένες πιο εξειδικευμένες προσεγγίσεις του ανθρώπινου παράγοντα που εμπεριέχονται στην εργονομία περιλαμβάνουν:

- Γνωστική εργονομία (Cognitive ergonomics)
- Ευχρηστία (Usability)
- Η αλληλεπίδραση ανθρώπου- υπολογιστή (Human computer interaction)
- αλληλεπίδραση ανθρώπου- μηχανών (Human machine interaction)
- Μηχανική εμπειρία χρήστη (User experience engineering)

Τα τελευταία 20 χρόνια, ο ανθρώπινος παράγοντας ήταν ένας πολύ ενεργός ερευνητικός τομέας. Για παράδειγμα, έχει δοθεί ιδιαίτερη έμφαση στην έρευνα της χωρητικότητας της ανθρώπινης μνήμης. Ένα άλλο πεδίο που έχει επωφεληθεί επίσης από τη χρήση πρακτικών ανθρώπινων παραγόντων είναι η λήψη αποφάσεων όσον αφορά την πρόληψη της πιθανότητας ανθρώπινων σφαλμάτων. Επιπλέον, η ανάλυση των συνομιλιών έχει χρησιμοποιήσει αρκετά μοντέλα ανθρώπινου παράγοντα για να αναπτύξει ένα παραγωγικό πλαίσιο ανθρώπινων επικοινωνιών.

Σε μια προσπάθεια να ταξινομηθούν επισήμως διάφορα είδη ανθρώπινων σφαλμάτων, ο Δρ Scott Shappell και ο Δρ Doug Wiegmann του Πανεπιστημίου του Illinois ανέπτυξαν το σύστημα ανάλυσης και ταξινόμησης των ανθρώπινων παραγόντων (Human Factors Analysis and Classification System - HFACS). Το HFACS είναι ένα χρήσιμο εργαλείο για τον προσδιορισμό των ανθρώπινων αιτιών ενός ατυχήματος καθώς και για την παροχή βοήθειας στη διαδικασία της έρευνας, στοχεύοντας στις προσπάθειες κατάρτισης και πρόληψης (Kirwan και Ainsworth 1992). Βασίζεται στο μοντέλο " Swiss Cheese " ανθρώπινου λάθους το οποίο εξετάζει τέσσερα επίπεδα ανθρώπινης αποτυχίας, συμπεριλαμβανομένων των μη ασφαλών πράξεων, των προϋποθέσεων για μη ασφαλείς πράξεις, της μη ασφαλούς εποπτείας και των οργανωτικών επιρροών.



Εικόνα 3 μοντέλο Swiss Cheese για το ανθρώπινο λάθος, Vagias(2010)

2.1.2 Η αναγκαιότητα της επιστήμης του ανθρώπινου παράγοντα

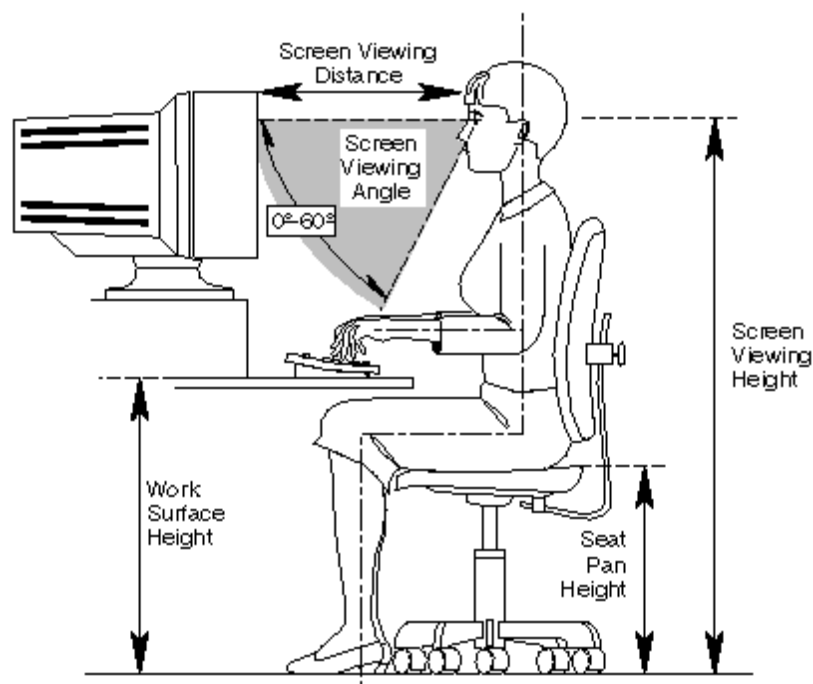
Η επιστήμη του ανθρώπινου παράγοντα αποτελεί τη σπίθα για περαιτέρω και πολύπλευρες μελέτες σχετικά με το ανθρώπινο δυναμικό και τις επιδόσεις. Στις αρχές του 21^{ου} αιώνα, εισήχθη ένας νέος τομέας μηχανικής για την ενσωμάτωση της γνώσης των ανθρώπινων παραγόντων στη σύγχρονη τεχνολογία.

"Η Μηχανική του Ανθρώπινου Παράγοντα είναι η έννοια της εφαρμογής της γνώσης των ανθρώπινων δυνατοτήτων και ορίων, στο σχεδιασμό προϊόντων, διαδικασιών, συστημάτων και εργασιακών περιβαλλόντων. Μπορεί να εφαρμοστεί στο σχεδιασμό όλων των συστημάτων που έχουν μια ανθρώπινη επαφή, συμπεριλαμβανομένου του υλικού και του λογισμικού. Η εφαρμογή στο σχεδιασμό του συστήματος βελτιώνει την ευκολία χρήσης, την απόδοση και αξιοπιστία του συστήματος και την ικανοποίηση των χρηστών, μειώνοντας ταυτόχρονα τα λειτουργικά σφάλματα, το άγχος του χειριστή, τις απαιτήσεις εκπαίδευσης, την κόπωση των χρηστών και την αναξιοπιστία για τα προϊόντα. Η Μηχανική του Ανθρώπινου Παράγοντα διακρίνεται ως το μοναδικό επιστημονικό πεδίο που συνδέει τον άνθρωπο με την τεχνολογία".(P.Jensson κ.α,2013).

Οι δραστηριότητες της μηχανικής ανθρώπινου παράγοντα περιλαμβάνουν:

1. Διασφάλιση ευχρηστίας
2. Καθορισμός των επιθυμητών προφίλ χρηστών
3. Ανάπτυξη τεκμηρίωσης χρήστη
4. Ανάπτυξη προγραμμάτων κατάρτισης

Ένα παράδειγμα ενσωμάτωσης του Ανθρώπινου Παράγοντα μέσω της εργονομίας είναι το παρακάτω σχήμα. Η επιστήμη του ανθρώπινου παράγοντα και η μηχανική Ανθρώπινου Παράγοντα έχουν εντοπίσει τις παραμέτρους που επηρεάζουν άμεσα τη συμμόρφωση του φορέα εκμετάλλευσης υπολογιστών με το σύστημα. Προκειμένου ο χειριστής να επιτύχει τη μέγιστη απόδοση, η Μηχανική Ανθρώπινου Παράγοντα έχει προσφέρει τις βέλτιστες αποστάσεις και γωνίες σε ένα περιβάλλον εργασίας.



Εικόνα 4: παράδειγμα εφαρμογής της Μηχανικής του ανθρώπινου παράγοντα (Vagias 2010)

Επιπλέον, η Μηχανική Ανθρώπινου Παράγοντα έχει παράσχει κατευθυντήριες γραμμές για την ενσωμάτωση των αρχών της στον σχεδιασμό πλοίων. Ορισμένες από τις συνηθέστερες προτάσεις περιλαμβάνουν Calhoun S.R., (2006).

- τον εντοπισμό των ατόμων σε ένα πολύπλοκο σύστημα
- προσομοίωση φόρτου εργασίας και μοντελοποίηση
- βελτίωση των διεπαφών ανθρώπου-μηχανής προκειμένου να αυξηθεί η συνολική ασφάλεια
- προηγμένες μεθόδους σχεδιασμού πλοίων με επίκεντρο τον άνθρωπο
- τεχνικές για την αύξηση της παραγωγικότητας του πληρώματος του πλοίου, μειώνοντας έτσι τις απαιτήσεις επάνδρωσης.

Στο παρακάτω σχήμα η Μηχανική Ανθρώπινου Παράγοντα προτείνει, υπό μορφή πυραμίδας, τα σημαντικότερα βήματα για την επιτυχή ενσωμάτωση των αρχών της στις σύγχρονες βιομηχανίες. Το κατώτατο σημείο της πυραμίδας επισημαίνει το γεγονός ότι πριν τη λήψη οποιασδήποτε δράσης, η διοίκηση πρέπει να συνειδητοποιήσει την αναγκαιότητα της μηχανικής του ανθρώπινου παράγοντα.



Εικόνα 5 τα βήματα για την ενσωμάτωση της μηχανικής του ανθρώπινου παράγοντα (Vagias, 2010)

2.2 Ασφάλεια και ανθρώπινη απόδοση

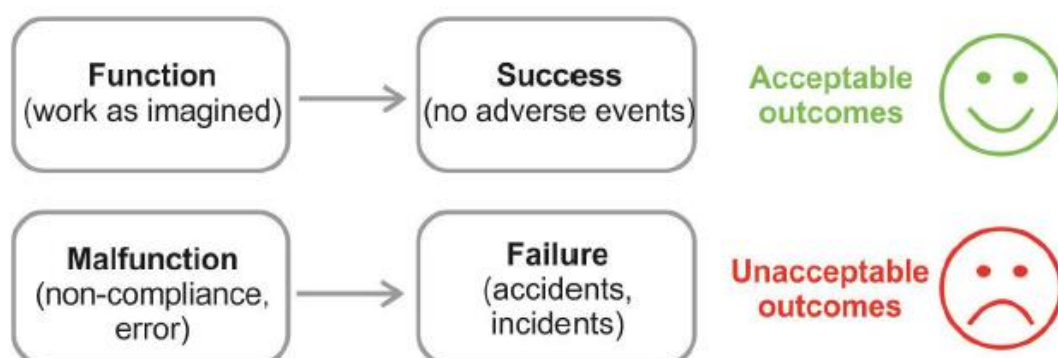
Η εμφάνιση ατυχημάτων (δυσμενών αποτελεσμάτων) ή αναγνωρισμένων κινδύνων (πιθανές δυσμενείς επιπτώσεις) αποτέλεσε το σημείο εκκίνησης για την εισαγωγή της εννοίας της ασφάλειας στον εργασιακό χώρο. Ο όρος ασφάλεια αναφέρεται γενικά ως η ποιότητα του συστήματος που είναι απαραίτητη και επαρκής για να διασφαλιστεί ότι ο αριθμός των συμβάντων που μπορεί να είναι επιβλαβείς για τους εργαζόμενους, το κοινό ή το περιβάλλον βρίσκεται σε αποδεκτά επίπεδα (Κ. Σπύρου, 2017).

Αρχικά, ένα μοντέλο για την προσέγγιση της ασφάλειας βασίστηκε στην απλή γραμμική ανάλυση του αιτίου- αποτελέσματος των ατυχημάτων όπως για παράδειγμα το μοντέλο του Heinrich's (1931) Domino Mode, όπου αργότερα συμπληρώθηκε από σύνθετα γραμμικά μοντέλα όπως το Reason, Swiss Cheese Model. Αυτού του είδους τα μοντέλα αποτελούν την ασφάλεια I ή αλλιώς ασφάλεια πρώτου επιπέδου. Σύμφωνα με τον E. Hollnagel η προσέγγιση της ασφάλεια I (safety I) έγκειται στο ότι τυχόν προβλήματα του συστήματος προκύπτουν εξαιτίας αναγνωρίσιμων αστοχιών (λαθών) ή δυσλειτουργιών που ενσωματώνονται σε επιμέρους στοιχεία του: την τεχνολογία, τις διαδικασίες που ακολουθούνται, τους εργαζόμενους και τους οργανισμούς. Από αυτά ο άνθρωπος, που ενεργεί ατομικά ή σε ομάδες, θεωρείται ο βασικότερος παράγοντας για τη δημιουργία αυτών των αστοχιών (ατυχημάτων) γιατί αποτελεί τον πιο απρόβλεπτο παράγοντα. Σκοπός της ασφάλειας I είναι η διερεύνηση των ατυχημάτων έτσι ώστε να προσδιοριστούν οι αιτίες και οι παράγοντες που συμβάλουν στα δυσμενή αποτελέσματα και μέσω της εκτίμησης του κινδύνου επισκοπεί στο προσδιορισμό της πιθανότητας του να συμβούν αυτά (E. Hollnagel κ.α, 2015).

Συνεπώς η διαχείριση της ασφάλειας έγκειται στο να παρεμβαίνει όταν κάτι συμβαίνει ή χαρακτηρίζεται ως μη αποδεκτός ο κίνδυνος και να προσπαθεί να εξαλείψει τις αιτίες ή να βελτιώσει τα μέτρα προστασίας/πρόληψης από το να συμβεί.

Επιπρόσθετα η Ασφάλεια I θεωρεί μια διτροπική προσέγγιση της εργασίας και των δραστηριοτήτων, σύμφωνα με την οποία τα θετικά και αρνητικά αποτελέσματα οφείλονται σε διαφορετικούς τρόπους λειτουργίας. Όταν επιτυγχάνεται το επιθυμητό

αποτέλεσμα είναι επειδή το σύστημα λειτουργεί όπως πρέπει να λειτουργεί και επειδή οι άνθρωποι λειτουργούν σύμφωνα με αυτό που πιστεύουν ότι θα έκαναν σε ένα υποτιθέμενο σενάριο(work-as-imagined), αντίθετα όταν δεν επιτυγχάνεται το επιθυμητό αποτέλεσμα είναι επειδή κάτι δεν λειτουργεί σωστά ή έχει αποτύχει το σύστημα. Οι δύο τρόποι υποτίθεται ότι είναι σαφώς διαφορετικοί και ο σκοπός της διαχείρισης της ασφάλειας είναι να διασφαλίσει ότι το σύστημα παραμένει στην πρώτη λειτουργία και ποτέ δεν παρεκτρέπεται στην δεύτερη (E. Hollnagel κ.α, 2015).



Εικόνα 5 Ασφάλεια I –διτροπική θεώρηση.(E. Hollnagel κ.α, 2015)

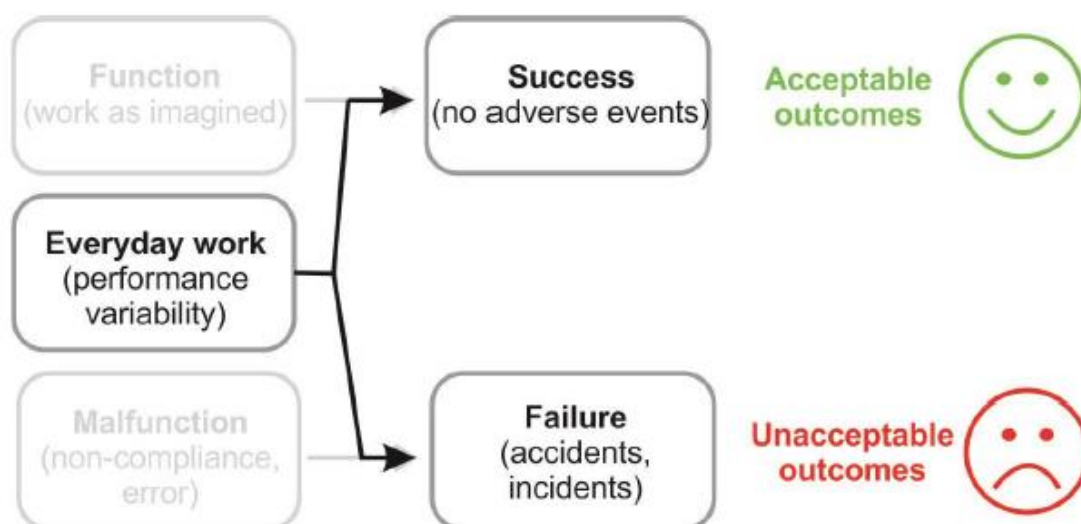
Μια δεύτερη υπόθεση της ασφάλειας I είναι μπορούμε να κατανοήσουμε τα συστήματα αποσυνθέτοντάς τα σε επιμέρους τμήματα. Η μέθοδος αυτή εφαρμόστηκε αρχικά σε διάφορα τεχνολογικά συστήματα και είχε κάποια επιτυχία στην εύρεση των αιτιών των ατυχημάτων. Η ίδια θεώρηση προσπάθησε να εφαρμοστεί τόσο σε ανθρώπινα συστήματα, όπως για παράδειγμα η εφαρμογή της στους ανθρώπους σε εάν οργανισμό (μπορούν να επιμεριστούν σε τμήματα, βαθμίδες, ομάδες) όσο και στις εργασίες και τα γεγονότα που συμβαίνουν (αυτό το συμβάν συνέβη μετά από αυτό το γεγονός, και έτσι το πρώτο συμβάν «το προκάλεσε») (E. Hollnagel κ.α, 2015)

Ωστόσο οι παραπάνω παραδοχές της ασφάλειας I (διτροπικότητα και αποσύνδεση συστήματος) αδυνατούν να προσεγγίσουν ικανοποιητικά τις βιομηχανίες και γενικότερα τα συστήματα ,επειδή τόσο τα μέρη που λειτουργούν στο σύστημα δεν δρουν διτροπικά, όσο και το ίδιο το σύστημα δεν μπορεί να αποσυντεθεί σε επιμέρους στοιχεία, αφού το όλο υπερβαίνει το «άθροισμα» των μερών του καθώς συνιστά «σύνθεση». (Σχιζα,2008). Επιπλέον , εξετάζοντας μόνο τις περιπτώσεις των ατυχημάτων ή του ανθρώπινου λάθους, η ασφάλεια I παραβλέπει να εξηγήσει γιατί η

απόδοση του ανθρώπου είναι αποτελεσματική. Έτσι εστιάζοντας μόνο στην έλλειψη ασφάλειας, αγνοούνται τυχόν κατευθύνσεις προς την βελτίωση της.

Επομένως κρίθηκε αναγκαίο, η έννοια της ασφάλειας να προσεγγιστεί με έναν διαφορετικό τρόπο, ο οποίος ονομάστηκε ασφάλεια II. Σύμφωνα με τον (E. Hollnagel, 2015) η ασφάλεια II σχετίζεται με την ικανότητα του συστήματος να πετυχαίνει τα επιθυμητά αποτελέσματα υπό διαφορετικές συνθήκες και εστιάζει στο γιατί τα πράγματα επιφέρουν τα επιθυμητά αποτελέσματα. Επιπλέον, υποθέτει ότι η καθημερινή μεταβλητότητα των επιδόσεων των ανθρώπων σε ένα σύστημα παρέχει την προσαρμοστικότητα που χρειάζεται, για την απόκριση τους σε διάφορες συνθήκες, και ως εκ τούτου είναι ο λόγος για τον οποίο επιτυγχάνονται τα επιθυμητά αποτελέσματα. Οι άνθρωποι θεωρούνται συνεπώς ως απαραίτητος παράγοντας για την ευελιξία και την ανθεκτικότητα του συστήματος.

Η μηχανική της ανθεκτικότητας (Resilience engineering) αναγνωρίζει ότι τα αποδεκτά και τα ανεπιθύμητα αποτελέσματα έχουν μια κοινή βάση, τις καθημερινές προσαρμογές της απόδοσης



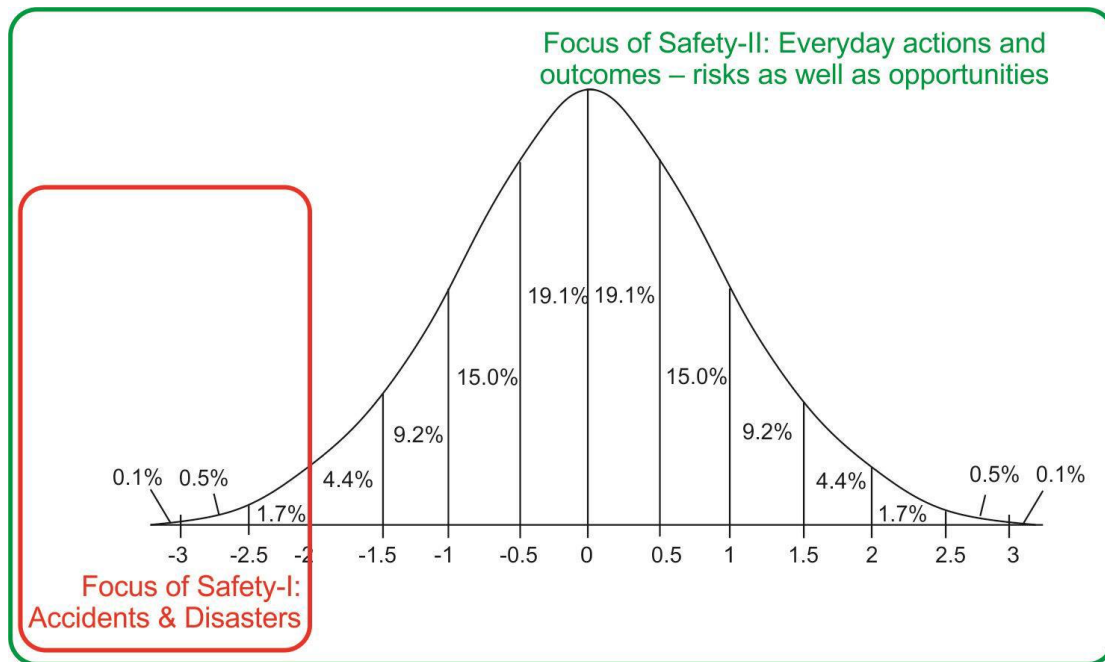
Εικόνα 6 τα αποδεκτά και μη αποτελέσματα συμβαίνουν με τον ίδιο τρόπο.(E. Hollnagel κ.α, 2015)

Σύμφωνα με αυτήν την αντίληψη, πρέπει να μην αντιμετωπίζονται οι αποτυχίες ως μοναδικά, μεμονωμένα γεγονότα, αλλά ως μία έκφραση της καθημερινής μεταβλητότητας της απόδοσης. Εξαιρουμένων κάποιων δραστηριοτήτων, είναι

ασφαλής η διατύπωση ότι αν κάτι πάει λάθος ,στο παρελθόν έχει λειτουργήσει πολλές φορές σωστά και θα λειτουργήσει σωστά πολλές φορές στο μέλλον. Συνεπώς η κατανόηση του τρόπου με τον οποίο προκύπτουν αποδεκτά αποτελέσματα αποτελεί απαραίτητη γνώση για την κατανόηση του τρόπου με τον οποίο συμβαίνουν τα δυσμενή αποτελέσματα. Με άλλα λόγια, όταν κάτι πάει λάθος, θα πρέπει να διερευνηθεί πώς θα μπορούσε να πάει σωστά , αντί να αναζητούνται μόνο οι αιτίες που προκάλεσαν την αποτυχία. Αξίζει να σημειωθεί ότι τα ανεπιθύμητα αποτελέσματα συχνότερα οφείλονται σε συνδυασμούς γνωστών μεταβλητών της απόδοσης(που συνήθως θεωρούνται άσχετοι για την ασφάλεια) παρά σε διακριτές αστοχίες και δυσλειτουργίες του συστήματος . (E. Hollnagel κ.α, 2015).

Υπό αυτήν την σκοπιά της ασφάλειας II , η εκτίμηση του κινδύνου έγκειται στο να προσπαθεί να κατανοήσει τις συνθήκες κάτω από τις οποίες ο έλεγχος και η παρακολούθηση της μεταβλητότητας της απόδοσης δυσχεραίνουν . Επομένως, η διαχείριση της ασφάλειας συμβάλει στη διευκόλυνση της καθημερινής εργασίας των εργαζομένων, στη πρόβλεψη των εξελίξεων και γεγονότων, καθώς και στη διατήρηση της προσαρμοστικής ικανότητας των ανθρώπων ώστε να ανταποκρίνεται αποτελεσματικά σε αναπάντεχα γεγονότα.(Finkel,2011)

Αναλύοντας και τις δυο θεωρίες που προσεγγίζουν την έννοια της ασφάλειας είναι σημαντικό να τονιστεί ότι η θεωρία της ασφάλειας II δεν είναι μια εξέλιξη της ασφάλειας I, δηλαδή δεν την εμπεριέχει. Σύμφωνα με το A.F.Chalmers *«σε κάθε πηγή γνώσης πρέπει να διερευνούμε τους στόχους της ,τα μέσα που χρησιμοποιεί για την επίτευξη αυτών των στόχων, καθώς και τον βαθμό επιτυχίας του όλου εγχειρήματος»*. Επομένως μπορεί φαινομενικά και οι δυο θεωρίες να έχουν σαν κοινό στόχο την ασφάλεια, ωστόσο τόσο ο τρόπος προσέγγισης είναι διαφορετικός ,όσο και η αποτελεσματικότητα της κάθε μιας διαφέρει ανάλογα με την εκάστοτε περίπτωση. Συνεπώς, η επίτευξη της ασφάλειας δεν έγκειται στην αντικατάσταση της ασφάλειας I από την ασφάλεια II, αλλά στο συνδυασμό των δύο τρόπων σκέψης (βλ. εικόνα 4).



Εικόνα 7 συνδυασμός ασφάλειας I και ασφάλειας 2 (E. Hollnagel κ.α, 2015)

Υπάρχουν περιπτώσεις όπου το μεγαλύτερο μέρος των ανεπιθύμητων ενεργειών, σφαλμάτων είναι σχετικά απλό ή μπορεί να αντιμετωπιστεί ως σχετικά απλό χωρίς σοβαρές συνέπειες και, ως εκ τούτου, μπορεί να αντιμετωπιστεί με τρόπους που είναι ήδη γνωστοί μέσω της ασφάλειας I. Ωστόσο, υπάρχει και ένας αυξανόμενος αριθμός περιπτώσεων όπου αυτή η προσέγγιση δεν θα λειτουργήσει αποτελεσματικά. Για αυτές τις περιπτώσεις, είναι απαραίτητο να υιοθετηθεί η προσέγγιση της ασφάλειας II που ουσιαστικά σημαίνει την υιοθέτηση της έννοιας της ανθεκτικότητας. (Hollnagel, Braithwaite & Wears, 2013).

2.3 Τι είναι η ανθρώπινη απόδοση ;

Το αναπτυσσόμενο ενδιαφέρον για την μελέτη της απόδοσης του ανθρώπου είναι εμφανές και στους πολλούς τρόπους με τους οποίους κάθε φορά επιχειρείται ο ορισμός της.

Σύμφωνα με τον/την V.J. Gawron, «η ανθρώπινη απόδοση είναι η εκπλήρωση ενός έργου από έναν άνθρωπο χειριστή ή από μια ομάδα ανθρώπων χειριστών. Οι εργασίες μπορούν να ποικίλουν από μία απλή (ταξινόμηση των καρτών) έως μία σύνθετη (προσγείωση αεροσκάφους). Οι άνθρωποι μπορούν να εκτελέσουν την εργασία χειροκίνητα ή να παρακολουθήσουν ένα αυτοματοποιημένο σύστημα» (V.J. Gawron,2019).

Δέκα χρόνια νωρίτερα, το U.S. Department of Energy AREA HFAC Washington, D.C. (2009) είχε συσχετίσει την έννοια της ανθρώπινης απόδοσης με την συμπεριφορά: «στην απλούστερη μορφή της, η ανθρώπινη απόδοση είναι μια σειρά από συμπεριφορές που εκτελούνται για την επίτευξη συγκεκριμένων στόχων (αποτελέσματα)».

Στο ίδιο πνεύμα, ο/η Ji An ανέφερε ότι «η απόδοση της εργασίας αναφέρεται στο βαθμό επιτυχούς ολοκλήρωσης των συμπεριφορών που σχετίζονται με την εργασία και αποτελεί γενικό δείκτη της απόδοσης του ατόμου κατά τη διάρκεια της εργασίας» (Ji An κ.α, 2020:2).

Από τους παραπάνω ορισμούς προκύπτει πως η απόδοση του ανθρώπου σχετίζεται με την συμπεριφορά του καθώς και με τα αποτελέσματα των πράξεων του σε σχέση με τους επιθυμητούς στόχους κάθε φορά. Όπως αναφέρει και με πιο απλό τρόπο ο Gilbert(1974) «η ανθρώπινη απόδοση είναι συμπεριφορά συν αποτελέσματα ($P = B + R$)».

Η έννοια της συμπεριφοράς σχετίζεται με το τι οι άνθρωποι κάνουν και λένε και αποτελεί το μέσο για να επιτευχθεί ένας στόχος. Κατά συνέπεια οι συμπεριφορές είναι παρατηρήσιμες πράξεις που μπορούν να ειπωθούν και να ακουστούν και επηρεάζουν άμεσα τα αποτελέσματα καθώς αυτά είναι απόρροια των συγκεκριμένων πράξεων. Όπως αναφέρει χαρακτηριστικά και ο (Reber,1995) τα αποτελέσματα,

επιθυμητά ή μη, είναι το ‘προϊόν’ της συμπεριφοράς που περιλαμβάνει τις ψυχικές διεργασίες και τις σωματικές προσπάθειες για την εκτέλεση μιας εργασίας. Επομένως, η συνέπεια στην συμπεριφορά είναι αναγκαία για την επίτευξη ενός επιθυμητού αποτελέσματος. Ωστόσο, μερικές φορές οι άνθρωποι κάνουν λάθη παρά την καταβολή των καλύτερων προσπαθειών τους. Άρα η μελέτη της συμπεριφοράς και των αιτιών της είναι εξαιρετικά πολύτιμη για την πρόβλεψη, την πρόληψη και τη σύλληψη σφαλμάτων. Για επίτευξη ενός μακροπρόθεσμου, θετικού αποτελέσματος, κρίνεται επομένως αναγκαίο να γίνεται στενή παρατήρηση για το τι επηρεάζει τη συμπεριφορά, τι την παρακινεί, τι την προκαλεί, τι τη διαμορφώνει, τι την εμποδίζει και τι την κατευθύνει.(U.S. Department of Energy AREA HFAC Washington, D.C. ,2009)

Γίνεται λοιπόν εμφανής η σπουδαιότητα της ανθρώπινης απόδοσης καθώς εμπλέκεται σε κάθε διαδικασία ενός οργανισμού ή επιχείρησης. Για παράδειγμα, στο Τμήμα Ενέργειας ενός οργανισμού, οι συμπεριφορές των χειριστών, των τεχνικών, των τεχνικών συντήρησης, των επιστημόνων και των μηχανικών, των χειριστών των αποβλήτων και των εκατοντάδων άλλων επαγγελματιών συγκεντρώνονται σε σωρευτικές πράξεις που αποσκοπούν στην επίτευξη στόχων. Ακόμα, ο πρωταρχικός στόχος των παραγωγικών εγκαταστάσεων είναι η συνεχής, ασφαλής, αξιόπιστη και αποδοτική παραγωγή προϊόντων. Στα εθνικά εργαστήρια, οι κύριοι στόχοι είναι η συνεχής ανακάλυψη και δοκιμή νέων υλικών, η εφεύρεση νέων προϊόντων και η τεχνολογική πρόοδος. Συνεπώς η βελτίωση της ανθρώπινης απόδοσης αποτελεί βασικό στοιχείο για τη βελτίωση της απόδοσης των εγκαταστάσεων παραγωγής, των επιδόσεων των εθνικών εργαστηρίων καθώς και των τμημάτων ενός οργανισμού. (U.S. Department of Energy AREA HFAC Washington, D.C. ,2009).

Η αεροπορική βιομηχανία, η ιατρική βιομηχανία, η εμπορική πυρηνική βιομηχανία, το Ναυτικό των ΗΠΑ και άλλοι τεχνολογικά περίπλοκοι οργανισμοί υψηλού κινδύνου έχουν υιοθετήσει αρχές, ιδέες και πρακτικές ανθρώπινης απόδοσης για να μειώσουν συνειδητά τα ανθρώπινα λάθη και να ενισχύσουν τους ελέγχους, προκειμένου να μειωθούν τα ατυχήματα. Ωστόσο, η βελτίωση της απόδοσης δεν περιορίζεται στην ασφάλεια. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι οργανισμοί που έχουν υιοθετήσει μεθόδους και πρακτικές βελτίωσης της ανθρώπινης απόδοσης αναφέρουν

επίσης βελτιωμένη ποιότητα προϊόντων, αποδοτικότητα και παραγωγικότητα. (U.S. Department of Energy AREA HFAC Washington, D.C. , 2009).

Σύμφωνα με το (DOE STANDARD ,2009) η βελτίωση στην ανθρώπινη απόδοση μπορεί να πραγματοποιηθεί μόνο εφόσον τα άτομα σε όλα τα επίπεδα του οργανισμού αποδεχτούν και εφαρμόσουν πρακτικές που υποστηρίζουν πέντε βασικές αρχές :

- 1) *«Οι άνθρωποι όσο προσεκτικοί και να είναι, κάνουν λάθη»*

Το σφάλμα είναι καθολικό και αναπόφευκτο ανεξάρτητα από την ηλικία, την εμπειρία ή το εκπαιδευτικό επίπεδο ενός ατόμου. Το ρητό του (Cicero ,1αιωνας Π.Χ) «το λάθος είναι ανθρώπινο», εγκολπωθεί αυτήν την άποψη. Κατά συνέπεια, όπως αναφέρει ο (J.Reason, 1990 *«Είναι ζωτικής σημασίας το προσωπικό και ιδιαίτερα οι διευθυντές τους να συνειδητοποιήσουν περισσότερο την ανθρώπινη προοπτική για σφάλματα, καθώς και το έργο, τον χώρο εργασίας και τους οργανωτικούς παράγοντες που διαμορφώνουν την πιθανότητα και τις συνέπειές των σφαλμάτων. Η κατανόηση του τρόπου και του γιατί συμβαίνουν ανασφαλείς πράξεις είναι το απαραίτητο πρώτο βήμα για την αποτελεσματική διαχείριση σφαλμάτων»*

- 2) *«Οι πιθανές καταστάσεις σφάλματος είναι προβλέψιμες, διαχειρίσιμες και αποτρέψιμες »*

Παρά το αναπόφευκτο του ανθρώπινου λάθους γενικά, μπορούν να αποφευχθούν συγκεκριμένα σφάλματα.(Center for Chemical Process Safety,1994). Η αναγνώριση εκ των προτέρων πιθανών σφαλμάτων και η ενεργή επικοινωνία αυτών των κινδύνων σε άλλους ,δρα προληπτικά στην εμφάνιση επιβλαβών γεγονότων και αποτρέπει την εμφάνιση σφαλμάτων. Επομένως, αλλάζοντας τον τρόπο εργασίας, τις διαδικασίες καθώς και την συμπεριφορά ατόμων έτσι ώστε να αποτρέπεται , ή να ελαχιστοποιείται η παρουσία συνθηκών που προκαλούν σφάλματα, επιτυγχάνεται τελικώς η αποτροπή ή τουλάχιστον η ελαχιστοποίηση της πιθανότητα σφάλματος

- 3) *«Η ατομική συμπεριφορά επηρεάζεται από οργανωτικές διαδικασίες και αξίες.»*

Οι οργανισμοί έχουν ως προσανατολισμό την επίτευξη συγκεκριμένων στόχων και ως εκ τούτου, οι διαδικασίες και οι αξίες τους αναπτύσσονται με σκοπό να κατευθύνουν τη συμπεριφορά των ατόμων στον οργανισμό με σκοπό την πραγματοποίησή τους. Η

συμπεριφορά των ατόμων είναι δυνατό να κατευθυνθεί μέσω της λειτουργίας της διοίκησης. Αν και ιστορικά η έννοια της διοίκησης όσον αφορά την απόδοση των εργαζομένων εστίαζε «στους εργαζόμενους ως ατομικότητες που είναι επιρρεπείς σε λάθη ή απαθείς, πλέον αναγνωρίζεται ως κάτι πολύ παραπάνω. Είναι γεγονός ότι η εργασία επιτυγχάνεται στο πλαίσιο των οργανωτικών διαδικασιών, της γενικότερης φιλοσοφίας, των συστημάτων σχεδιασμού και ελέγχου διαχείρισης του οργανισμού, επομένως σε αυτά τα φαινόμενα έγκειται τις περισσότερες οι αιτίες των προβλημάτων της ανθρώπινης απόδοσης και των συνακόλουθων αρνητικών συμβάντων.» (Reason, 1998, Demming 1986)

- 4) *«Οι άνθρωποι επιτυγχάνουν υψηλά επίπεδα απόδοσης λόγω της ενθάρρυνσης και της ενίσχυσης που λαμβάνουν από ηγέτες, συναδέλφους και υφισταμένους.»*

Η εκπλήρωση των στόχων ενός οργανισμού είναι απόλυτα συνυφασμένη με την απόδοση του εργατικού δυναμικού. Όλη η ανθρώπινη συμπεριφορά, καλή και κακή, ενισχύεται, είτε από άμεσες συνέπειες είτε από την προηγούμενη εμπειρία του ατόμου. Σύμφωνα με τον (Daniels, 1994) μια συμπεριφορά ενισχύεται από τις συνέπειες που ένα άτομο βιώνει όταν έχει συμπεριφερθεί με συγκεκριμένο τρόπο στο παρελθόν. Το επίπεδο ασφάλειας και αξιοπιστίας ενός οργανισμού εξαρτάται άμεσα από τη συμπεριφορά των ανθρώπων. Επιπλέον, η ανθρώπινη απόδοση είναι συνάρτηση της συμπεριφοράς. Επειδή η συμπεριφορά επηρεάζεται από τις συνέπειες που βιώνουν οι εργαζόμενοι, αυτό που συμβαίνει στους εργαζόμενους όταν παρουσιάζουν συγκεκριμένες συμπεριφορές είναι ένας σημαντικός παράγοντας για τη βελτίωση της ανθρώπινης απόδοσης. Συνεπώς κρίνεται αναγκαία η θετική και άμεση ενίσχυση για τις προσδοκώμενες συμπεριφορές.

- 5) *«Τα Αρνητικά γεγονότα μπορούν να αποφευχθούν μέσω της κατανόησης των λόγων που συμβαίνουν σφάλματα καθώς και της αξιοποίησης των εμπειριών που έχει αποκτηθεί από προηγούμενα λάθη.»*

Αρχικά, μια προσέγγιση της βελτίωσης της ανθρώπινης απόδοσης γινόταν από διορθωτικές ενέργειες που προέκυπταν από την ανάλυση αρνητικών συμβάντων, Ωστόσο αυτή η μέθοδος εκμάθησης από τα λάθη είναι μεταγενέστερη των αρνητικών γεγονότων. Η πρόβλεψη του τρόπου με τον οποίο μπορεί να προκληθεί ένα συμβάν ή ένα σφάλμα αποτελεί ένα πιο οικονομικό μέσο για την αποτροπή ανάπτυξης

αρνητικών συμβάντων και προβλημάτων καθώς και εκμηδενίζει την πιθανότητα του να συμβεί. Επομένως η βελτίωση της ανθρώπινης απόδοσης σήμερα απαιτεί έναν συνδυασμό τόσο προληπτικών μέτρων όσο και εφαρμογής διορθωτικών μέτρων μέσω της εμπειρίας.

2.3.1 Μέτρηση απόδοσης και μέτρηση της ανθρώπινης απόδοσης

Η μέτρηση της απόδοσης μπορεί να οριστεί ως η διαδικασία ποσοτικοποίησης της αποτελεσματικότητας και της αποδοτικότητας μιας πράξης ή διαδικασίας σε σχέση με ένα σύνολο σκοπών και στόχων (Neely et al., 1995; Parida, 2007). Ένα σύστημα μέτρησης της απόδοσης μπορεί να καθορίσει την κατάσταση στην οποία βρίσκεται μια εκτελούμενη εργασία καθώς και το είδος των ενεργειών που πρέπει να ληφθούν για την αποτελεσματική επιτέλεση της. (Kumar, 2006). Έχουν αναπτυχθεί μελέτες που ασχολούνται με την απόδοση και στοχεύουν στην αξιολόγηση της απόδοσης διάφορων λειτουργιών των οργανισμών, ωστόσο, πολλές από αυτές επικεντρώθηκαν στη μέτρηση της απόδοσης στον πρωτογενή τομέα παραγωγής και στην απόδοση της επιχείρησης ως σύνολο. (Bititci et al., 2001; Martinez and Kennerley, 2005; Gomes et al., 2006).

Σύμφωνα με τους Suwignjo et al. (2000) και Bititci et al. (2001), η ποιότητα, η ταχύτητα, η ευελιξία και το κόστος καθίστανται επιτακτικά χαρακτηριστικά στη μέτρηση της απόδοσης των επιχειρήσεων, καθώς οι κύριοι παράγοντες που επηρεάζουν τις αποφάσεις των καταναλωτών είναι η τιμή, η ποιότητα των προϊόντων καθώς και η εξυπηρέτησή τους. Εκτός όμως από τα παραπάνω χαρακτηριστικά, σημαντικό ρόλο στην βελτίωση της απόδοσης των οργανισμών αφορούν και ζητήματα που άπτονται με τον άνθρωπο, όπως η ανθρώπινη απόδοση και η ανθρώπινη αξιοπιστία. Όπως χαρακτηριστικά αναφέρουν οι Albayrak και Erensal (2004), στον επιχειρηματικό κόσμο, αναμένεται να βρεθούν λύσεις που εναρμονίζουν την ανθρώπινη απόδοση με τα αποτελέσματα των επιχειρήσεων. Έτσι, οι συγκεκριμένοι συγγραφείς χρησιμοποίησαν ένα εργαλείο λήψης αποφάσεων πολλαπλών κριτηρίων (διαδικασία αναλυτικής ιεραρχίας (AHP)), για να

μοντελοποιήσουν και να αποφασίσουν για το καλύτερο τρόπο διοίκησης όσον αφορά τη βελτίωση των εργαζομένων ,δηλαδή την ανθρώπινη απόδοση

Η ανθρώπινη απόδοση θεωρείται ένας τρόπος μέτρησης των ανθρώπινων λειτουργιών και δράσεων υπό καθορισμένες συνθήκες. Η μέτρηση συνήθως ασχολείται με το τι κάνουν οι άνθρωποι, γιατί το κάνουν, πώς το κάνουν, και τις συνέπειες των πράξεων αυτών. (Bates, 1999). Αν και αρχικά χρησιμοποιήθηκαν μέτρα όπως η αποδοτικότητα και η αποτελεσματικότητα για την αξιολόγηση της απόδοσης , λόγω των σύγχρονων απαιτήσεων των οργανισμών, είναι αναγκαίο να αναπτυχθούν καλύτερες προσεγγίσεις για την αξιολόγηση της .(Albayrak and Erensal, 2004).Στις περισσότερες περιπτώσεις, οι αξιολογήσεις πραγματοποιούνται εφαρμόζοντας δομημένες μεθοδολογίες για την καλύτερη κατανόηση και ποσοτικοποίηση του ανθρώπινου ρόλου στην απόδοση και την αξιοπιστία του συστήματος

Εκτός από τα παραπάνω, μια άλλη προσέγγιση για την αξιολόγηση της ανθρώπινης απόδοσης που έγινε σε προγενέστερες μελέτες, έχει να κάνει με τον εντοπισμό, την ανάλυση και την αξιολόγηση των συντελεστών που οδηγούν σε εσφαλμένες ανθρώπινες ενέργειες. Αυτή η προσέγγιση ακολουθείται για να βρεθούν οι καταλληλότερες στρατηγικές ώστε να αποφευχθεί η επανάληψη αυτών των ενεργειών. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η αναγνώριση και η αξιολόγηση παραγόντων που επηρεάζουν την ανθρώπινη απόδοση, ή όπως ονομάζονται παράγοντες διαμόρφωσης απόδοσης (PSFs) σε διάφορες μελέτες αξιοπιστίας για τον ανθρώπινο παράγοντα. Ο Toriizuka (2001) επέκτεινε τη χρήση των PSF, διερευνώντας αυτούς τους παράγοντες όχι μόνο από την σκοπιά της ανθρώπινης αξιοπιστίας, αλλά και από αυτήν της αποδοτικότητας και του φόρτου εργασίας. Εξετάζοντας τις προτεραιότητες των PSF πρότεινε ένα σύνολο PSF για τη βελτίωση της απόδοσης του εργατικού δυναμικού στις διαδικασίες της εργασίας Αντίστοιχα, στο πλαίσιο διαχείρισης της ποιότητας, οι Soltani et al. (2004) τόνισαν ότι πρωταρχικός σκοπός της αξιολόγησης της απόδοσης είναι να βοηθήσει τους εργαζομένους να βελτιώσουν την απόδοσή τους, σύμφωνα με απόλυτα (πχ ποιοτικός έλεγχος) και όχι σχετικά(μέθοδος αξιολόγησης εργαζομένων με μια προκαθορισμένη κατανομή) πρότυπα απόδοσης. Επιπλέον, επισήμαναν κατευθυντήριες γραμμές για την δημιουργία αποτελεσματικών συστημάτων αξιολόγησης , οι όποιες αφορούν την

λειτουργικότητα, την μετρησιμότητα, την συνάφεια με την εργασία, την επιτυχία, την δυνατότητα του ελέγχου, και την πρακτικότητα σε συγκεκριμένα οργανωτικά πλαίσια. Τέλος, μια άλλη αποτελεσματική και πρακτική μέθοδος για τον σκοπό της μέτρησης της απόδοσης γίνεται μέσω της μοντελοποίησης. Όπως αναφέρουν ο Glenn et al. (2004), υπάρχουν πολλά μοντέλα πρόβλεψης που έχουν κατασκευαστεί και χρησιμοποιούνται για την πρόβλεψη της ανθρώπινης απόδοσης.

2.3.2 Μέθοδοι μοντελοποίησης για την αξιολόγηση της ανθρώπινης απόδοσης

Ένα μοντέλο είναι συνήθως μια απλοποιημένη αναπαράσταση ή περιγραφή μιας διαδικασίας, συστήματος ή έννοιας. Σύμφωνα με τον Young (2003), ένα μοντέλο από την σκοπιά της επιστήμης της μηχανικής είναι συνήθως μια αφηρημένη έννοια που περιλαμβάνει μια συγκεκριμένη μαθηματική σχέση για την διαδικασία που μελετάται. Από την άλλη πλευρά, για την επιστήμη της ψυχολογίας, ένα μοντέλο είναι συχνά μια λεκτική ή αναλυτική περιγραφή που απεικονίζει τα στάδια επεξεργασίας πληροφοριών, τις απαιτούμενες πληροφορίες, τους περιορισμούς του συστήματος ή τους περιορισμούς της διαδικασίας που μελετάται. Επομένως, ο όρος μοντέλο, ανάλογα με τον σκοπό που εξυπηρετεί, μπορεί να κυμαίνεται με ποικίλους τύπους. Σύμφωνα με τους (Askin και Standridge, 1993) μερικοί από τους πρωταρχικούς σκοπούς της ανάπτυξης ενός μοντέλου είναι για :

- 1) την βελτιστοποίηση, που είναι η εύρεση των καλύτερων τιμών για τις μεταβλητές αποφάσεων
- 2) την αιτιολόγηση, η οποία βοηθά στην λήψη αποφάσεων και την υποστήριξη απόψεων
- 3) τον έλεγχο, ο οποίος παρέχει καλύτερη κατανόηση ενός συστήματος
- 4) πρόβλεψη απόδοσης, στην οποία χρησιμοποιούνται εργαλεία μοντελοποίησης για την εύρεση πιθανών σχεδίων για το πώς θα κυμανθεί η απόδοση

Για πολλά χρόνια, μοντέλα για την αξιολόγηση της ανθρώπινης απόδοσης, όπως τα μοντέλα ανθρώπινης απόδοσης (HPMs) έχουν αναπτυχθεί και εφαρμοστεί για διάφορες τεχνικές και σκοπούς. Τα μοντέλα αυτά μπορούν να αντιπροσωπεύουν τα άτομα, την συνολική ανθρώπινη απόδοση ή μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για να συμβολίσουν τον τρόπο με τον οποίο οι άνθρωποι αλληλεπιδρούν με το σύστημα. (Young, 2003). Παραδείγματα της εφαρμογής τους είναι η υποστήριξη μιας εκπαιδευτικής διαδικασίας, η ανάλυση αποστολών και η απόκτηση βάσεων προσομοίωσης (Young, 2003). Επιπλέον, οι Zinser και Henneman (1988) ισχυρίστηκαν ότι η προσέγγιση της απόδοσης μέσω της μοντελοποίησης θα συμβάλει στην καλύτερη κατανόηση της ανθρώπινης απόδοσης στο έργο που μελετάται.

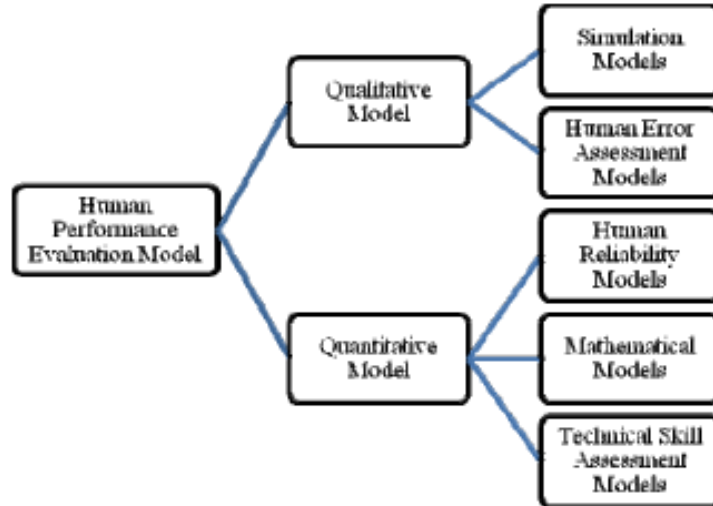
Αν και η αποτελεσματικότητα πολλών τύπων μοντέλων μπορεί να ποικίλει από τη μία εφαρμογή στην άλλη, μερικά από αυτά χρησιμοποιούνται με επιτυχία για τη μελέτη διαφόρων τύπων προβλημάτων στην πραγματικής ζωή και συγκεκριμένα στον βιομηχανικό τομέα, είτε σε ποιοτικές είτε σε ποσοτικές μορφές. Η έμφαση των ποιοτικών μοντέλων έγκειται στην υποκειμενική κατανόηση, ανακάλυψη, συλλογή, κρίση και ταξινόμηση, παρά στην πρόβλεψη και τον έλεγχο. Από την άλλη μεριά, τα ποσοτικά μοντέλα χρησιμοποιούνται κυρίως στον τομέα της μηχανικής. Οι ποιοτικοί τύποι μοντέλων χρησιμοποιούνται συχνά με τη μορφή συγκεκριμένων δεδομένων και δημιουργούν ένα σύνολο αριθμητικών αποτελεσμάτων που αντιπροσωπεύουν το αποτέλεσμα. Οι περιγραφές καθώς και τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα του ποιοτικού και ποσοτικού μοντέλου περιγράφονται στον παρακάτω πίνακα.

	<i>Qualitative model</i>	<i>Quantitative model</i>
Description	Concerned with meaning rather than measurement	Measurement expressible in quantity or numbers
Advantage	Describes important concepts that are not easy to quantify	Simplifies situations so that tasks can be managed realistically and system performance can be predicted precisely
Drawback	Lacks objective numeric analysis to estimate a system precisely	Mathematical models that are difficult to understand and interpret Mathematical results and structures of optimal equation might be difficult to apply in actual use
Applications	Accident/incident investigation Analysis of equipment breakdown record Simulation study on human behaviour under various conditions	Prediction for probability of error occurring at various events in the form of relative or absolute data

Εικόνα 8 ποιοτικά και ποσοτικά μοντέλα (Wang και Hwang ,2004)

Όπως παρατηρούμε τα ποιοτικά μοντέλα εστιάζουν στην σημασία των παραμέτρων που προσεγγίζουν το φαινόμενο που μελετάται και προσπαθούν να περιγράψουν έννοιες που δεν μπορούν να ποσοτικοποιηθούν εύκολα. Εκεί έγκειται και το μειονέκτημα τους καθώς αδυνατούν να προσεγγίσουν με ακρίβεια το σύστημα που μελετάται. Μερικές εφαρμογές των μοντέλων αυτών χρησιμοποιούνται για την ανίχνευση ατυχημάτων ,την ανάλυση του αρχείου καταστροφής του εξοπλισμού, καθώς και για την μελέτη προσομοίωσης της ανθρώπινης συμπεριφοράς σε πλήθος συνθηκών. Από την άλλη μεριά, τα ποσοτικά μοντέλα περιγράφουν τα φαινόμενα μέσω της μέτρησης των παραμέτρων τους και προσπαθούν να απλοποιήσουν το πρόβλημα που μελετάται, έτσι ώστε να επιθυμητό έργο και η απόδοση του συστήματος να προσεγγίζονται με όσο πιο ρεαλιστικό τρόπο γίνεται. Η δυσκολία των μοντέλων αυτών βασίζεται στην χρήση μαθηματικών μοντέλων που είναι δύσκολα στην κατανόηση τους ,καθώς και στο ότι τα αποτελέσματα που προκύπτουν μπορεί να μην μπορούν να εφαρμοστούν σε πραγματικά γεγονότα. Ένα παράδειγμα εφαρμογής τους είναι η πρόβλεψη πιθανότητας σφάλματος σε διάφορα συμβάντα με τη μορφή σχετικών ή απόλυτων δεδομένων.

Τόσο τα ποιοτικά όσο και τα ποσοτικά μοντέλα χρησιμοποιούνται για την μελέτη της ανθρώπινης απόδοσης. Τα ποιοτικά μοντέλα περιλαμβάνουν μοντέλα προσομοίωσης και μοντέλα αξιολόγησης ανθρώπινων σφαλμάτων, συνήθως βασισμένα σε ένα συνεκτικό σχήμα ταξινόμησης που περιγράφει ανθρώπινες ενέργειες από άποψη λειτουργιών, αιτιών, εξαρτήσεων κ.λπ., καθώς και έναν συστηματικό τρόπο ή μέθοδο χρήσης του σχήματος ταξινόμησης (Hollnagel, 2006). Αφ 'ετέρου, τα ανθρώπινα μοντέλα αξιοπιστίας, τα μαθηματικά μοντέλα και τα τεχνικά μοντέλα αξιολόγησης δεξιοτήτων κατηγοριοποιούνται ως ποσοτικά, τα οποία συνήθως βασίζονται στο ότι έχουν είτε σχετικά είτε στατιστικά δεδομένα ανθρώπινων εργασιών και δράσεων που εκφράζονται σε αριθμητικές μορφές.



Εικόνα 9 ταξινόμηση μοντέλων αξιολόγησης της απόδοσης, (Izatul Razak κ.α, 2011)

2.3.2.1 Μοντέλα προσομοίωσης

Μια προσομοίωση ορίζεται ως μια υπολογιστική μέθοδος για την εκτέλεση ενός μοντέλου με την πάροδο του χρόνου, όπου το μοντέλο μπορεί να εφαρμοστεί χρησιμοποιώντας διάφορες υπολογιστικές τεχνικές όπως νευρωτικά δίκτυα, συστήματα που βασίζονται σε κανόνες ή μαθηματικό φορμαλισμό χρησιμοποιώντας διάφορους αλγόριθμους (Young, 2003). Σύμφωνα με τον Nagy (2002), αυτός ο τύπος μοντέλου είναι χρήσιμος στην υπέρβαση της περιορισμένης συλλογής εμπειρικών δεδομένων, δημιουργώντας μη συνηθισμένες καταστάσεις που επιτρέπουν τη μελέτη συγκεκριμένων τύπων απόδοσης. Επιτρέπει επίσης την παρατήρηση λανθασμένων ενεργειών, μια ικανότητα που δεν είναι δυνατή σε άλλες μεθόδους. Επομένως, τέτοιου τύπου προσομοίωση προτιμάται σε πολύπλοκα και μεγάλα συστήματα ειδικά για σκοπούς ελέγχου και παρακολούθησης. Χαρακτηριστικό παράδειγμα που σχετίζεται με τη μελέτη της ανθρώπινης απόδοσης έγινε από τους Zinser και Henneman (1988) που πρότειναν και αξιολόγησαν ένα συμπεριφορικά έγκυρο μοντέλο ανθρώπινης απόδοσης στην παρακολούθηση και τον έλεγχο ενός δικτύου επικοινωνίας, το οποίο είναι ένα μεγάλο, περίπλοκο μηχανικό σύστημα. Λόγω της πολυπλοκότητας, επιλέχθηκε το εργαλείο προσομοίωσης για τις μελέτες τους. Επιπρόσθετα οι Gore και Corker (2002) προτίμησαν επίσης το εργαλείο της

μοντελοποίησης λογισμικού, που ονομάζεται ολοκληρωμένο σύστημα σχεδίασης και ανάλυσης ανθρώπου-μηχανής (MIDAS), με έμφαση στην αύξηση της ασφάλειας στις αεροπορικές δραστηριότητες. Το συγκεκριμένο είναι ιδιαίτερα κατάλληλο για επικίνδυνες καταστάσεις, όπου ένα εργαλείο προσομοίωσης είναι χρήσιμο για τη μελέτη της απόδοσης των ανθρώπων υπό διάφορες συνθήκες. Συμπερασματικά, όπως αναφέρει ο Nagy (2002), τα αποτελέσματα από τα μοντέλα προσομοίωσης είναι εφαρμόσιμα για τον καθορισμό κατάλληλων μεθόδων εργασίας, εργονομίας διάταξης ελέγχου και σχεδιασμού, προσδιορισμού πιθανών πηγών σφαλμάτων και προτάσεων βελτίωσης της εκπαίδευσης. Ωστόσο, ένα εργαλείο προσομοίωσης δεν προτιμάται σε πολλές άλλες βιομηχανίες. Εκτός από τα προγράμματα που είναι εξαιρετικά ακριβά, ο Nagy (2002) ισχυρίστηκε ότι η προσομοίωση συχνά δεν μπορεί να αναπαράγει πλήρως την πραγματικότητα, επομένως, η ακρίβεια των δεδομένων που λαμβάνονται δεν μπορεί να είναι πλήρως αξιόπιστη.

Μοντέλα αξιολόγησης ανθρώπινων σφαλμάτων

Ως ανθρώπινο σφάλμα μπορεί να περιγραφεί η αποτυχία εκτέλεσης συγκεκριμένης εργασίας που θα μπορούσε να οδηγήσει σε διακοπή των προγραμματισμένων λειτουργιών ή να οδηγήσει σε καταστροφή περιουσιακών στοιχείων και εξοπλισμού (Dhillon, 1989; Dhillon and Liu, 2006). Για τη καλύτερη κατανόηση του ανθρώπινου λάθους και των συνεπειών του, οι DiMittia et al. (2005) πρότειναν ότι είναι ζωτικής σημασίας να υποδομηθεί η αποκλειστική σύνδεση του σφάλματος με τον άνθρωπο και να τοποθετηθεί σε μια προοπτική συστήματος. Η σωστή άποψη είναι να αντιμετωπίσουμε το ανθρώπινο σφάλμα ως μια φυσική συνέπεια που προκύπτει από μια ασυνέχεια μεταξύ των ανθρώπινων δυνατοτήτων και των απαιτήσεων του συστήματος. Με αυτόν τον τρόπο, οι παράγοντες που επηρεάζουν το ανθρώπινο λάθος μπορούν να αναγνωριστούν και να διαχειριστούν κατάλληλα. Αυτή η πρόταση υποστηρίζεται από τους Grozdanović και Stojilković (2006) που ισχυρίστηκαν ότι ο σκοπός της διαχείρισης ανθρώπινων σφαλμάτων δεν είναι η διερεύνηση προηγούμενων περιπτώσεων, αλλά η ανάπτυξη λύσης για μελλοντικά προβλήματα στην οργανωτική διαχείριση.

Στην προσπάθεια διαχείρισης του ανθρώπινου σφάλματος, πολλά μοντέλα και πλαίσια έχουν αναπτυχθεί όλα αυτά τα χρόνια, ειδικά σε βιομηχανίες υψηλού

κινδύνου όπως της αεροπορίας και η πυρηνικής ενέργειας. Οι προσπάθειες αυτές περιλαμβάνουν ανάλυση και αξιολόγηση όχι μόνο για την κατανόηση του ανθρώπινου σφάλματος στην περιοχή τις εύρεσης των αιτιών των σφαλμάτων αλλά και για την ασφάλεια, τον μετριασμό των κινδύνων και της ανάλυσης ατυχημάτων / συμβάντων. Επομένως οι συνολικές προθέσεις ανάπτυξης των μοντέλων αναπτύσσονται όχι μόνο για την πρόληψη του σφάλματος στο μέλλον, αλλά και για την πρόβλεψη της εμφάνισης ανθρώπινου σφάλματος. Αυτά πραγματοποιούνται με σκοπό τη σύγκριση των σφαλμάτων με το αποδεκτό επίπεδο των κινδύνων για τον σχεδιασμό κατάλληλης βελτίωσης του συστήματος καθώς και τον προσδιορισμό των αναγκών για την εκπαίδευση των εργαζομένων.(Izatul Hamimi Abdul Razak κ.α , 2011)

Όσον αφορά τις ποιοτικές τεχνικές, η ταξινόμηση των ανθρώπινων σφαλμάτων και η συλλογή δεδομένων μπορούν να πραγματοποιηθούν μέσω της έρευνας, της παρατήρησης καθώς και κρίσης από ειδικούς σχετικά με την καθημερινή εκτέλεση των εργασιών του εργαζομένου. Ένα από τα σημαντικά πλαίσια που αναπτύχθηκε αρχικά για το αμερικανικό ναυτικό και χρησιμοποιήθηκε από τον αμερικανικό στρατό είναι το σύστημα ανάλυσης και ταξινόμησης ανθρώπινων παραγόντων (HFACS) (Wiegmann and Shappell, 2001). Αυτό το μοντέλο χρησιμοποιήθηκε ως εργαλείο ανάλυσης δεδομένων για τη διερεύνηση σφαλμάτων που προκλήθηκαν στην πολιτική και στρατιωτική αεροπορία. Οι παράγοντες που προσδιορίστηκαν ως οι σημαντικότεροι ταξινομούνται σε τέσσερα επίπεδα HFACS: μη ασφαλείς πράξεις, προϋποθέσεις για μη ασφαλείς πράξεις, μη ασφαλής εποπτεία και οργανωτικές επιρροές. Τα αποτελέσματα από αυτήν την προσέγγιση μπορούν να βοηθήσουν στην αντιμετώπιση κρίσιμων τομέων του ανθρώπινου παράγοντα που απαιτούν στρατηγικές για την βελτίωση της ασφάλειας, μειώνοντας έτσι σημαντικά τους κινδύνους των αεροπορικών επιχειρήσεων (Nelson, 1997).

Μεταγενέστερα , η εφαρμογή του πλαισίου HFACS τροποποιήθηκε από τους Reinach και Viale (2006) και μετονομάστηκε ως HFACS-RR, για να καθοδηγήσει τις έρευνες ατυχημάτων / συμβάντων με γνώμονα τον ανθρώπινο παράγοντα στη σιδηροδρομική βιομηχανία. Ο Koester (2001) από την άλλη πλευρά πρότεινε μια μέθοδο τριών βημάτων ως επαγωγικό τρόπο για να βοηθήσει στον εντοπισμό κεντρικών προβλημάτων ανθρώπινου σφάλματος στον τομέα της ναυτικής εργασίας. Η γενική

μέθοδος βασίζεται σε ανάλυση κειμένου, ανάλυση ατυχημάτων και ταξινόμηση του ανθρώπινου σφάλματος. Στη μελέτη, ο συγγραφέας περιέγραψε ότι η μέθοδος της ταξινόμησης είναι σημαντική ως γενικό εργαλείο για την εκτέλεση περιγραφής, κατηγοριοποίησης και ανάλυσης ανθρώπινων σφαλμάτων σε κρίσιμους τομείς ασφάλειας.

Επομένως, τα μοντέλα αξιολόγησης ανθρώπινων σφαλμάτων δίνουν κυρίως έμφαση σε αναλύσεις που περιλαμβάνουν τη συλλογή αποδεικτικών στοιχείων μέσω διερεύνησης, παρατήρησης, κρίσης από ειδικούς ή μέσω συνέντευξης. Ωστόσο, σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, τα ποσοτικά μοντέλα προτιμώνται περισσότερο στη μελέτη ανθρώπινων σφαλμάτων και της επίδρασής τους τόσο στην αξιοπιστία όσο και στην αποτελεσματικότητα του εξοπλισμού και του συστήματος. Η αντίληψη ορισμένων συμπεριφοριστικών επιστημόνων ότι τα ποσοτικά μοντέλα είναι κατ'αρχήν αδύνατα (Hollnagel, 2005, στο Maguire, 2005) καθώς η ανθρώπινη φύση είναι υποκειμενική, άλλαξε όταν εμφανίστηκαν διάφορες αναλυτικές τεχνικές για τον ποσοτικό προσδιορισμό του ανθρώπινου σφάλματος. Πλέον, η ανθρώπινη απόδοση μπορεί να μετρηθεί υπό το πρίσμα διαφόρων πτυχών, χρησιμοποιώντας ποσοτικά μοντέλα και πλαίσια υπό την σκοπιά της ανθρώπινης αξιοπιστίας, των μαθηματικών και των κατηγοριών που αξιολογούν τις τεχνικές δεξιότητες.

Μοντέλα ανθρώπινης αξιοπιστίας

Η ανθρώπινη αξιοπιστία ορίζεται ως η πιθανότητα εκτέλεσης μιας εργασίας με επιτυχία από τους ανθρώπους σε οποιοδήποτε απαιτούμενο στάδιο μιας λειτουργίας του συστήματος δίχως να εκτελούνται μη σχετικές δραστηριότητες που μπορούν να βλάψουν το σύστημα (Hollnagel, 2006). Παρόμοια με την αξιοπιστία του εξοπλισμού ή του προϊόντος, η ανάλυση της ανθρώπινης αξιοπιστίας παρέχει μια βάση πάνω στην οποία υπολογίζεται η πιθανότητα ανθρώπινου σφάλματος (HEP) ,που αναφέρεται στην πιθανότητα ότι ένας άνθρωπος, ως «συστατικό», θα αποτύχει. Με άλλα λόγια, η ανάλυση της ανθρώπινης αξιοπιστίας μπορεί να βοηθήσει στην πραγματοποίηση προβλέψεων για τα ανθρώπινα λάθη και των επιπτώσεών τους στη συνολική αξιοπιστία του συστήματος (Khan et al., 2006).

Η ανάλυση ανθρώπινης αξιοπιστίας(HRA) έχει γίνει ένα από τα προτιμότερα μοντέλα ανθρώπινης αξιοπιστίας, που λαμβάνει όλο και μεγαλύτερη προσοχή τα τελευταία χρόνια. Το μοντέλο αυτό προβλέπει τις πιθανότητες ανθρώπινου σφάλματος με βάσει ορισμένους προσδιορισμένους παραγόντες που συμβάλλουν στο σφάλμα(PSF). Σύμφωνα με τους Grozdanović και Stojilković (2006), η εφαρμογή των μεθόδων της HRA ξεκίνησε από το δεύτερο μισό του 20ού αιώνα. Εκείνη την εποχή δόθηκε έμφαση σε τεχνικές για την σύνδεση της πιθανότητας του ανθρώπινου σφάλματος(HEP) με την ανθρώπινη απόδοση μέσω της μεθοδολογίας των δέντρων αποφάσεων (event-tree). Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται για να προσδιοριστούν οι συνέπειες ενός ατυχήματος με συνυπολογισμό των πιθανοτήτων τους (Κ. Σπύρου, 2017).Μετά από ένα ανεπιθύμητο συμβάν που έλαβε χώρα σε βιομηχανία πυρηνικής ενέργειας στις ΗΠΑ το 1979, η HRA έχει εφαρμοστεί ενεργά ως μέρος της πιθανολογικής αξιολόγησης ασφάλειας των βιομηχανιών μεγάλης κλίμακας, ιδίως των πυρηνικών σταθμών παραγωγής ενέργειας (Grozdanović, και Stojilković, 2006). Εφαρμόζοντας αυτά τα μοντέλα, είναι δυνατόν να εντοπιστούν πιθανά ανθρώπινα λάθη, να αξιολογηθούν οι συνδιαστικές συνέπειες των ανθρώπινων σφαλμάτων και των αστοχιών υλικού,καθώς και να εκτιμηθεί ο συνολικός κίνδυνος του συστήματος (Nelson, 1997).

Σταδιακά έγινε η ανάπτυξη και εφαρμογή διαφόρων μεθοδολογιών HRA και σε άλλες βιομηχανίες όπως πετρελαίου και φυσικού αερίου ώστε να προσεγγιστούν καλύτερα οι σύγχρονες απαιτήσεις αυτών των βιομηχανιών . Ως πρωταρχικός στόχος είναι να προβλεφθεί το ποσοστό αποτυχίας κατανοώντας την αξιοπιστία του εργαζομένου. Με αυτόν τον τρόπο τα ανεπιθύμητα συμβάντα είναι δυνατόν να αντιμετωπιστούν με την εφαρμογή συγκεκριμένων αλλαγών στο σύστημα. (Nagy, 2002). Μερικά από τα διαθέσιμα μοντέλα HRA με τις σύντομες περιγραφές τους, καθώς και τον σκοπό και τις εφαρμογές τους παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

Όνομα	Περιγραφή	Σκοπός/ εφαρμογή
(THERP) Technique for human error rate prediction ή πρόβλεψη	Η μέθοδος συνδυάζει την χρήση Δέντρων Αποφάσεων για την ανάλυση των ανθρώπινων λαθών με μια ποσοστού βάση δεδομένων των	Αξιολόγηση της ανθρώπινης αξιοπιστίας προβλέποντας τα ανθρώπινα λάθη Ανάλυση σχεδιασμού,

ανθρώπινου σφάλματος	τυπικών ποσοστών επιλογή ανθρώπινου σφάλματος των συναφών δυναμικού, πρόβλεψη της Παραγόντων Διαμόρφωσης αποτελεσματικότητας του Αποδόσεως – PSF συστήματος και (Performance Shaping Factors). προσδιορισμός των απαιτήσεων εκπαίδευσης
HEART-Human Error Assessment and Reduction Technique ή Μέθοδος Εκτίμησης και Ελάττωσης Ανθρώπινου Σφάλματος,	Βασίζεται σε πίνακες δεδομένων πιθανότητας ανθρώπινου σφάλματος (HEP), αλλά έχει μια πιο προσανατολισμένη σε σφάλματα λειτουργία Αντιμετωπίζει όχι μόνο την πιθανότητα εκτίμησης του ανθρώπινου σφάλματος, αλλά και τις αντιδράσεις του σχεδιαστή σε αυτό, παρέχοντας μια σειρά από γενικές στρατηγικές μείωσης του ανθρώπινου σφάλματος
(SLIM) Success likelihood index methodology ή Μέθοδος του Δείκτη Πιθανότητας Επιτυχίας	Βασίζεται στον συνδυασμό σταθερών τιμών και την εκτίμηση των πιθανών ανθρώπινων σφαλμάτων για μια συγκεκριμένη ανθρώπινη δράση σχετικά με την έννοια των πιθανών PSF, όπως καθορίζονται από εμπειρογνώμονες Ποσοτικοποιεί την πιθανότητα σφαλμάτων που σχετίζονται με μια εργασία, για την απόκτηση του δείκτη πιθανότητας επιτυχίας για μια συγκεκριμένη ανθρώπινη δράση
(ATHEANA) A technique for human event analysis ή Μέθοδος Ανάλυσης Ανθρώπινων Γεγονότων	παρέχει μια δομημένη διαδικασία αναζήτησης των εσφαλμένων και επικίνδυνων ανθρώπινων ενεργειών μέσω λεπτομερών διαδικασιών διερεύνησης των αιτιών γένεσης σφαλμάτων (error-forcing contexts - EFCs). Εισάγει την έννοια της επιβολής σφαλμάτων, στην οποία δημιουργείται μια κατάσταση όταν είναι πιθανό να προκύψει ανθρώπινο σφάλμα

(CREAM) Cognitive reliability and error analysis method ή Μέθοδος Νοητικής (Γνωστικής) Αξιοπιστίας και Ανάλυσης Λάθους	επιτρέπει στον αναλυτή να προβλέψει και να περιγράψει, τον τρόπο με τον οποίο μπορούν να συμβούν τα πιθανά σφάλματα. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω της δυνατότητας που έχει ο αναλυτής να καθορίσει τις σχέσεις (δεσμούς) μεταξύ των αιτιών και συνεπειών του σφάλματος που αναλύεται.	Τα κύρια πλεονεκτήματα περιλαμβάνουν τη μεγιστοποίηση των δυνατοτήτων ανθρώπινης απόδοσης, την ελαχιστοποίηση των πιθανοτήτων ανθρώπινου σφάλματος και τη μεγιστοποίηση των δυνατοτήτων ανάκτησης των ανθρώπινων λαθών
--	--	--

Πίνακας 1 Μοντέλα ανθρώπινης αξιοπιστίας, Taylor-Adams (1995), Spurgin (2002), Nagy (2002), Kim and Jung (2003) and Yang et al. (2007) για THERP, HEART, and SLIM; Chien et al. (1988), DiMittia κ.α. (2005), Park και Lee (2008) για SLIM; Bley κ.α (1999), Forester κ.α. (2004), Reer (2008) για ATHEANA; Marseguerra κ.α (2006) για CREAM)

Σύμφωνα με τον Hollnagel (2006), οι λύσεις που αφορούν τα προβλήματα στο HRA, δεν είναι μόνο ποσοτικές. Χρήζεται ζωτικής σημασίας η κατανόηση της πρόβλεψης της απόδοσης η οποία διακρίνεται μεταξύ τόσο ποιοτικών όσο και ποσοτικών τμημάτων.

Αυτό προϋποθέτει ότι τα μοντέλα HRA να έχουν ένα συνδυασμό ποιοτικών και ποσοτικών μεθόδων για την πρόβλεψη της απόδοσης. Για παράδειγμα, το ποιοτικό μέρος ανακαλύπτει ποια γεγονότα είναι πιθανό να συμβούν, ενώ το ποσοτικό μέρος καθορίζει την πιθανότητα του να συμβούν αυτά τα γεγονότα. Η ενσωμάτωση ενός ποιοτικού μέρους στα μοντέλα HRA πραγματοποιείται συνήθως όταν υπάρχει πρόβλημα στη δημιουργία δεδομένων που απαιτούνται για ποσοτικούς σκοπούς. Μια τέτοια δυσκολία οδήγησε έτσι στην ανάπτυξη προσεγγίσεων που δεν εξαρτώνται από τα δεδομένα, χρησιμοποιώντας τη κρίση ενός εμπειρογνώμονα. Οι Nagy (2002) και Spurgin (2002) υποστήριξαν ότι η κρίση των εμπειρογνώμωνων αποτελεί βασικό συστατικό στις περισσότερες μεθοδολογίες HRA, ειδικά στην παροχή δεδομένων που δεν μπορούν να παρέχουν οι βάσεις δεδομένων. Συνήθως, οι εμπειρογνώμονες

υποχρεούνται να παρατηρήσουν γεγονότα, να προσδιορίσουν τους παράγοντες που συμβάλλουν στο σφάλμα ή τους παράγοντες διαμόρφωσης της απόδοσης(PSF) που επηρεάζουν την ικανότητα του εργαζομένου ή να ποσοτικοποιήσεων το HEP με βάση τους προσδιορισμένους PSF. Οι Park και Lee (2008) επιπλέον πρότειναν ότι οι ειδικοί πρέπει να είναι αυτοί που κατανοούν καλύτερα το σύστημα που πρέπει να μελετηθεί και διαθέτουν επαγγελματική εμπειρία και γνώση σε σχετικούς τομείς. Μεταξύ άλλων, τα SLIM, THERP και ATHEANA είναι ορισμένα παραδείγματα των μοντέλων HRA που εφαρμόσαν στην προσέγγιση τους την κρίση των εμπειρογνομώνων.

Πέρα από τα ανθρώπινα λάθη και την ανθρώπινη αξιοπιστία, σύμφωνα με τους Park και Lee (2008), τα μοντέλα HRA εφαρμόστηκαν και σε άλλους τομείς αξιολόγησης, όπως υπηρεσίες και επιχειρήσεις, καθώς και σε κοινωνικοπολιτικούς τομείς λήψης αποφάσεων. Επιπλέον, εκτός από την εφαρμογή του μοντέλου HRA, η ανθρώπινη αξιοπιστία ποσοτικοποιείται επίσης χρησιμοποιώντας διάφορους τύπους μαθηματικών μοντέλων

Μαθηματικά μοντέλα

Η μαθηματική μοντελοποίηση είναι μια ευρέως χρησιμοποιούμενη προσέγγιση στην οποία τα συστατικά ενός αντικειμένου αντιπροσωπεύονται από στοιχεία που περιγράφονται από εξισώσεις. Ωστόσο, ο βαθμός προσέγγισης της πραγματικότητας από ένα μαθηματικό μοντέλο εξαρτάται από τις υποθέσεις που του επιβάλλονται. Έχουν αναπτυχθεί διάφοροι τύποι μαθηματικών μοντέλων στον τομέα της μηχανικής αξιοπιστίας, που στοχεύει στη μελέτη της ανθρώπινης αξιοπιστίας, και του ανθρώπινου σφάλματος στα μηχανικά συστήματα. Τα περισσότερα από αυτά τα μοντέλα αναπτύσσονται χρησιμοποιώντας συσχέτισμό αξιοπιστίας του χρόνου, όπως για παράδειγμα τα στοχαστικά μοντέλα.

(Izatul Hamimi Abdul Razak κ.α , 2011)

Χαρακτηριστικό παράδειγμα των μοντέλων αυτών αποτελεί το στοχαστικό μοντέλο Markov, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την πρόβλεψη των συμβάντων ανθρώπινων

σφαλμάτων κατά την εκτέλεση εργασιών. Συνήθως εφαρμόζεται για τη μελέτη της ανθρώπινης αξιοπιστίας σε μια συνεχή εργασία, με την έννοια ότι ο ρόλος της ανθρώπινης συμπεριφοράς είναι μαθηματικά παρόμοιος με τη θεωρία αξιοπιστίας ενός υλικού, με την προϋπόθεση ότι τα ανθρώπινα ποσοστά σφάλματος είναι σταθερά (Lee et al., 1988a).

Οι Dhillon και Yang (1995) προχώρησαν στην ανάπτυξη του μοντέλου Markov από διαφορετική οπτική γωνία, δηλαδή, την ανάλυση της αξιοπιστίας και διαθεσιμότητας του συστήματος σε σχέση με τα αυξανόμενα ποσοστά ανθρώπινου σφάλματος και τα τυχαία αποτυχημένα ποσοστά επισκευής του συστήματος. Η αξιοπιστία του συστήματος, η μέση τιμή και η διακύμανση του χρόνου ως προς την αστοχία του συστήματος είναι μεγέθη που μπορούν να ποσοτικοποιηθούν σύμφωνα με το αναφερόμενο μοντέλο. Επίσης, λαμβάνοντας υπόψη τη χρονική σχέση στη μοντελοποίηση της ανθρώπινης αξιοπιστίας, οι Lee et al. (1988b) ανέπτυξαν ένα στοχαστικό μοντέλο για τον ποσοτικό προσδιορισμό της αξιοπιστίας της ανθρώπινης απόδοσης. Στο προτεινόμενο μοντέλο, εξετάστηκαν τρεις πτυχές :

- 1) Εμφάνιση ενός τυχαίου γεγονότος στην διεκπεραίωση μιας εργασίας του χειριστή
- 2) παροδικά χαρακτηριστικά ανθρώπινης απόδοσης ή πιθανότητα επιτυχούς ολοκλήρωσης μιας εργασίας χωρίς να παρουσιαστεί κάποιο σφάλμα
- 3) λειτουργικές απαιτήσεις του συστήματος προκειμένου να αξιολογηθεί η αξιοπιστία απόδοσης του χειριστή στο χρόνο αποστολής.

Μια άλλη προσέγγιση πραγματοποιήθηκε από τον Cooper (1991) μέσω μαθηματικών σχέσεων για την μοντελοποίηση της ανθρώπινης απόδοσης. Ο συγκεκριμένος ερευνητής, ταυτοποίησε και διερεύνησε ένα αποτελεσματικό μοντέλο για την πρόβλεψη της απόδοσης του αθλητή την ημέρα του αγώνα και για τη δημιουργία συγκεκριμένου προγράμματος προπόνησης για βελτίωση. Με βάση τις προβλέψεις του μοντέλου, το αποτέλεσμα βοήθησε στο σχεδιασμό της στρατηγικής προπόνησης των αθλητών.

Μοντέλα αξιολόγησης τεχνικών δεξιοτήτων

Η αξιολόγηση δεξιοτήτων πραγματοποιείται συνήθως για την παρακολούθηση της απόδοσης των εργαζομένων όπου η τεχνικότητα και η πρακτικότητα είναι κρίσιμης σημασίας. Η αξιολόγηση δεξιοτήτων μπορεί επίσης να βοηθήσει στην αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας της παρεχόμενης εκπαίδευσης ,πέρα από τις ήδη υπάρχουσες δεξιότητες που κατέχει ο εργαζόμενος(Izatul Hamimi Abdul Razak κ.α , 2011). Ένας τομέας που έχει αναπτύξει αρκετά τέτοιες μεθόδους είναι αυτός της χειρουργικής και νοσηλευτικής εκπαίδευσης. Σύμφωνα με τους Moorthy et al. (2003), τα τελευταία χρόνια, έχουν γίνει εκτεταμένες εξελίξεις στην αντικειμενική αξιολόγηση της τεχνικής επάρκειας των χειρουργών. Οι αξιολογήσεις που πραγματοποιούνται κατά τη διάρκεια των διαστημάτων εκπαίδευσης θεωρούνται υψίστης σημασίας για την εξέταση της απόκτησης των χαρακτηριστικών που απαιτούνται για να γίνει κάποιος χειρουργός, που συνεπάγεται συνδυασμό γνώσεων, τεχνικών και επικοινωνιακών δεξιοτήτων, λήψης αποφάσεων και επαγγελματικών συμπεριφορών. (Hance et al., 2005; Datta et al., 2006).

Όσον αφορά τις εργασίες στο πλαίσιο καθηκόντων που σχετίζονται περισσότερο με την επίλυση προβλημάτων και τη λήψη αποφάσεων, η μέτρηση της απόδοσης σχετίζεται με τις τεχνικές γνώσεις και δεξιότητες που κατέχει ο εργαζόμενος. Οι Albayrak και Erensal (2004) πρότειναν ότι οι τρέχουσες δεξιότητες των εργαζομένων πρέπει να αξιολογηθούν και να συγκριθούν με τις μελλοντικές απαιτήσεις του οργανισμού. Επίσης, στην ίδια προοπτική, ο Smith (στο Higgins και Mobley, 2002) ισχυρίστηκε ότι η αξιολόγηση δεξιοτήτων στο πλαίσιο της εργασίας είναι ένα πολύτιμο εργαλείο για τον προσδιορισμό των πλεονεκτημάτων και των αδυναμιών μιας δεδομένης ομάδας υπαλλήλων προκειμένου να σχεδιαστεί ένα πρόγραμμα κατάρτισης που να καλύπτει αυτές τις ανάγκες. Η αξιολόγηση θα μπορούσε επίσης να βοηθήσει στην κατασκευή προσαρμοσμένων εκπαιδευτικών προγραμμάτων είτε για το άτομο είτε για την ομάδα, με βάση τις υπάρχουσες γνώσεις και δεξιότητες. Επιπλέον, ο Levit (1997) ισχυρίστηκε ότι για την απόκτηση της μέγιστης

αποτελεσματικότητας των εργαζομένων είναι αναγκαία η κατάρτιση τους ,η οποία να εστιάζει σε τρεις τομείς : γνώση, δεξιότητα και επαγγελματική συμπεριφορά.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

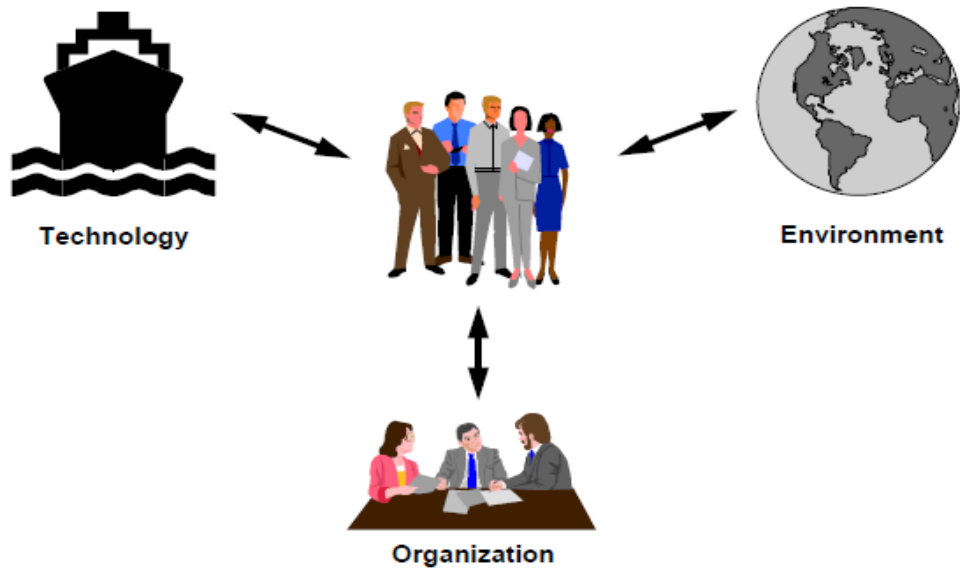
ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΧΟΥΝ ΚΑΘΟΡΙΣΤΙΚΗ ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΗΝ ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ ΣΤΟ ΠΛΟΙΟ.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ναυτιλιακή βιομηχανία είναι ένα σύστημα που χαρακτηρίζεται από σύνθετη δομή και πολυπλοκότητα η οποία εγγενώς αποτελεί πρόκληση για την απόδοση των ανθρώπινων επιδόσεων. Ο G.Klir (1991) ορίζει ένα σύστημα ως μία ομάδα αλληλοεπιδρώντων μερών ,τα οποία λειτουργούν ως ένα σύνολο ,που διακρίνεται από το περιβάλλον του μέσω αναγνωρισμένων διαχωριστικών (συνόρων).Εξαιτίας αυτού , ένα σύστημα έχει ιδιότητες που δεν βρίσκονται στα επιμέρους στοιχεία του, αλλά αναδύονται μέσα από την λειτουργία του συνόλου. Η κομβική έννοια , ως ιδιότητα ή ικανότητα των συστημάτων είναι η πολυπλοκότητα η οποία προσδιορίζει το βαθμό της πολυμορφίας , της δικτύωσης και του φόρτου , συνεπακόλουθα ,ενός πεδίου αποφάσεων (Luhmann,N. (1995)). Επομένως κρίνεται αναγκαία η συστημική προσέγγιση για τον καθορισμό των παραγόντων που επιδρούν στην απόδοση του ανθρώπου στο πλοίο.

Η συστημική προσέγγιση συνιστά έναν τρόπο διερεύνησης κάποιου θέματος ,ζητήματος ή προβλήματος με όρους συστήματος (Arnoldand & Wade,2015). Είναι θεμελιωμένη στην βασική αντίληψη ότι καθετί συνιστά « σύστημα», το οποίο λειτουργεί αυτόνομα, ωστόσο η εύρυθμη λειτουργία του είναι συνάρτηση τόσο των ευρύτερων συστημάτων στα οποία εντάσσεται όσο και των υποσυστημάτων που το απαρτίζουν (Espejo,1994)

Το ναυτικό σύστημα είναι ένα σύστημα βασισμένο στον άνθρωπο. Σύμφωνα με την (Dr. Rothblum) οι άνθρωποι αλληλεπιδρούν με την τεχνολογία, το περιβάλλον και τους οργανωτικούς παράγοντες. Μερικές φορές ο αδύναμος κρίκος του συστήματος είναι ο ίδιος ο άνθρωπος, αλλά πολύ συχνά ο αδύναμος αυτός κρίκος είναι ο τρόπος με τον οποίο οι τεχνολογικοί, περιβαλλοντικοί ή οργανωτικοί παράγοντες επηρεάζουν την ανθρώπινη απόδοση.



Εικόνα 10: το ναυτικό σύστημα ,ως ανθρωποκεντρικό σύστημα, Dr. Rothblum

3.1 Περιβαλλοντικοί παράγοντες

Το περιβάλλον επηρεάζει καθορίστηκα την απόδοση του ανθρώπου. Όπως αναφέρει η Dr. Rothblum με τον όρο "περιβάλλον" συμπεριλαμβάνουμε όχι μόνο τις καιρικές συνθήκες αλλά και άλλες πτυχές του φυσικού περιβάλλοντος εργασίας (όπως ο φωτισμός, ο θόρυβος και η θερμοκρασία), καθώς και το ρυθμιστικό και οικονομικό κλίμα . Το φυσικό περιβάλλον εργασίας επηρεάζει άμεσα την ικανότητά του ναυτικού να εκτελεί συγκεκριμένες ενέργειες. Για παράδειγμα, το ανθρώπινο σώμα εκτελεί καλύτερα σε μια αρκετά περιορισμένη περιοχή θερμοκρασιών. Η απόδοση θα υποβαθμιστεί σε θερμοκρασίες εκτός αυτού του εύρους και θα αποτύχει εντελώς σε ακραίες θερμοκρασίες. Επιπλέον, καθώς τα μέλη του πληρώματος όχι μόνο εργάζονται επί του σκάφους αλλά υποχρεούνται να ζουν και να ξεκουράζονται στο ίδιο περιβάλλον για μήνες, η απόδοση του πληρώματος και η ευημερία του γίνονται πιο περίπλοκες.

Καιρικές συνθήκες

Ο τρόπος διαχείρισης των δραστηριοτήτων των ναυτικών επηρεάζεται σημαντικά από τις καιρικές συνθήκες .Με τον όρο καιρικές συνθήκες εννοούμε την ταχύτητα και κατεύθυνση ανέμου, τα κύματα (σημαντικό και μέγιστο ύψος, μέση ή μέγιστη περίοδος και κατεύθυνση), βροχή, χιόνι και βαρομετρική πίεση. Από σχετική έρευνα του(N. P. Ventikos κ.α ,2018),εξαιτίας των καιρικών συνθηκών ,την περίοδο από το 1980 ως το 2013, σημειώθηκαν 277 ναυτικά ατυχήματα εκ των οποίων τα 239 (περίπου 86%) σημειώθηκαν σε έντονες καιρικές συνθήκες και 38 (περίπου 14%) σημειώθηκαν σε ακραία καιρικά φαινόμενα. Αξίζει να σημειωθεί ότι η πλειοψηφία (53%) των ατυχημάτων αυτών συνέβη ενώ το πλοίο ήταν εντός ορίων λιμένα, το 19% όταν το πλοίο έπλεε σε περιορισμένα ύδατα και 27% ενώ το πλοίο ακολουθούσε την διαδρομή του. Πιο συγκεκριμένα, οι καιρικές συνθήκες δημιουργούν ταλαντωτικές κινήσεις, θορύβους και κραδασμούς στην γάστρα του πλοίου καθώς και αυξάνουν τον φόρτο εργασίας και το άγχος των ναυτικών. Αυτό έχει σαν συνέπεια αφενός την σημαντική μείωση της απόδοσης των ναυτικών και αφετέρου επηρεάζει τις δραστηριότητές τους, προκαλώντας το ανθρώπινο λάθος.

(Arslan and Er, 2008)



Εικόνα 11 πλοίο σε δύσκολες καιρικές συνθήκες (Anish Wankhede 2019)

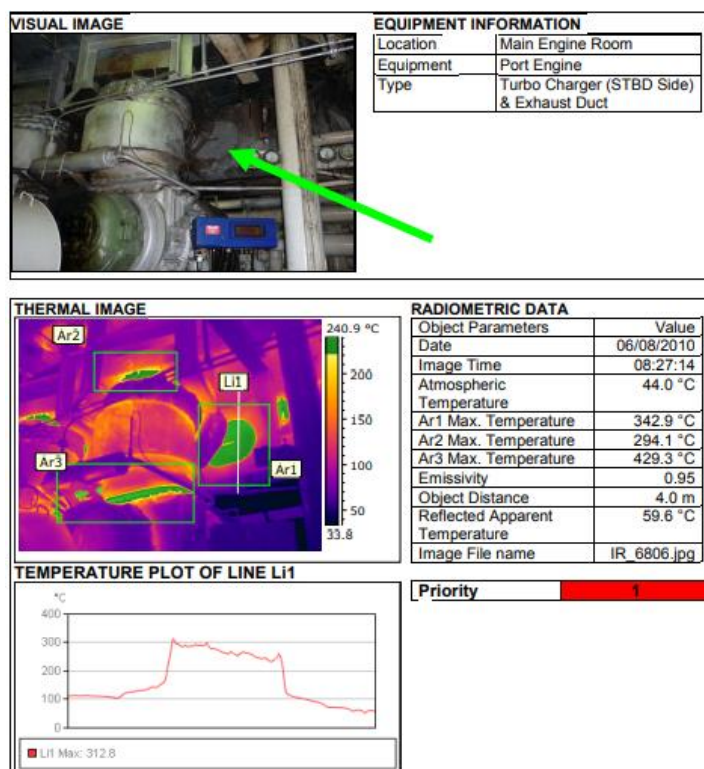
Θερμοκρασία στο χώρο εργασίας

Η θερμοκρασία στο χώρο εργασίας είναι ένας άλλος περιβαλλοντικός παράγοντας που μειώνει τις επιδόσεις των ναυτικών κατά τη διάρκεια των εργασιών τους.

Ακραίες συνθήκες θερμοκρασίας (κρύο ή ζέστη) μπορούν να προκαλέσουν κόπωση και να μειώσουν την ικανότητά των ναυτικών να επικεντρωθούν στην εργασία τους.

Η υψηλή θερμοκρασία μπορεί να προκαλέσει αύξηση της θερμοκρασίας του σώματος, με συνέπεια να οδηγήσει σε σοβαρά προβλήματα υγείας, συμπεριλαμβανομένης της θερμοπληξίας ενώ από την άλλη πλευρά, η χαμηλή θερμοκρασία περιβάλλοντος μπορεί να μειώσει τη θερμοκρασία του σώματος, με αποτέλεσμα να έχει αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία και την λειτουργικότητα των ναυτικών. Οι χαμηλές θερμοκρασίες όχι μόνο συμβάλλουν στην μείωση της δυναμικής και κινητικής ικανότητας ,αλλά υπονομεύουν την ικανότητα της αντίληψης και του προσδιορισμού εξωτερικών στοιχείων. Τέλος, η συνεχής θερμική καταπόνηση μπορεί να οδηγήσει σε απώλεια σωματικών υγρών ,καθώς και να περιορίσει τις πνευματικές και ψυχοκινητικές διεργασίες, μειώνοντας με αυτόν τον τρόπο την αποδοτικότητα και κυρίως την αντοχή.(Hancock et al., 2007; Noroozi et al., 2014; Parsons (2014)). Χαρακτηριστικό παράδειγμα υψηλής θερμοκρασίας στο πλοίο είναι ο χώρος του μηχανοστασίου. Όπως βλέπουμε στην παρακάτω εικόνα η

θερμοκρασία στον χώρο του μηχανοστασίου κυμαίνεται στους 44 °C, ενώ οι επιφάνειες που είναι σημειωμένες με πράσινο χρώμα ξεπερνούν τους 220 °C.



Εικόνα 12:Θερμογραφική επιθεώρηση ναυτικής μηχανής , Pixel Thermographics Ltd(2010)

Κίνηση του πλοίου

Η κίνηση του πλοίου είναι ένας άλλος λόγος που συντελεί στη μείωση των επιδόσεων και στην δημιουργία λαθών από τους ναυτικούς. Η συνήθης αιτία της κίνησης είναι η αλληλεπίδραση μεταξύ του πλοίου, των εξαρτημάτων του και της θάλασσας. Ωστόσο και ο άνεμος μπορεί επίσης να προκαλέσει αστάθεια σε ένα άτομο πάνω στο πλοίο.

Το είδος της κίνησης του πλοίου εξαρτάται από το μέγεθος του, και ιδιαίτερα το μήκος του σε σχέση με την κατάσταση της θάλασσας. Σύμφωνα με τον Faltinsen, (1993) τα μικρότερα πλοία έχουν μεγαλύτερες πιθανότητες εμφάνισης διατοιχισμού και προνευτασμού σε σχέση με τα μεγαλύτερα. Πιο συγκεκριμένα, τόσο η

κατακόρυφη ταλάντωση όσο ο προνευτασμός και ο διατοιχισμός μετατοπίζουν το κέντρο βάρους του σώματος των ναυτικών με αποτέλεσμα να τους προκαλείται ναυτία, να μειώνονται οι διανοητικές και σωματικές επιδόσεις τους και να δημιουργούνται δυσκολίες στην εργασία τους ενώ μερικές φορές καθίσταται αδύνατη η διεξαγωγή του έργου τους. Επιπρόσθετα, εξαιτίας της κίνησης του πλοίου είναι δυνατή η εμφάνιση κόπωσης (motion induced fatigue (MIT) καθώς και κατάθλιψη. Τέλος αξίζει να σημειωθεί πως σε αυτές τις συνθήκες κίνησης οι έμπειροι ναυτικοί προσαρμόζονται συνήθως ταχύτερα από τους λιγότερο έμπειρους. (Wertheim, 1998; Tupper, 2013; Colwell (2005); Bos, 2004).)

Κραδασμοί και Θόρυβοι

Οι κραδασμοί και οι θόρυβοι που μεταδίδονται από το πλοίο και τον μηχανολογικό εξοπλισμό στο ανθρώπινο σώμα όχι μόνο επιδρούν στην επίδοση αλλά είναι και επικίνδυνοι για την υγεία του πληρώματος. Το σώμα των ναυτικών εκτίθεται σε κραδασμούς και θορύβους καθ 'όλη τη διάρκεια του ταξιδιού. Οι κραδασμοί που δημιουργούνται είτε μέσω της δομής του πλοίου (εξαιτίας κυματισμού) είτε μέσω του μηχανολογικού εξοπλισμού και οδηγούν τόσο σε σωματικές διαταραχές, όπως του μυϊκού και σκελετικού συστήματος, του χεριού, του βραχίονα, του λαιμού και της πλάτης, όσο και σε πνευματικές όπως η μείωση της αντίληψης και της απόκρισης των ναυτικών μειώνοντας την απόδοση στην εργασία τους (Pîcu και Rusu, 2017). Όσον αφορά τον θόρυβο, η συνεχής έκθεση σε αυτόν προκαλεί κόπωση και σύγχυση στους ναυτικούς, διαταραχές του ύπνου και ευερεθιστότητα, επηρεάζοντας έτσι σημαντικά τις διαχειριστικές διεργασίες στο πλοίο (Cohen and Weinstein (1981).

3.2 Οργανωτικοί παράγοντες

Οι οργανωτικοί παράγοντες επηρεάζουν σημαντικά την ανθρώπινη απόδοση. Οι οργανωτικοί παράγοντες περιλαμβάνουν όλους τους τρόπους που χρησιμοποιεί η διοίκηση για να κατευθύνει και να συντονίζει το έργο, οι οποίοι διαμορφώνουν τη συμπεριφορά των ανθρώπων που εκτελούν τις εργασίες τους (Porras, 1987). Για παράδειγμα το μέγεθος του πληρώματος και οι αποφάσεις εκπαίδευσης επηρεάζουν άμεσα το φόρτο εργασίας του πληρώματος καθώς και τις ικανότητές του να εκτελεί τα καθήκοντα του με ασφάλεια και αποτελεσματικότητα. Μια αυστηρή ιεραρχική δομή διοίκησης μπορεί να εμποδίσει την αποτελεσματική ομαδική εργασία, ενώ οι ελεύθερες, διαδραστικές επικοινωνίες μεταξύ των ναυτικών μπορούν να την ενισχύσουν. Επιπλέον, οι πολιτικές της εταιρείας σε σχέση με τα χρονοδιαγράμματα εργασίας που δεν παρέχουν στο άτομο κανονικό και επαρκή χρόνο ύπνου προκαλούν κόπωση στο πλήρωμα, ενώ η τήρηση συγκεκριμένων χρονοδιαγραμμάτων και η κουλτούρα για ασφαλή εργασία θα επηρεάσουν άμεσα τον βαθμό συμπεριφοράς των ναυτικών για ανάληψη κινδύνου και για την ασφάλεια λειτουργίας του πλοίου (Dr. Rothblum, 2002).

Διαχείριση πόρων

Αυτή η κατηγορία περιλαμβάνει τη σφαίρα λήψης αποφάσεων σε εταιρικό επίπεδο σχετικά με την κατανομή και τη συντήρηση οργανωτικών στοιχείων, όπως ανθρώπινου δυναμικού (προσωπικό), χρηματικών πόρων, εξοπλισμού και εγκαταστάσεων. Γενικά παρατηρείται ότι οι εταιρικές αποφάσεις σχετικά με τον τρόπο διαχείρισης αυτών των πόρων επικεντρώνονται συνήθως στον στόχο της ασφάλειας και στον στόχο της έγκαιρης, οικονομικά αποδοτικής λειτουργίας. Σε περιόδους ευημερίας, και οι δύο στόχοι μπορούν να ισορροπηθούν εύκολα και να ικανοποιηθούν πλήρως, ωστόσο, σε περιόδους έντονης οικονομικής λιτότητας συνήθως ο δεύτερος επισκιάζει τον πρώτο και ως εκ τούτου επηρεάζει τόσο την απόδοση όσο και την ασφάλεια των εργαζομένων. Από αναφορές ατυχημάτων

φαίνεται ότι οι πόροι που παρέχονται για την ασφάλεια και τη εκπαίδευση των εργαζομένων δεν είναι το πρώτο μέλημα των οργανισμών που αντιμετωπίζουν οικονομικές δυσκολίες. Εάν οι περικοπές σε τέτοιους πόρους είναι αρκετά έντονες, η επάρκεια των εργαζομένων για την επίτευξη ενός έργου είναι ελλιπής, οδηγώντας σε σφάλματα και ατυχήματα. Η υπερβολική μείωση του κόστους θα μπορούσε επίσης να οδηγήσει σε μειωμένη χρηματοδότηση για νέο εξοπλισμό, στην αγορά εξοπλισμού που είναι ανεπαρκώς σχεδιασμένος για ένα έργο καθώς και στην κακή ή μη συντήρηση του ήδη υπάρχοντα. Η μείωση του κόστους μπορεί επίσης να οδηγήσει σε μικρότερο αριθμό εργαζομένων. Σε συνδυασμό με τον κακώς συντηρημένο εξοπλισμό, ο φόρτος εργασίας αυξάνει την περίπτωση ατυχήματος. (R. Cooper κ.α , 2018)

Οργανωτική διαδικασία

Αυτή η κατηγορία αναφέρεται σε εταιρικές αποφάσεις και κανόνες που διέπουν τις καθημερινές δραστηριότητες εντός ενός οργανισμού, συμπεριλαμβανομένης της θέσπισης και της χρήσης τυποποιημένων διαδικασιών λειτουργίας και επίσημων μεθόδων για τη διατήρηση ελέγχων και ισορροπιών (εποπτεία) μεταξύ του εργατικού δυναμικού και της διοίκησης.

Κίνητρο

Το τελικό αποτέλεσμα μιας εργασίας καθορίζεται εν μέρη και από τα κατάλληλα κίνητρα που έχουν οι εργαζόμενοι. Ο όρος κίνητρο αντικατοπτρίζει τη διαφορά του τι μπορεί να κάνει ένα άτομο και τι τελικά θα κάνει το άτομο αυτό, επηρεάζει το επίπεδο της απόδοσης και την αποδοτικότητα που επιτυγχάνεται καθώς και το χρόνο που αφιερώνεται σε μια δραστηριότητα, και έχει άμεσο αντίκτυπο στο επίπεδο διέγερσης και το συνακόλουθο επίπεδο απόδοσης του ατόμου. Σύμφωνα με τον (R.Cooper,κ.α,2018) τα κίνητρα μπορούν να χωριστούν σε δυο κατηγορίες ,τα εγγενή και τα εξωγενή. Η περίπτωση των εγγενών κινήτρων έχει να κάνει με την ικανοποίηση που αποκοιμίζει ο εργαζόμενος από την εκτέλεση μιας εργασίας. Αντίθετα τα εξωγενή κίνητρα έχουν να κάνουν με τις εξωτερική ικανοποίηση του

ατόμου και σχετίζονται με την παρακίνηση που λαμβάνει ο εργαζόμενος, όπως η αμοιβή , οι καλές εργασιακές συνθήκες κ.α. Στο ναυτικό εργασιακό πλαίσιο τα βασικά κίνητρα εργασίας που εντοπίστηκαν από (Miia Haka κ.α, 2011) ήταν η διάρκεια της άδειας στο σπίτι, το επίπεδο ευθύνης και το επίπεδο πρόκλησης ενώ οι κύριοι παράγοντες αντικινήτρου που εντοπίστηκαν ήταν η απόσταση από οικείο περιβάλλον , η διαχείριση του ανθρώπινου δυναμικού της ναυτιλιακής εταιρείας καθώς και οι κανονιστικές απαιτήσεις που σχετίζονται με τις διάφορες εργασίες στο πλοίο.

Φόρτος εργασίας

Ο φόρτος εργασίας αποτελεί έναν σημαντικό παράγοντα που έχει επίδραση στην απόδοση των ναυτικών. Η διαχείριση της υπερφόρτωσης της εργασίας είναι ένα πολύ συχνό πρόβλημα ,ειδικά κατά τη διάρκεια των εργασιών συντήρησης στο πλοίο. Από σχετικές έρευνες παρατηρήθηκε ότι ο φόρτος εργασίας είναι ο πιο σημαντικός παράγοντας που οδηγεί σε κόπωση επηρεάζοντας αρνητικά την απόδοση των ναυτικών (Smith κ.α. 2006). Αυτή η μείωση της απόδοσης θα μπορούσε να είναι υπεύθυνη για την αύξηση των σφαλμάτων, ωστόσο αξίζει να σημειωθεί ότι μείωση στην απόδοση δεν συμβαίνει πάντα , επειδή τα άτομα μπορούν να επινοήσουν διάφορες στρατηγικές που τους επιτρέπουν να διατηρούν τα τρέχοντα επίπεδα απόδοσης καθώς αυξάνονται τα καθήκοντα της εργασίας τους. Ακόμα, ο φόρτος εργασίας μπορεί να αυξηθεί λόγω της έλλειψης εμπειρίας των ναυτικών, της έλλειψης ύπνου, του ανεπαρκούς προσωπικού, των χρονικών περιορισμών, της δυσκολίας στην εργασία και της ζέστης, εξαιτίας των οποίων οι ναυτικοί παρουσιάζουν έλλειψη προσοχής για την πραγματοποίηση της υπό εξέτασης εργασία τους (Embrey et. al., 2006).

Κόπωση

Σύμφωνα με τον (Vagias ,2010) ως κόπωση μπορεί να περιγραφεί το αίσθημα κούρασης ή αδυναμίας που μειώνει την ικανότητα εκτέλεσης εργασιών. Η κόπωση επηρεάζει τον καθένα διαφορετικά και μπορεί να οδηγήσει σε μια εντατική αίσθηση

κούρασης που προκαλεί μεγάλη επιθυμία για ύπνο. Επίσης, σε κάποιες περιπτώσεις ο πόνος μπορεί να συνοδεύεται από κόπωση. Σε γενικές γραμμές, η κόπωση είναι ο τρόπος του ανθρώπινου σώματος να σηματοδοτεί την ανάγκη του για ξεκούραση και ύπνο.

Σωματικά, η κόπωση χαρακτηρίζεται από βαθιά έλλειψη ενέργειας, αίσθηση μυϊκής αδυναμίας και επιβράδυνση της κινήσεις ή των αντιδράσεις του κεντρικού νευρικού συστήματος. Ωστόσο η κόπωση μπορεί επίσης να προκαλέσει και σοβαρή πνευματική εξάντληση όπως έλλειψη ψυχικής σαφήνειας, δυσκολία συγκέντρωσης και σε ορισμένες περιπτώσεις, ακόμη και έλλειψη μνήμης. Το σύνδρομο χρόνιας κόπωσης (CFS) είναι μια μακροχρόνια κόπωση που μπορεί να εμφανιστεί με άλλα συμπτώματα, όπως επαναλαμβανόμενος πονόλαιμος, μυϊκός πόνος, πόνος σε πολλές αρθρώσεις, ευαίσθητοι λεμφαδένες, πονοκεφάλους καθώς και μειωμένη μνήμη ή συγκέντρωση

Από σχετική έρευνα όσον αφορά την κόπωση των ναυτικών οι (Smith κ.α 2007) συμπεράναν ότι η κόπωση μπορεί να οφείλεται σε μεγάλο αριθμό παραγόντων: έλλειψη ή κακή ποιότητα ύπνου, μεγάλες ώρες εργασίας, εργασία σε περιόδους χαμηλής εγρήγορσης, παρατεταμένη εργασία, ανεπαρκής ανάπαυση μεταξύ των περιόδων εργασίας, υπερβολικός φόρτος εργασίας, θόρυβος και δόνηση, κίνηση, ιατρικές παθήσεις και ασθένειες. Επιπρόσθετα υποστήριζαν για την χρόνια κόπωση ότι είτε μπορεί να είναι το αποτέλεσμα της συνεχούς έκθεσης σε οξεία κόπωση ή μπορεί να αντιπροσωπεύει αποτυχία ανάπαυσης και ανάρρωσης. Πολλά πρότυπα εργασίας προκαλούν οξεία κόπωση τα οποία με τον καιρό οδηγούν σε χρόνια κόπωση. Για παράδειγμα, η εργασία τη νύχτα σχετίζεται με μειωμένη εγρήγορση κατά τη διάρκεια της βάρδιας και μπορεί να προκαλέσει σωρευτικά προβλήματα λόγω του κακού ύπνου κατά τη διάρκεια της ημέρας. Επομένως οι παράγοντες κινδύνου που προκαλούν κόπωση έχουν συνδεθεί άμεσα με προβλήματα που σχετίζονται με την ποιότητα και την έλλειψη του ύπνου, καθώς και τον ύπνο κατά τη διάρκεια της ημέρας μετά από μια νυχτερινή βάρδια.

Επιπλέον, οι (Smith κ.α,2007) επισήμαναν ότι οι παράγοντες κινδύνου για την εμφάνιση της κόπωσης έχουν κατηγοριοποιηθεί από τους ερευνητές τόσο σε

παράγοντες που αντικατοπτρίζουν το εργασιακό περιβάλλον (π.χ. ώρες εργασίας, φύση της εργασίας, το φυσικό περιβάλλον) όσο και σε πτυχές που σχετίζονται με το ίδιο το άτομο (χαρακτηριστικά προσωπικότητας, ψυχική κατάσταση, υπάρχουσα κατάσταση του ατόμου). Πρόσφατες μελέτες σχετικά με την κόπωση έδειξαν ότι οι ψυχοκοινωνικοί στρεσογόνοι παράγοντες στο χώρο εργασίας τείνουν να καταδεικνύουν συσχετίσεις με το εργασιακό άγχος και τα αρνητικά αποτελέσματα της υγείας με παρόμοια ή μεγαλύτερη σοβαρότητα με εκείνες που προκαλούνται από σωματική κόπωση. Συνεπώς είναι εξαιρετικά σημαντικό να αναγνωριστεί και η αλληλεπίδραση αυτών των παραγόντων κινδύνου καθώς και οι επιπτώσεις που θα μπορούσαν να έχουν στο άτομο.

Οι πιο συνηθισμένοι και σημαντικοί παράγοντες κινδύνου που συμβάλουν στην εμφάνιση κόπωσης σύμφωνα με τον (Calhoun,2006) είναι :

- κακή ποιότητα ύπνου
- στέρηση ύπνου
- σωματική / διανοητική άσκηση
- συναισθηματικό στρες
- διαταραχή των κιρκάδιων ρυθμών
- κακή φυσική κατάσταση,
- χρήση ναρκωτικών / αλκοόλ.

Τα υψηλά επίπεδα κόπωσης προκαλούν μειωμένη απόδοση και παραγωγικότητα και αυξάνουν τον κίνδυνο ατυχημάτων και τραυματισμών. Η κόπωση επηρεάζει την ικανότητα σκέψης με αποτέλεσμα, τα άτομα που είναι κουρασμένα να μην μπορούν να εκτιμήσουν το δικό τους επίπεδο εξασθένησης καθώς και έχουν άγνοια στο γεγονός ότι δεν λειτουργούν τόσο καλά είτε με ασφάλεια όσο θα ήταν εάν δεν είχαν κουραστεί. Όσο οι περίοδοι εργασίας γίνονται μεγαλύτερες και η απώλεια ύπνου αυξάνεται τόσο τα επίπεδα απόδοσης μειώνονται. Από σχετική έρευνα το να είναι κάποιος ξύπνιος για 17 ώρες έχει την ίδια επίδραση στην απόδοση με το περιεχόμενο

αλκοόλης στο αίμα να βρίσκεται στο 0,05%, ενώ οι 21 ώρες ισοδυναμούν με περιεκτικότητα σε αλκοόλ στο αίμα στο 0,1% (H)

Οι πιο συχνές επιδράσεις που σχετίζονται με την κόπωση είναι σύμφωνα με τον (Vagias, 2010):

- Επιθυμία για ύπνο
- Έλλειψη συγκέντρωσης
- Εξασθενημένη αντίληψη του χρόνου και των γεγονότων
- Ευερεθιστότητα
- Κακή κρίση
- Μειωμένη ικανότητα επικοινωνίας με άλλους
- Μειωμένος συντονισμός χεριών-ματιών
- Μειωμένη οπτική αντίληψη
- Μειωμένη επαγρύπνηση
- Μειωμένη ικανότητα κρίσης του κινδύνου
- Χαμηλότεροι χρόνοι αντίδρασης

Οι παραπάνω επιδράσεις όχι μόνο μειώνουν την απόδοση και την παραγωγικότητα στο χώρο εργασίας, αλλά ταυτόχρονα αυξάνουν την πιθανότητα εμφάνισης αρνητικών συμβάντων και τραυματισμών. Τα άτομα που εργάζονται σε κουρασμένη κατάσταση ενδέχεται να θέσουν τον εαυτό τους και τους άλλους σε κίνδυνο, ιδιαίτερα:

- Κατά τη λειτουργία μηχανημάτων (συμπεριλαμβανομένων των οχημάτων οδήγησης)
- Κατά την εκτέλεση κρίσιμων εργασιών που απαιτούν υψηλό επίπεδο συγκέντρωσης
- Όταν η συνέπεια του σφάλματος είναι σοβαρή.

Ανθρώπινο στρες

Σε γενικές γραμμές θα μπορούσε να ειπωθεί ότι ο όρος ανθρώπινο στρες αναφέρεται στις σωματικές διεργασίες που συμβαίνουν σε ένα άτομο υπό συνθήκες επιβολής αυξημένων σωματικών ή ψυχολογικών απαιτήσεων (Selye, 1976). Το ανθρώπινο στρες αν και συχνά συνδέεται με αρνητικές καταστάσεις, αυτό δεν ισχύει πάντα, αφενός γιατί αποτελεί μια φυσική άμυνα του οργανισμού να αντιμετωπίσει κάποια γεγονότα και αφετέρου μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της παραγωγικότητάς που απορρέει από μία συναρπαστική, δημιουργική και επιτυχημένη δουλειά. (Selye, 1976). Σύμφωνα με την Αμερικανική Ομοσπονδία Ψυχολογίας (American Psychological Association, 2012) υπάρχουν τρία διαφορετικά είδη αρνητικού στρες: α) το οξύ στρες (acute stress), β) το επεισοδιακό οξύ στρες (episodic acute stress) και γ) το χρόνιο στρες.

Οξύ στρες

Το οξύ στρες (acute stress) είναι βραχυπρόθεσμο και ταυτόχρονα το πιο συχνά εμφανιζόμενο είδος. Εκδηλώνεται όταν οι απαιτήσεις και οι πιέσεις του πρόσφατου παρελθόντος ή οι αναμενόμενες του άμεσου μέλλοντος είναι ιδιαιτέρως αυξημένες. Το οξύ στρες μπορεί να είναι συναρπαστικό σε μικρές δόσεις, αλλά εξαντλητικό σε μεγάλες. Χαρακτηριστικά παράδειγμα οξέος στρες είναι αυτό που προκαλείται, στην καθημερινότητα, από την ανάγκη παράδοσης μίας εργασίας σε συγκεκριμένο χρονικό ορίζοντα, καθώς και, πιο σπάνια, αυτό που προκαλείται από την αντιμετώπιση μίας κατάστασης εκτάκτου ανάγκης. Όμως όταν η υπάρχουσα απαίτηση ικανοποιηθεί, το αντίστοιχο στρες είτε μειώνεται είτε εξαλείφεται. Τα πιο συχνά εμφανιζόμενα συμπτώματά του είναι (Δ.Σφυρής, 2018) :

- Συναισθηματική δυσφορία, δηλαδή ένας συνδυασμός θυμού ή ευερεθιστότητας, ανησυχίας και κατάθλιψης, που αποτελούν τα τρία βασικά συναισθήματα του στρες.
- Μυϊκά προβλήματα όπως έντονος πονοκέφαλος, πόνος στην πλάτη, πόνος στο σαγόι και μυϊκές εντάσεις που μπορεί να οδηγήσουν σε τραυματισμένους μύες και προβλήματα σε τένοντες και συνδέσμους.

- Στομαχικά προβλήματα, όπως καούρα, όξινο στομάχι, μετεωρισμό, διάρροια, δυσκοιλιότητα και σύνδρομο ευερέθιστου εντέρου.
- Η παροδική διέγερση μπορεί να οδηγήσει σε άνοδο της αρτηριακής πίεσης, αυξημένους καρδιακούς παλμούς, εφιδρωμένες παλάμες, ζάλη, ημικρανίες, κρύα χέρια και πόδια, δύσπνοια και πόνο στο στήθος

Επεισοδιακό οξύ στρες

Το επεισοδιακό στρες το βιώνουν άτομα τα οποία είναι στρεσαρισμένα σε καθημερινή βάση και σπάνια νιώθουν ανακούφιση. Σε αντίθεση με το οξύ στρες όπου μπορεί να υπάρχουν μία ή δύο δύσκολες και στρεσογόνες ημέρες, στο επεισοδιακό οξύ στρες σχεδόν όλες οι ημέρες είναι στρεσογόνες, ενώ το άτομο νιώθει πολύ σπάνια κάποιο είδος χαλάρωσης. Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν άνθρωποι οι οποίοι παραπονιούνται συνεχώς για το πόση πολύ δουλειά έχουν, που βρίσκονται σε μία βιασύνη συνεχώς, ενώ είναι ανήσυχοι και ευερέθιστοι σε μόνιμη βάση. Συχνά, ένα άτομο που πάσχει από αυτό το είδος στρες μπορεί να έχει αναλάβει πάρα πολλές και ταυτόχρονα αυτοδημιούργητες υποχρεώσεις.

Τα συνηθέστερα συμπτώματα που εμφανίζουν άτομα με αυτού του είδους το στρες είναι (Δ.Σφυρής,2018) :

- Μόνιμους έντονους πονοκεφάλους
- Ημικρανίες
- Υπερένταση
- Πόνο στο στήθος
- Καρδιακά προβλήματα

Χρόνιο στρες

Το χρόνιο στρες (chronic stress) είναι το πιο επιβλαβές είδος στρες και διαρκεί για μία μεγάλη χρονική περίοδο.. Αυτό το είδος του στρες ταλαιπωρεί τους ανθρώπους μέρα με την ημέρα, χρόνο με το χρόνο, έχοντας επιβλαβείς συνέπειες τόσο στο σώμα και το πνεύμα όσο και γενικότερα στη ζωή τους. Είναι αυτό το οποίο πηγάζει από την οικονομική ανέχεια, τις δυσλειτουργικές οικογενειακές σχέσεις και την λανθασμένη επιλογή καριέρας.Θα μπορούσε να ειπωθεί ότι ένα άτομο έχει χρόνιο στρες όταν δεν μπορεί να δει καμία διέξοδο από μία άσχημη κατάσταση. Δηλαδή το χρόνιο είναι το

στρες των υπερβολικών απαιτήσεων και πιέσεων για φαινομενικά ατελείωτες χρονικές περιόδους. Κατά συνέπεια χωρίς ελπίδα, το άτομο παραιτείται από την αναζήτηση λύσεων και τείνει απλά να ζει με αυτό. Το χειρότερο όμως αναφορικά με το χρόνιο στρες είναι ότι οι άνθρωποι έχουν την τάση να συνηθίζουν την ύπαρξή του στη ζωή τους και κατά συνέπεια να την ξεχνούν. Δηλαδή, ενώ οι περισσότεροι άνθρωποι μπορούν αμέσως να αντιληφθούν το οξύ στρες διότι είναι κάτι καινούριο, έχουν την τάση να αγνοούν το χρόνιο στρες ως κάτι παλιό, γνώριμο και ορισμένες φορές ως κάτι βολικό. Όμως, το χρόνιο στρες είναι πάρα πολύ επικίνδυνο, καθώς μπορεί να αποβεί θανατηφόρο είτε προκαλώντας μία καρδιακή προσβολή, ένα εγκεφαλικό επεισόδιο, ίσως ακόμα και καρκίνο, είτε οδηγώντας κάποιον στην αυτοκτονία. (Δ.Σφυρής,2018)

Θετικό στρες (Ευστρές)

Όπως προαναφέρθηκε το στρες δεν είναι μόνο αρνητικό, αλλά μπορεί να έχει και τη θετική του πλευρά. Ειδικότερα το θετικό στρες είναι αυτό που αυξάνει την παραγωγικότητα του ατόμου και το οδηγεί να αναλαμβάνει διάφορες προκλήσεις στη ζωή του (Chang, 2011). Το θετικό στρες έχει ορισμένα βασικά χαρακτηριστικά. Αρχικά βελτιώνει την απόδοση του ατόμου, ενώ ταυτόχρονα του δίνει κίνητρο να αντιμετωπίσει μία πρόκληση, βοηθώντας το να είναι συγκεντρωμένο σε αυτή. Επιπλέον το άτομο νιώθει γεμάτο ενέργεια και ότι έχει τις ικανότητες να ανταπεξέλθει στις προκλήσεις που έχει αναλάβει. Επιπλέον, είναι βραχυπρόθεσμο και κατά συνέπεια οι ενδοσωματικές χημικές αντιδράσεις που προκαλεί στο άτομο, έχουν αρκετή συνάφεια με αυτές του οξέος στρες, χωρίς όμως τις αρνητικές επιπτώσεις του τελευταίου. (Δ.Σφυρής,2018)

Όπως έχει ειπωθεί και προηγουμένως, κάποιος μπορεί να βιώνει στρεσογόνους παράγοντες που οφείλονται τόσο στην προσωπική του ζωή όσο και στον εργασιακό του χώρο. Όμως, αυτά τα δύο φαινομενικά διαφορετικά είδη στρες είναι σίγουρο ότι αλληλοεπηρεάζονται. Πιο συγκεκριμένα, κάποιος που βιώνει στρες στην προσωπική του ζωή, το πιθανότερο είναι ότι αυτό θα τον επηρεάσει και στην εργασία του, όπως για παράδειγμα να έχει μειωμένη απόδοση λόγω έλλειψης συγκέντρωσης. Ειδικότερα, το Αμερικανικό Ινστιτούτο Στρες (American Institute of Stress – AIS) εκτιμά ότι το άγχος στο χώρο εργασίας κοστίζει στις εταιρείες περίπου 300 δισεκατομμύρια δολάρια ετησίως. Το κόστος αυτό οφείλεται στην αυξημένη απουσία

των εργαζομένων, στα λάθη τους, στη μειωμένη παραγωγικότητά τους και στο υψηλό κόστος ιατροφαρμακευτικής περίθαλψης λόγω ασθενειών που σχετίζονται με το στρες (Portolese Dias, 2012; The American Institute of Stress, 2016).

Σύμφωνα με το Αμερικανικό Ινστιτούτο Στρες οι κυριότερες αιτίες πρόκλησης στρες στην εργασία είναι:

- Αυξημένες ώρες εργασίας και απαιτήσεις

Οι ναυτικοί έρχονται αντιμέτωποι με το φαινόμενο των πολλών ωρών εργασίας και κατ' επέκταση των πολλών απαιτήσεων σε συνδυασμό με ένα απαιτητικό περιβάλλον εργασίας (θόρυβος, δόνηση, αλλαγές θερμοκρασίας). Πιο συγκεκριμένα, οι ναυτικοί που εργάζονται στην εμπορική ναυτιλία διαμένουν εντός του πλοίου, δηλαδή του χώρου εργασίας τους. Αυτό έχει σαν άμεση συνέπεια την διαθεσιμότητα τους για οτιδήποτε μπορεί να χρειαστεί, με ότι αυτό συνεπάγεται για το χρόνο που έχουν στη διάθεσή τους για να ξεκουραστούν σε καθημερινή βάση. Ακόμα, οι απαιτήσεις είναι πιο αυξημένες όταν ένα πλοίο πλησιάζει σε ένα λιμάνι ή όταν υπάρχει μία βλάβη που πρέπει να αντιμετωπιστεί. Στην πρώτη περίπτωση όλα εντός του πλοίου θα πρέπει να λειτουργούν στην εντέλεια, καθώς σε πολλά λιμάνια οι επιθεωρητές που ανεβαίνουν στα πλοία είναι εκ νόμου πολύ αυστηροί, όπως και η ανάλογη γραφειοκρατία για άδεια παραμονής και απόπλου του πλοίου από εκεί. Από την άλλη μεριά η ύπαρξη μίας βλάβης γίνεται αυτομάτως πρωταρχικός στόχος αντιμετώπισης εντός του πλοίου, καθώς αυτή μπορεί να θέσει σε κίνδυνο τόσο το πλήρωμα όσο και το μεταφερόμενο φορτίο, κάτι που σε καμία περίπτωση δεν είναι επιθυμητό. Γίνεται φανερό λοιπόν η εκδήλωση στρες το οποίο ανήκει στο οξύ στρες, καθώς εμφανίζεται σε συγκεκριμένες χρονικές στιγμές και μετά η ύπαρξή του μειώνεται ή εξαλείφεται. (Δ.Σφυρής,2018)

- Άδικη μεταχείριση

Σε ότι αφορά την άδικη μεταχείριση και αυτή εμφανίζεται συχνά σε ένα πλοίο. Ειδικότερα, το γεγονός ότι οι ναυτικοί δεν είναι απαραίτητο να έχουν υψηλό εκπαιδευτικό υπόβαθρο, καθώς και ότι τη συγκεκριμένη δουλειά την επιλέγουν συνήθως άτομα με ιδιαίτερη προσωπικότητα, που να μπορεί να αντέξει τις ανάλογες κακουχίες του επαγγέλματος, έχει ως αποτέλεσμα ο τρόπος συμπεριφοράς των μελών του πληρώματος να μην είναι πάντα ο ενδεδειγμένος. Έτσι είναι σύνηθες το φαινόμενο κάποιος υψηλότερα στην ιεραρχία να φέρεται κάπως αυταρχικά στους

υφιστάμενους του, δημιουργώντας τους το ανάλογο στρες. Το συγκεκριμένο στρες θα μπορούσε να χαρακτηριστεί τόσο οξύ όσο και χρόνιο. Οξύ γιατί μπορεί οι στρεσογόνες συμπεριφορές να είναι στιγμιαίες, και χρόνιο στην περίπτωση που αυτό συμβαίνει καθημερινά. Για τους ίδιους λόγους μπορεί να υπάρχει χαμηλή ή και καθόλου αναγνώριση του έργου που επιτελεί ένας ναυτικός στο πλοίο του από τους ανωτέρους του. (Δ.Σφυρής,2018)

- Έλλειψη ελέγχου

οι εργασίες που πραγματοποιούνται σε ένα πλοίο είναι συνήθως αυστηρά καθορισμένες τόσο από τους ανώτερους σε ιεραρχία αξιωματικούς, όσο και από συγκεκριμένες οδηγίες που πρέπει να ακολουθούνται, όπως ο ISM (International Safety Management) Code ή το εγχειρίδιο συντήρησης ενός μηχανήματος. Επομένως οι ναυτικοί έχουν σχετικά μειωμένο έλεγχο στην πραγματοποίηση της εργασίας τους, με ότι αυτό συνεπάγεται για το στρες που μπορεί να βιώνουν. (Δ.Σφυρής,2018)

- Έλλειψη ασφάλειας για εργασιακή απασχόληση

Αναφορικά με την εργασιακή ανασφάλεια το επάγγελμα του ναυτικού είναι ένα ιδιαίτερο επάγγελμα. Σίγουρα δεν έχει την ανασφάλεια των επαγγελματιών της στεριάς, όμως και εδώ υπάρχει μία σχετική ανασφάλεια. Πιο συγκεκριμένα, σε ότι αφορά το κατώτερο πλήρωμα αυτό υπόκειται στην κρίση του ανώτατου πληρώματος. Για παράδειγμα μετά το τέλος της εξάμηνης θαλάσσιας υπηρεσίας ενός τρίτου μηχανικού, ο πρώτος μηχανικός αξιολογεί την παρουσία του στο πλοίο και ενημερώνει σχετικά την διαχειρίστρια εταιρία του πλοίου. Συνεπώς, αν κάποιος δεν έχει καλή αξιολόγηση ενδέχεται να χάσει τη δουλειά του, ακόμα και σε ορισμένες περιπτώσεις να δυσκολευτεί να βρει δουλειά σε κάποια άλλη εταιρία. Εξίσου ρευστή είναι και η θέση των ανώτατων αξιωματικών. Η διαφοροποίηση στη συγκεκριμένη περίπτωση είναι ότι οι ανώτατοι αξιωματικοί έχουν άμεση επαφή με το γραφείο της διαχειρίστριας εταιρίας. Επομένως, εκτός από το πόσο καλά κάνουν τη δουλειά τους μέσα στον πλοίο, κρίνονται και από το κατά πόσο είναι συνεργάσιμοι με το γραφείο. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η άμεση επικοινωνία που έχει ο πρώτος μηχανικός ενός πλοίου με τον τεχνικό διευθυντή της εταιρίας. Σε περίπτωση που ο τεχνικός διευθυντής δεν είναι ευχαριστημένος από τη μεταξύ τους συνεργασία μπορεί να ζητήσει την απόλυση του πρώτου μηχανικού (Δ.Σφυρής,2018)

- Πολιτική γραφείου

Σε ότι αφορά την πολιτική γραφείου και εδώ ισχύει ότι ισχύει για την επιβράβευση και την άδικη μεταχείριση. Ειδικότερα το διαφορετικό μορφωτικό επίπεδο, οι διαφορετικές κουλτούρες, καθώς και οι προσωπικές ιδιοτροπίες των μελών που αποτελούν το πλήρωμα ενός εμπορικού πλοίου, έχουν ως αποτέλεσμα την ύπαρξη διαφωνιών και συγκρούσεων κατά τη διάρκεια ενός ταξιδιού. Επιπρόσθετα, το φαινόμενο αυτό επιτείνεται από το γεγονός ότι τα συγκεκριμένα άτομα είναι αναγκασμένα να ζουν μαζί για αρκετούς μήνες, όντας μακριά από το σπίτι τους. Το συγκεκριμένο είδος στρες θα μπορούσε να χαρακτηριστεί οξύ όταν οι συγκρούσεις και οι διαφωνίες είναι σχετικά παροδικές και όχι πολύ συχνές. Αντίθετα, θα μπορούσε να μετατραπεί σε χρόνιο όταν αυτά τα φαινόμενα είναι αρκετά συχνά έως και καθημερινά. (Δ.Σφυρής,2018)

Συνοψίζοντας όλα τα παραπάνω, το επάγγελμα το ναυτικού είναι πηγή τόσο οξέος όσο και χρόνιου στρες. Οξύ στρες εμφανίζεται όταν οι στρεσογόνοι παράγοντες εμφανίζονται πιο σπάνια και μεμονωμένα. Αντίθετα, όταν οι στρεσογόνοι παράγοντες είναι καθημερινοί και για μεγάλο χρονικό διάστημα, όπως κατά τη διάρκεια μίας εξάμηνης θαλάσσιας υπηρεσίας, θα μπορούσαν να προκαλέσουν χρόνιο στρες.

Το χρόνιο στρες στους ναυτικούς πηγάζει και από άλλους παράγοντες εκτός από αυτούς που αφορούν τη φύση της εργασίας στο πλοίο. Αρχικά μεγάλη σημασία έχει το κατά πόσο ένας ναυτικός έχει επιλέξει το συγκεκριμένο επάγγελμα επειδή του αρέσει ή για βιοποριστικούς λόγους. Ειδικότερα, η φύση του επαγγέλματος είναι τόσο απαιτητική, που αν κάποιος το κάνει μόνο για βιοποριστικούς λόγους, είναι αναμενόμενο να νιώθει αυξημένο μόνιμο στρες. Επιπρόσθετα, παράγοντας στρες είναι η κοινωνική απομόνωση στη θάλασσα. Αυτό μπορεί να συμβάλει σε μια σειρά προβλημάτων, που σχετίζονται με την ψυχική υγεία και το άγχος στο χώρο εργασίας. Η έλλειψη κοινωνικής αλληλεπίδρασης στο πλοίο καθορίζεται από τον αρκετά μειωμένο αριθμό του πληρώματος, κατά μέσο όρο 20 ανδρών, καθώς μόνο οι μισοί από αυτούς θα μπορούσαν να έχουν εντατική επικοινωνία. Το πολυπολιτισμικό πλήρωμα και το γλωσσικό εμπόδιο στα πλοία με μικτές εθνικότητες, θα μπορούσαν να σημαίνει ότι τα μέλη του πληρώματος δεν έχουν καμία δυνατότητα να μιλούν ελεύθερα τη μητρική τους γλώσσα, η οποία είναι επίσης ένα στοιχείο άγχους. Επιπλέον στρεσογόνος παράγοντας είναι και το στρες που βιώνει κάποιος

αναλογιζόμενος όλα αυτά που χάνει από τον έξω κόσμο, όπως για παράδειγμα φίλους, λόγω της πολύμηνης παρουσίας του μέσα σε ένα πλοίο. (D. Georgieva,2019, Δ.Σφυρής,2018)

Επιλογή πληρώματος

Είναι πλέον αναγνωρισμένο το γεγονός ότι ορισμένες θέσεις εργασίας απαιτούν ειδικές σωματικές, διανοητικές ή κοινωνικές δεξιότητες που δεν κατέχουν όλοι όσοι θέλουν να εργαστούν σε αυτές τις θέσεις εργασίας. Η εύρεση των κατάλληλων ατόμων για τη δουλειά είναι η διαδικασία επιλογής του πληρώματος. Για παράδειγμα, ειδικοί έλεγχοι μέσω δοκιμών προσομοίωσης και ψυχομετρικών τεστ έχουν χρησιμοποιηθεί τα τελευταία τριάντα χρόνια στον τομέα της δημόσιας ασφάλειας για τον έλεγχο της καταλληλότητας των ατόμων για τα επαγγέλματα επιβολής του νόμου ή της πυρασφάλειας. Εάν ένα άτομο έχει επιλεγεί για να εργαστεί σε μια εργασία για την οποία δεν του ταιριάζει, αυτό μπορεί να οδηγήσει σε αυξημένη πιθανότητα πρόκλησης ατυχήματος στο χώρο εργασίας.

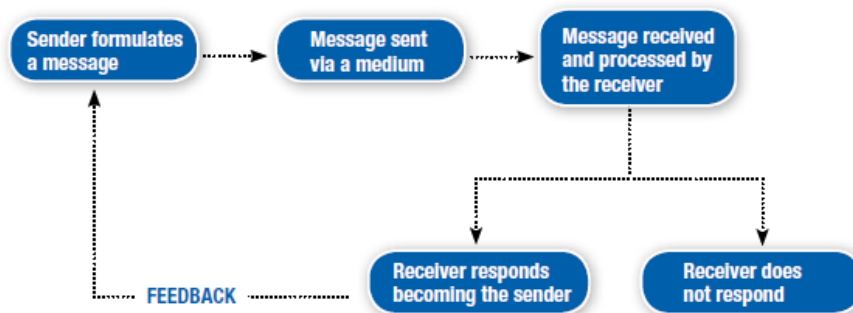
Συνεπώς ως ανασταλτικός παράγοντας πρόκλησης ατυχημάτων, η κατάλληλη επιλογή προσωπικού κρίνεται αναγκαία σε δύο διαφορετικά επίπεδα. Σε επίπεδο οργανωτικού παράγοντα (ανώτερη διοίκηση) η επιλογή προσωπικού αφορά την πρόσληψη και την απόλυση, αναπτύσσοντας κατάλληλες περιγραφές των θέσεων εργασίας και των απαραίτητων προσόντων. Μια εταιρεία που ενδιαφέρεται για την ποιότητα του προσωπικού οφείλει να διασφαλίσει ότι οι σωστοί άνθρωποι θα τοποθετηθούν στις σωστές θέσεις εργασίας. Το δεύτερο επίπεδο έγκειται στην εποπτεία (έλεγχο) του συστήματος το οποίο αφορά τον τρόπο με τον οποίο το προσωπικό ανατίθεται σε διάφορες εργασίες. Αντίστοιχα, η αποτελεσματική διαχείριση από τον επόπτη αφορά τον κατάλληλο αριθμό ατόμων, επαρκώς καταρτισμένο για το εκάστοτε τμήμα της εργασία συμβάλλοντας με αυτόν τον τρόπο στη διασφάλιση της ασφάλειας και της επίτευξης μιας αποτελεσματικής απόδοσης. (M. Rothblum κ.α ,2002)

Εκπαίδευση και τυπικές διαδικασίες λειτουργίας

Η εκπαίδευση του πληρώματος καθώς και η ύπαρξη συγκεκριμένων τυπικών διαδικασιών που συμβάλουν στην λειτουργία και συντήρηση του πλοίου αποτελούν έναν εξίσου σημαντικό παράγοντα που επιδρά στην απόδοση των ναυτικών. Καθώς όλο και περισσότερα αυτοματοποιημένα συστήματα καθίστανται πιο διαδεδομένα στις ναυτιλιακές και υπεράκτιες βιομηχανίες, είναι αναγκαία ολοένα και πιο απαραίτητη η ενδεδειγμένη εκπαίδευση, όχι μόνο στην εργασία, αλλά και στις λειτουργικές παραμέτρους του εξοπλισμού (Sanquist, et al., 1996). Το δεύτερο μέρος αυτού του στοιχείου είναι οι τυπικές διαδικασίες λειτουργίας. Πολλές φορές τα ατυχήματα συμβαίνουν όχι επειδή ο εργαζόμενος δεν είχε δεξιότητες ή γνώσεις, αλλά επειδή δεν έχουν σχεδιαστεί κατάλληλες τυπικές διαδικασίες για την αντιμετώπιση συγκεκριμένων συνθηκών. Από σχετική έρευνα που πραγματοποίησε ο Α. Σφυρής(2018) σχετικά με την μελέτη της επίδρασης της εκπαίδευσης στο ανθρώπινο στρες σε προσομοιωτές ναυτιλίας, οι συμμετέχοντες ναυτικοί που πραγματοποίησαν προσομοίωση κατάστασης πυρκαγιάς στο πλοίο τόνισαν την τεράστια σημασία της θεωρητικής εκπαίδευσης, η οποία τους προσέφερε κατάλληλη ενημέρωση τόσο για το φαινόμενο της πυρκαγιάς, όσο και για όλα όσα θα πρέπει να κάνουν οι ίδιοι σε ένα αντίστοιχο πραγματικό περιστατικό. Επομένως γίνεται φανερό η ανάγκη πραγματοποίησης τέτοιων διαδικασιών εκ μέρους της οργάνωσης.

Επικοινωνία

Η επικοινωνία είναι μια διαδικασία μεταβίβασης ή ανταλλαγής πληροφοριών με σκοπό να επηρεάσει τις δράσεις και την συμπεριφορά του δέκτη, ώστε να επιτευχθεί το επιδιωκόμενο αποτέλεσμα. Για να είναι αποτελεσματική η επικοινωνία πρέπει η πληροφορία να πηγαινει από τον πομπό στον δέκτη και μέσω της ανατροφοδότησης πίσω στον πομπό, όπως φαίνεται και στον παρακάτω βρόχο.(R. Cooper κ.α, 2018)



Εικόνα 13: ο βρόχος της επικοινωνίας (CASA,2012α)

Σε κάθε επικοινωνία πρέπει να υπάρχει ένας πομπός, το μήνυμα και ο δέκτης. Είναι σημαντικό όχι μόνο να δίνεται χρόνος στον δέκτη ώστε να μπορεί να επεξεργαστεί το μήνυμα και να αντιδράσει κατάλληλα σε αυτό, αλλά και ίδιο το μήνυμα να περιέχει σαφήνεια και ακρίβεια ώστε να γίνεται αντιληπτό από τον δέκτη. Ειδικά, σε ένα έντονο περιβάλλον όπως αυτό της ναυτιλίας περισσότερο σημασία έχει η ποιότητα παρά η ποσότητα του μηνύματος. Για να μπορέσει να επιτευχθεί μια αποτελεσματική επικοινωνία χρειάζεται να εστιάσουμε και στα τρία μέλη από τα οποία αποτελείται. Ο πομπός πρέπει να εμπνέει εμπιστοσύνη, η οποία περιλαμβάνει εμπειρογνωμοσύνη και αξιοπιστία. Η αποτελεσματικότητα του μηνύματος επηρεάζεται τόσο από το περιεχόμενο όσο και από τον τρόπο που παρουσιάζεται(σημασία πολλές φορές δεν έχει το τι λέμε αλλά πως το λέμε). Επειδή η ναυτιλία είναι μια διεθνής δραστηριότητα, στην οποία οι συμμετέχοντες έχουν διαφορετικούς πολιτισμούς και εθνικότητες, είναι σημαντικό να χρησιμοποιείται μια καθολική επαγγελματική γλώσσα που να περιέχει απλές και σαφείς λέξεις με κατανοητό νόημα. Από σχετική έρευνα του (N.P.Ventikos, Dr. F. Xavier Martinez, 2003) , βρέθηκε ότι η μερική ή μη ορθή κατανόηση του μηνύματος εξαιτίας γλωσσικού προβλήματος συντέλεσε στη δημιουργία ναυτικών ατυχημάτων. Τέλος ,ένα μήνυμα που αλλάζει τον τρόπο αντίληψης του δέκτη για έναν στόχο, μπορεί να είναι πιο αποτελεσματικό από το να τροποποιεί τη στάση του απέναντί σε αυτόν. (R.D. Campbell και M. Bagshaw,2002)

Γίνεται φανερό λοιπόν , ότι η επικοινωνία έχει άμεση σχέση με την απόδοση του ανθρώπου, και οι λειτουργίες στην ναυτιλιακή βιομηχανία εξαρτώνται από αυτήν. Η επικοινωνία και ο συντονισμός έχουν ουσιαστική σημασία, όχι μόνο μεταξύ των εργαζομένων σε μια συγκεκριμένη εργασία, αλλά και μεταξύ των ομάδων που

εργάζονται για την επίτευξη ενός συγκεκριμένου έργου. Για παράδειγμα σε ένα πλοίο , οι επικοινωνίες μπορεί να είναι σημαντικές μεταξύ των μελών του ίδιου τμήματος (π.χ., δύο μηχανικοί που επισκευάζουν ένα κομμάτι εξοπλισμού ή διαβιβάζουν πληροφορίες κατά τη διάρκεια αλλαγής της βάρδιας τους), μεταξύ των τμημάτων (ο αξιωματικός του καταστρώματος μπορεί να χρειαστεί να ειδοποιήσει τη μηχανική για έναν επερχόμενο ελιγμό) , μεταξύ πλοίων (για συμφωνίες συνάντησης και διέλευσης), και μεταξύ του πλοίου και άλλων ομάδων ή αρχών όπως η Υπηρεσία Κυκλοφορίας Πλοίων (Vessel Traffic Service).

Ωστόσο, η ανάγκη για αποτελεσματική επικοινωνία συχνά παραβλέπεται, οδηγώντας σε σημαντικά λάθη. Μια μελέτη για τα θαλάσσια ατυχήματα διαπίστωσε ότι η έλλειψη επικοινωνίας συνέβαλε στο 18% των ατυχημάτων των πλοίων και στο 28% των τραυματισμών του προσωπικού. (McCallum, Raby, Rothblum, Forsythe, Slavich, & Smith, 2000). Εμπόδια στην επικοινωνία μπορούν να εμφανιστούν σε οποιοδήποτε στάδιο της διαδικασίας της και ευθύνονται σε εξωτερικούς και εσωτερικούς παράγοντες. Σύμφωνα με (R. Cooper κ.α , 2018)) οι παράγοντες αυτοί αναλύονται ως εξής :

Εσωτερικοί

Λάθη Πομπού

- παράλειψη επικοινωνίας
- διαβίβαση ελλιπούς ή ασαφής πληροφορίας
- μεταβίβαση λάθους πληροφορίας
- κάνοντας υποθέσεις

Λάθη Πομπού και Δέκτη

- αποτυχία να επιτευχθεί μια σαφής και αμοιβαία κατανόηση
- αδυναμία να ακολουθηθεί συγκεκριμένη ορολογία

Λάθη Δέκτη

- μη σωστή αντίδραση στην επικοινωνία (επιθετική απάντηση)
- εσφαλμένη καταγραφή πληροφοριών
- αποτυχία στο να ακούσει μέρος ή ολόκληρο το μήνυμα

Εξωτερικοί

- Περιβαλλοντικοί θόρυβοι (πχ θόρυβος μηχανής)
- Οπτικά εμπόδια
- Παρεμβολή από κάποιον συνεργάτη

Άλλοι παράγοντες που μπορούν να αποτρέψουν το μήνυμα από το να ληφθεί και να κατανοηθεί σωστά από τον δέκτη είναι ο φόρτος εργασίας, η κόπωση και το άγχος. Το άτομο που είναι απορροφημένο με ένα δύσκολο και ανοίκειο έργο είναι λιγότερο πιθανό να κατανοήσει τι του λέει κάποιος. Ακόμα είναι γνωστό πως η κόπωση επηρεάζει αρνητικά την διάθεση για επικοινωνία καθώς και την γνωστική λειτουργία του ατόμου. Τέλος, το έντονο στρες συμβάλει στην μερική σύλληψη του μηνύματος από τον δέκτη μειώνοντας δραστικά την επίγνωση της κατάστασης.

Ομαδικότητα

Ένας άλλος παράγοντας που επιδρά καθοριστικά στην απόδοση του ναυτικού είναι η ομαδικότητα. Σύμφωνα με τους Barnes κ.α, (2008) η ομαδικότητα είναι ένα διακριτό σύνολο δύο ή περισσότερων ατόμων που αλληλοεπιδρούν δυναμικά, είναι αλληλεξαρτώμενα και προσαρμοστικά προς έναν κοινό στόχο, και στα οποία έχουν ανατεθεί συγκεκριμένοι ρόλοι ή διαδικασίες για να εκτελέσουν. Ωστόσο, το ότι δύο ή περισσότερα άτομα εκτελούν μια εργασία δεν διασφαλίζει το γεγονός ότι θα πραγματοποιηθεί και ικανοποιητικά. Η ελλιπής αυτή απόδοση μπορεί να προκληθεί από την κοινωνική αλληλεπίδραση μεταξύ των μελών της ομάδας. Σε ομαδικές καταστάσεις, οι εργαζόμενοι ενδέχεται να μην είναι πλήρως προσεκτικοί στο έργο που επιτελούν λόγω της επιρροής των συναδέλφων τους. Το γεγονός αυτό μπορεί να αυξήσει την πιθανότητα σφάλματος σε ορισμένες περιπτώσεις. Ένα σφάλμα που απορρέει από μια ομαδική εργασία συμβαίνει είτε λόγω λανθασμένης αντίληψης για τις ικανότητες κάποιου άλλου μέλους της ομάδας είτε λόγω έλλειψης ευθύνης του ατόμου εντός της ομάδας.(DOE SANDARD, 2009)

Σύμφωνα με τους Salas,Sims and Burke (2005) υπάρχουν 5 βασικοί παράγοντές για την επίτευξη μιας αποτελεσματικής ομαδικής εργασίας :

αμοιβαία παρακολούθηση επιδόσεων

Η αμοιβαία παρακολούθηση της επίδοσης αφορά την εξοικείωση ενός ατόμου με τους ρόλους και τα καθήκοντα των υπόλοιπων μελών της ομάδας. Συνήθως οι άνθρωποι τείνουν να αγνοούν τις ελλείψεις τους όσον αφορά τις αρμοδιότητες τους, συνεπώς η αμοιβαία παρακολούθηση συμβάλει τόσο στην μείωση των σφαλμάτων όσο και στην βελτίωση των διαδικασιών για την επίτευξη ενός έργου. Επιπρόσθετα, η αμοιβαία παρακολούθηση μπορεί να εφαρμοστεί και σε γενικότερο επίπεδο μεταξύ και άλλων ευρύτερων ομάδων πάνω στο πλοίο. Καθώς το άγχος και η κόπωση που βιώνουν οι ναυτικοί αποτελούν ανασταλτικό παράγοντα σε ατομικό και ομαδικό επίπεδο για την επίτευξη αποτελεσματικής απόδοσης, μέσω της αμοιβαίας παρακολούθησης σε ευρύτερες ομάδες, ενισχύεται η αλληλεγγύη μεταξύ των συναδέλφων και εξασφαλίζεται καλύτερη ομαδική απόδοση

- Προσαρμοστικότητα

Οι ομάδες που έχουν την ικανότητα της προσαρμογής μπορούν να αναγνωρίσουν και να αντιδρούν κατάλληλα σε απρόσμενες αλλαγές στο εργασιακό τους περιβάλλον. Η προσαρμοστικότητα περιλαμβάνει την επίγνωση του πότε αλλάζει η κατάσταση, προσδιορίζει εάν εξαιτίας αυτών των αλλαγών χρειάζεται να επαναπροσδιοριστούν τα σχέδια της ομάδας και καθιστά εφικτή την χάραξη μιας νέας πορείας εάν είναι απαιτείται. Η προσαρμοστικότητα είναι επίσης ζωτικής σημασίας κατά την εκτέλεση εργασιών με άγνωστες παραμέτρους ή όταν αντιμετωπίζονται συνθήκες που είναι επιρρεπείς σε συχνές αλλαγές

- προσανατολισμός ομάδας,

Ο προσανατολισμός της ομάδας αναφέρεται στην ευελιξία των μελών της ομάδας να συνεργάζονται σε διάφορες εργασίες και να δέχονται πληροφορίες από άλλα μέλη της ομάδας. Ο ισχυρός προσανατολισμός της ομάδας βοηθά στην αποφυγή συγκρούσεων μεταξύ των μελών της ομάδας και οδηγεί σε μεγαλύτερη οργανωτική δέσμευση και εργασιακή ικανοποίηση.

- “Εφεδρική” συμπεριφορά

Η “εφεδρική” συμπεριφορά αναφέρεται στην προθυμία των μελών της ομάδας να παρέχουν βοήθεια στα άλλα μέλη της ομάδας. Με τον τρόπο αυτό η ομάδα ενεργεί

σαν μια συμπαγής μονάδα, επομένως ότι δεν μπορεί να παρέχει ένα μέλος καλύπτεται από την βοήθεια ενός άλλου μέλους.

- Ηγεσία

Αν και υπάρχουν αρκετοί ορισμοί του όρου ηγεσία, είναι αποδεκτό ότι περιλαμβάνει μια διαδικασία κοινωνικής επιρροής με την οποία ένα άτομο κατευθύνει ή διευκολύνει τα μέλη της ομάδας προς έναν κοινό στόχο (Bryman, 1986). Συνήθως οι υποθέσεις, οι αξίες και οι πεποιθήσεις που προσκολλώνται οι άνθρωποι επηρεάζουν έντονα τις επιλογές που κάνουν όταν αντιμετωπίζουν απρόβλεπτες καταστάσεις ή όταν υπάρχει ελλιπής κατευθυντήρια γραμμή για την υλοποίηση μιας εργασίας. Επομένως η επιρροή και η διαχείριση αυτών των παραγόντων ώστε να ενθαρρύνουν τους ανθρώπους να ενσωματώσουν ασφαλείς πρακτικές για την διαχείριση τέτοιων καταστάσεων αποτελεί το κεντρικό θέμα της ηγεσίας για την βελτίωση της ανθρώπινης απόδοσης. Όπως χαρακτηριστικά αναφέρουν Helmreich and Merritt (1998) *“Η εστίαση στις κοινές παραδοχές, τις αξίες, τις πεποιθήσεις και τις πρακτικές των ανθρώπων (η κουλτούρα) είναι, ίσως, ο πιο αποτελεσματικός τρόπος για να μεγιστοποιηθεί ανθεκτικότητα του οργανισμού στην εμφάνιση σφαλμάτων ”*

Επόμενος είναι σημαντικό για τη βελτίωση της απόδοσης και της ασφάλειας να δημιουργηθεί ένα κλίμα ομαδικής εργασίας που θα ενθαρρύνει τους ναυτικούς να αναφέρουν τυχόν αστοχίες. Πλέον, η αξία της ομαδικής εργασίας είναι αναμφισβήτητη στην ναυτιλία, πράγμα που αναδεικνύεται και από σχετική έρευνα των (N.P. Ventikos, κ.α, (2014) που πραγματοποιήθηκε σε δείγμα 905 Ελλήνων αξιωματικών στα πλοία και έδειξε ότι η πλειοψηφία των συμμετεχόντων ήταν θετικά προσκείμενοι στο να εργάζονται ως μέλη μιας ομάδας αναγνωρίζοντας τα θετικά αποτελέσματα που προκύπτουν από αυτό.

3.3 Τεχνολογικοί παράγοντες

Ο σχεδιασμός της τεχνολογίας μπορεί να έχει μεγάλο αντίκτυπο στην απόδοση των ανθρώπων. Για παράδειγμα, οι άνθρωποι έχουν συγκεκριμένα ανατομικά χαρακτηριστικά και περιορισμένη ισχύ, συνεπώς όταν ένα κομμάτι εξοπλισμού, που προορίζεται να χρησιμοποιηθεί από τον άνθρωπο, δεν είναι ανθρωποκεντρικά σχεδιασμένο, όχι μόνο δυσχεραίνει την απόδοση αλλά αυξάνει και την επικινδυνότητα σε ορισμένες περιπτώσεις. Επιπρόσθετα, όπου υπάρχει αυτοματισμός συχνά σχεδιάζεται χωρίς να μελετώνται με επάρκεια οι πληροφορίες στις οποίες πρέπει να έχει πρόσβαση ο χρήστης. Οι σημαντικές πληροφορίες μερικές φορές είτε δεν εμφανίζονται καθόλου είτε εμφανίζονται με τέτοιο τρόπο που δεν είναι εύκολο να κατανοηθούν. Τέτοιοι σχεδιασμοί μπορούν να οδηγήσουν σε ανεπαρκή κατανόηση της κατάστασης του συστήματος και σε κακή λήψη αποφάσεων. (Dr. Rothblum,2002)

Ο εργονομικός σχεδιασμός στο χώρο εργασίας μπορεί να είναι εξαιρετικά αποτελεσματικός στη μείωση των ατυχημάτων. Από σχετική έρευνα που πραγματοποίησε ο Αμερικανικός Μηχανισμός Ναυτιλίας (American Bureau of Shipping) βρέθηκε ότι το 88% των τραυματισμών στο πλοίο και το 50% των θανάτων είναι αποτέλεσμα κακής σχεδίασης (McCafferty, 2000). Δυστυχώς, υπάρχουν πολλά παραδείγματα κακού σχεδιασμού στη ναυτιλιακή βιομηχανία. Όπως χαρακτηριστικά αναφέρει ο (Miller, 2000), «Δεν είναι δυνατόν να εξαλειφθούν τα ανθρώπινα λάθη που ευθύνονται από την κακή σχεδίαση του χώρου εργασίας με περισσότερη εκπαίδευση, περισσότερα εγχειρίδια ή γραπτές διαδικασίες, προτροπές για ασφαλέστερη εργασία ή απειλές τιμωρητικών ενεργειών για τυχόν εργατικά ατυχήματα».

Πλέον ο εργονομικός σχεδιασμός είναι ευρέως διαδεδομένος και εδραιωμένος ως επιστημονικός κλάδος, και αυτό επειδή υπήρξαν δεκαετίες έρευνας στον ανθρώπινο παράγοντα καθώς και πληθώρα σχεδιαστικών εφαρμογών στην ανθρωποκεντρική σχεδίαση. Επιπλέον, υπήρξε σημαντική εμπειρία που αποκτήθηκε κατά την τελευταία δεκαετία στις υπεράκτιες και ναυτιλιακές βιομηχανίες με την εφαρμογή διαφόρων

κριτηρίων σχεδιασμού σε νέες και ανακαινισμένες εγκαταστάσεις. Επιπλέον, υπάρχουν πλέον καθιερωμένα και αποδεκτά πρότυπα σχεδιασμού και καθοδήγησης ανθρώπινων παραγόντων για τη ναυτιλιακή βιομηχανία (American Bureau of Shipping [ABS], 1998; ABS, 2001). Στην πραγματικότητα, όταν οι αρχές ανθρωποκεντρικού σχεδιασμού εισάγονται στην αρχή του σχεδιασμού μιας εγκατάστασης ή συστήματος, μπορεί να μειώσει δραστικά το κόστος του κύκλου ζωής και να αποτρέψει την ανάγκη για δαπανηρές τροποποιήσεις στο μέλλον.

3.4 Παράγοντες προσωπικής ανάπτυξης

Στα πλαίσια του ναυτιλιακού συστήματος ο ανθρώπινος παράγοντας σχετίζεται με το πλήρωμα του πλοίου, τους πιλότους, τους εργαζομένους στα λιμάνια, ενδεδειγμένους φορείς παροχής υπηρεσιών θαλάσσιας κυκλοφορίας κ.α. Η απόδοση αυτών των ανθρώπων εξαρτάται από πολλά χαρακτηριστικά, τόσο έμφυτα όσο και επίκτητα. Κύριο χαρακτηριστικό της ανθρώπινης φύσης είναι η υπάρξει κάποιων ικανοτήτων καθώς και αντίστοιχων περιορισμών. Για παράδειγμα, τα ανθρώπινα όντα έχουν μεγάλη διακριτική και αναγνωριστική ικανότητα ωστόσο η χωρητικότητα μνήμης και η υπολογιστική ικανότητά (γρήγορα και με ακρίβεια) είναι περιορισμένη. Εκτός από αυτά τα εγγενή χαρακτηριστικά, η ανθρώπινη απόδοση επηρεάζεται επίσης από τις αποκτηθείσες γνώσεις και δεξιότητες, καθώς και από εσωτερικούς παράγοντες, όπως κίνητρα και εγρήγορση.(M. Rothblum, 2002)

Ατομικές ικανότητες

Οι ατομικές ικανότητες αποτελούν τα μοναδικά διανοητικά, σωματικά και συναισθηματικά χαρακτηριστικά ενός συγκεκριμένου ατόμου που είτε ανταποκρίνονται είτε όχι με τις απαιτήσεις μιας συγκεκριμένης εργασίας διαμορφώνοντας καθοριστικό ρόλο στην απόδοση του ατόμου (Gilbert ,1996). Οι ατομικές ικανότητες περιλαμβάνουν γνωστικούς και φυσικούς περιορισμούς οι οποίοι συχνά δημιουργούν δυσμενείς συνθήκες για την επίτευξη ενός έργου επηρεάζοντας την επιτυχή απόδοση και αυξάνοντας την πιθανότητα εμφάνισης σφάλματος. (Health and Safety Commission, 1991) . Σύμφωνα με τον (Gilbert ,1996) οι ατομικές ικανότητες που συμβάλουν στην δημιουργία σφαλμάτων μπορούν να οργανωθούν στις ακόλουθες κατηγορίες :

- *«Μη εξοικείωση με την εργασία»*

Μη επίγνωση των προσδοκιών των εργασιών ή των προτύπων απόδοσης.

- *«Έλλειψη γνώσεων»*

Μη επίγνωση πληροφοριών απαραίτητων για την επιτυχή ολοκλήρωση της εργασίας, καθώς και η έλλειψη πρακτικών γνώσεων σχετικά με την εκτέλεση μιας εργασίας

- *«Χρήση νέας τεχνικής που δεν έχει χρησιμοποιηθεί στο παρελθόν»*

Έλλειψη γνώσεων ή δεξιοτήτων με μια συγκεκριμένη μέθοδο εργασίας που απαιτείται για την εκτέλεση μιας εργασίας

- *«εσφαλμένος κώδικας επικοινωνίας»*

τρόπος επικοινωνίας ή μέσα που δεν ενισχύουν την ακριβή κατανόηση από όλα τα μέλη που συμμετέχουν στην ανταλλαγή πληροφοριών

- *«Έλλειψη επάρκειας»*

Μη επαρκής γνώση ή ικανότητα για μια εργασία λόγω της πολυπλοκότητας της δραστηριότητας

- *«Μη επαρκής δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων»*

Μη συστηματική απόκριση σε άγνωστες καταστάσεις καθώς και αδυναμία ανάπτυξης στρατηγικών για την επίλυση διαφόρων σεναρίων

- *«"Μη ασφαλής" στάση για κρίσιμα καθήκοντα»*

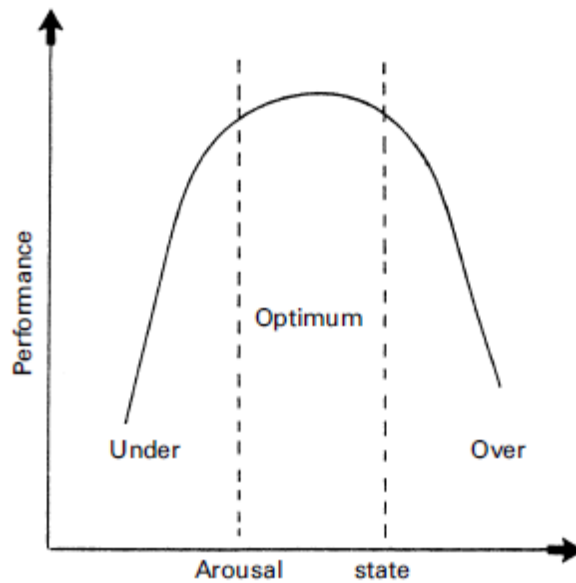
Προσωπική πίστη στην επικρατούσα σημασία της εκτέλεσης της εργασίας (παραγωγή) χωρίς συνειδητά να γίνεται έλεγχος για σχετικούς κινδύνους.

- *«Ασθένεια / κόπωση»*

Υποβάθμιση των σωματικών ή διανοητικών ικανοτήτων ενός ατόμου που προκαλείται από ασθένεια ή εξουθενωτικό τραυματισμό, καθώς και έλλειψη επαρκούς σωματικής ανάπαυσης για την ύπαρξη αποδεκτής ψυχικής εγρήγορσης και λειτουργίας.

Ετοιμότητα- διέγερση

Με τον όρο διέγερση εννοούμε την ετοιμότητα που έχει ένα άτομο για να εκτελέσει μια οποιασδήποτε εργασία και σχετίζεται με τον βαθμό ενεργοποίησης ή εγρήγορσης του μέρους του εγκεφάλου που είναι γνωστό ως φλοιός. Η διέγερση και η απόδοση σχετίζονται με μια ανεστραμμένη καμπύλη σχήματος U (γνωστή ως καμπύλη Yerkes -Dodson ή νόμος Yerkes - Dodson) όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



Εικόνα 14 η καμπύλη Yerkes -Dodson : (R.D. Campbell κ.α,2002)

Σύμφωνα με αυτήν την καμπύλη μπορεί να θεωρηθεί ότι ο βαθύς ύπνος σχηματίζει το αριστερό άκρο του άξονα διέγερσης, ενώ αντίστοιχα ο απόλυτος πανικός σχηματίζει το δεξιό άκρο. Έχει παρατηρηθεί πως και στα δύο αυτά άκρα η απόδοση του ανθρώπου ελαχιστοποιείται ενώ η βέλτιστη διέγερση για μέγιστη απόδοση είναι κάπου μεταξύ τους.

Η διέγερση του ατόμου επηρεάζεται από πολλά πράγματα όπως η ευημερία του ατόμου, το επίπεδο άγχους, η ψυχική και σωματική κόπωση. Άλλοι παράγοντες που επηρεάζουν την καμπύλη Yerkes - Dodson περιλαμβάνουν το βαθμό δυσκολίας της εργασίας που εκτελείται, την εκπαίδευση καθώς και την εξοικείωση που έχει το άτομο με την εργασία που του έχει ανατεθεί. Αξίζει να σημειωθεί ότι το άγχος θα επηρεάσει το επίπεδο διέγερσης του ατόμου, ωστόσο η σχέση μεταξύ του άγχους και

της απόδοσης δεν μπορεί να αναπαρασταθεί από μια απλή καμπύλη όπως την παραπάνω. (R.D. Campbell κ.α,2002)

Ψυχική υγεία

Ένας άλλος παράγοντας που έχει καθοριστική σημασία τόσο στην ασφάλεια όσο και στην απόδοση των ναυτικών είναι η ψυχική τους υγεία. Σύμφωνα με τους (Silvana Galderisi κ.α ,2015) « *ψυχική υγεία είναι μια δυναμική κατάσταση εσωτερικής ισορροπίας που επιτρέπει στα άτομα να χρησιμοποιούν τις ικανότητές τους σε αρμονία με τις καθολικές αξίες της κοινωνίας. Βασικές γνωστικές και κοινωνικές δεξιότητες ,ικανότητα αναγνώρισης, έκφρασης και διαμόρφωσης των συναισθημάτων του ατόμου, ενσυναίσθηση , ευελιξία και ικανότητα αντιμετώπισης των δυσμενών γεγονότων της ζωής , εναρμόνιση σε κοινωνικούς ρόλους, καθώς και η αρμονική σχέση μεταξύ σώματος και νου αντιπροσωπεύει σημαντικά συστατικά της ψυχικής υγείας που συμβάλλουν, σε διάφορους βαθμούς, στην κατάσταση της εσωτερικής ισορροπίας».* Ωστόσο υπάρχουν πολλοί παράγοντες που ενδέχεται να υπονομεύσουν την ψυχική υγεία και ευεξία των ναυτικών. Μερικοί από αυτούς μπορούν να θεωρηθούν ως παράγοντες που αφορούν την φύση του επαγγέλματος του ναυτικού και άλλοι σχετίζονται περισσότερο με τις θέσεις εργασίας στο πλοίο. Ορισμένοι παράγοντες που μπορούν να θεωρηθούν εγγενείς με το ναυτικό επάγγελμα περιλαμβάνουν την απομόνωση, το αίσθημα της μοναξιάς, η έλλειψη αδειών των ναυτικών για την ξηρά, εκφοβισμός (bullying), φόβος για απώλεια εργασίας, καθώς και η απομόνωση από την οικογένεια. Όσον αφορά τις θέσεις εργασίας στο πλοίο χρειάζεται περαιτέρω διερεύνηση ως προς το ποιοι ρόλοι ενέχουν υψηλότερες προκλήσεις για την ψυχική υγεία. Ωστόσο, υπάρχει συμφωνία ότι η έκθεση σε κίνδυνο ψυχικής υγείας ποικίλλει ανάλογα με τον βαθμό και τον ρόλο στο πλοίου (Melbye and Carter, 2017).Απο σχετικές έρευνες των (Carotenuto κ.α, 2012) οι αξιωματικοί θεωρούνται γενικά ότι έχουν περισσότερα ψυχιατρικά προβλήματα , ωστόσο, τόσο οι μηχανικοί όσο και το πλήρωμα του κινητήρα είναι πιο επιρρεπείς σε προβλήματα ψυχικής υγείας σε σχέση με τους άλλους ναυτικούς.

Σε ακραίες περιπτώσεις, η κακή ψυχική υγεία καθώς και η εμφάνιση μορφών κατάθλιψης μπορούν να οδηγήσουν σε αυτοκτονία των ναυτικών (Szymanska κ.α 2006). Ο Σύλλογος Προστασίας και Αποζημίωσης του Ηνωμένου Βασιλείου (Protection and Indemnity Club) ανέφερε ότι το 4,4% όλων των θανάτων στο πλοίο οφείλονται σε αυτοκτονία το χρονικό διάστημα 2014 έως το 2015, το οποίο πολλαπλασιάστηκε στο 15,3% για το έτος 2015-2016 (Velankar 2017). Σε μια ανασκόπηση για την κατάθλιψη και την αυτοκτονία των ναυτικών, οι Mellbye και Carter (2017) ανέφεραν ότι οι έρευνες για κατάθλιψη και αυτοκτονία μεταξύ των ναυτικών δείχνουν βελτίωση, αν και μια σειρά πρόσφατων περιπτώσεων υποδηλώνουν ότι η αυτοκτονία παραμένει προβληματική.

Από τα παραπάνω υπάρχει άμεση συσχέτιση μεταξύ της ψυχικής υγείας και της απόδοσης των ναυτικών. Σύμφωνα με το κέντρο Ψυχιατρικής Αποκατάστασης του Πανεπιστημίου της Βοστώνης οι πιθανοί περιορισμοί στην απόδοση της εργασίας περιλαμβάνουν αδυναμία διαλογής περιβαλλοντικών ερεθισμάτων ή αδυναμία συγκέντρωσης, έλλειψη αντοχής και δυσκολία χειρισμού πιεστικών χρονικών προθεσμιών ή πολλαπλών εργασιών, καθώς και δυσκολία στην αλληλεπίδραση με άλλους. Σε αυτό το πνεύμα, η Ιατρική Σχολή του Χάρβαρντ (Harvard Mental Health Letter, 2010) προτείνει να θεωρηθεί η φροντίδα ψυχικής υγείας ως επένδυση «... Μελέτες έχουν δείξει ότι όταν η κατάθλιψη αντιμετωπίζεται επαρκώς, οι εταιρείες μειώνουν τα ατυχήματα που σχετίζονται με την εργασία, τις ασθένειες, καθώς και βελτιώνουν τον αριθμό των ωρών εργασίας και την παραγωγικότητα των εργαζομένων».

Επομένως κρίνεται αναγκαίο να παρθούν κάποια μέτρα για την προστασία της ψυχικής υγείας των ναυτικών. Πιο συγκεκριμένα οι (Sampson, H., Ellis, N. ,2019) επισημαίνουν τα εξής :

- Δωρεάν και απεριόριστο Διαδίκτυο
- Αναγνωρίζοντας τις διαφορές μεταξύ των ατόμων, θα πρέπει να διατίθεται ποικίλες ψυχαγωγικές δραστηριότητες .
- άνετα στρώματα και έπιπλα μέσα στις καμπίνες ώστε να διευκολύνεται η ξεκούραση και ο ύπνος.
- Άδεια για πρόσβαση στην ακτή πρέπει να παρέχεται με κάθε ευκαιρία για όλες τις βαθμίδες ναυτικών στο πλοίο

- Ποικίλα τρόφιμα καλής ποιότητας θα πρέπει να παρέχονται
- Πρέπει να παρέχεται καθοδήγηση αυτοβοήθειας για τη βελτίωση της ψυχικής ανθεκτικότητας σε όλους τους ναυτικούς.
- Πρέπει να εισαχθούν και να εφαρμοστούν πολιτικές κατά του εκφοβισμού(bullying) και της παρενόχλησης.
- Οι αξιωματικοί θα πρέπει να λαμβάνουν επαρκή εκπαίδευση για τη δημιουργία μιας θετικής ατμόσφαιρας επί του πλοίου, συμπεριλαμβανομένης της παρακίνησης μέσω θετικών σχολίων των υφισταμένων σχετικά με την εργασία όταν απαιτείται, καθώς και των αλληλεπιδράσεων που αποπνέουν σεβασμό μεταξύ του πληρώματος.
- Ύπαρξη εμπιστευτικής συμβουλευτικής υπηρεσίας

ΜΕΡΟΣ Β΄
ΜΟΝΤΕΛΟ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗΣ
ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ.

4.1 Εισαγωγή στα δίκτυα Bayesian

Ο (D. Hubbard, 2010) περιέγραψε την αβεβαιότητα ως την έλλειψη βεβαιότητας, δηλαδή μια κατάσταση περιορισμένης γνώσης στην οποία είναι αδύνατο να περιγραφεί ακριβώς η υπάρχουσα κατάσταση ή το μελλοντικό αποτέλεσμα της. Λόγω του γεγονότος ότι η αβεβαιότητα έχει σημαντικό αντίκτυπο στη λήψη αποφάσεων, η μηχανική κοινότητα προσπάθησε να διαχειριστεί την αβεβαιότητα μέσω καινοτόμων μεθόδων και ευφυών συστημάτων. Η παρουσία αβεβαιότητας στον επιστημονικό και επαγγελματικό κόσμο οδήγησε τους μελετητές να αναπτύξουν εργαλεία για την αντιμετώπιση ζητημάτων όπως η ανακρίβεια και η εξάρτηση της από τα γεγονότα. Ένα αξιόπιστο εργαλείο για τη μοντελοποίηση της αβεβαιότητας ήταν μέσω της χρήση της θεωρίας πιθανοτήτων και συγκεκριμένα μέσω πιθανοθεωρητικών γραφικών μοντέλων. (Vagias, 2010)

Ένα γραφικό μοντέλο αντιπροσωπεύει τις πιθανοτικές σχέσεις μεταξύ ενός συνόλου μεταβλητών (D. Heckerman, 2001). Η θεωρία πιθανότητας, οι στατιστικές και η μηχανική μάθηση είναι μερικοί από τους τομείς που έχουν επωφεληθεί από τη χρήση αυτών των μοντέλων. Πολλοί επιστήμονες τα περιγράφουν ως έναν συνδυασμό μεταξύ πιθανότητας και θεωρίας γραφημάτων. Οι τρεις θεμελιώδεις ακρογωνιαίοι λίθοι των γραφικών μοντέλων είναι η αναπαράσταση, το συμπέρασμα και η μάθηση.

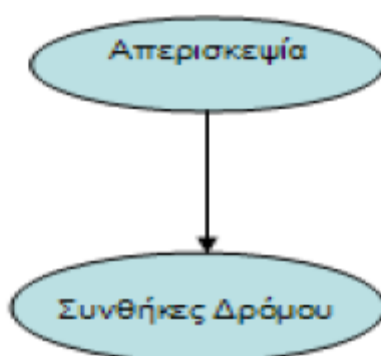
4.1.1 Εισαγωγή στην αβεβαιότητα και στα γραφικά μοντέλα.

4.1.2 δίκτυα Bayesian και δομή τους.

Ένα από τα πιο διαδεδομένα και αποτελεσματικά γραφικά μοντέλα για τη διαχείριση της αβεβαιότητας είναι το Bayesian Network το οποίο διαδόθηκε το 1988 από την Judea Pearl στο Probabilistic Reasoning in Intelligent Systems. Τα Bayesian δίκτυα

μαζί με τις Bayesian στατιστικές τεχνικές προωθούν τον συνδυασμό της πρότερης γνώσης και των δεδομένων. Είναι γενικά αποδεκτή η αξία της πρότερης γνώσης ειδικά όταν τα δεδομένα είναι σπάνια και ακριβά. Το γεγονός ότι μερικά εμπορικά συστήματα (έμπειρα συστήματα) μπορούν να δομηθούν βασισμένα αποκλειστικά σε πρότερη γνώση αποτελεί διαθήκη της αξίας της γνώσης αυτής. Τα Bayesian δίκτυα υποστηρίζουν την τυχαία σημασιολογία, με αποτέλεσμα να επιτρέπουν την άμεση κωδικοποίηση της τυχαίας πρότερης γνώσης. Επιπλέον κωδικοποιούν τις τυχαίες σχέσεις με πιθανότητες. Επομένως, η πρότερη γνώση και τα δεδομένα μπορούν να συνδυαστούν με τεχνικές της Bayesian στατιστικής. (Μ. Αρβανίτης,2015)

Τα Bayesian δίκτυα, όπως προαναφέρθηκε, είναι πολύ αποδοτικά για τη μοντελοποίηση καταστάσεων όπου κάποια πληροφορία είναι ήδη γνωστή και τα εισερχόμενα δεδομένα δεν είναι συγκεκριμένα ή δεν είναι διαθέσιμα. Αυτά τα δίκτυα παρέχουν επίσης λογικές σημασιολογίες για την αναπαράσταση των αιτιών και συνεπειών, καθώς και πιθανοτήτων μέσω μιας διαισθητικής γραφικής αναπαράστασης. Κάθε μεταβλητή(η οποία μπορεί να είναι παρατηρήσιμη ποσότητα, λανθάνουσα μεταβλητή, άγνωστη παράμετρος ή υποθέση) σε ένα Bayesian δίκτυο αναπαριστάται από κόμβους (nodes). Ένας κόμβος αποτυπώνεται γραφικά με ένα οβάλ, το οποίο χαρακτηρίζεται από κάποια ετικέτα. Το απλό παράδειγμα στο σχήμα 5.4 δείχνει δύο κόμβους, απ τους οποίους ο ένας φέρει την ετικέτα «Απερισκεψία» και ο άλλος χαρακτηρίζεται ως «Συνθήκες Δρόμου».

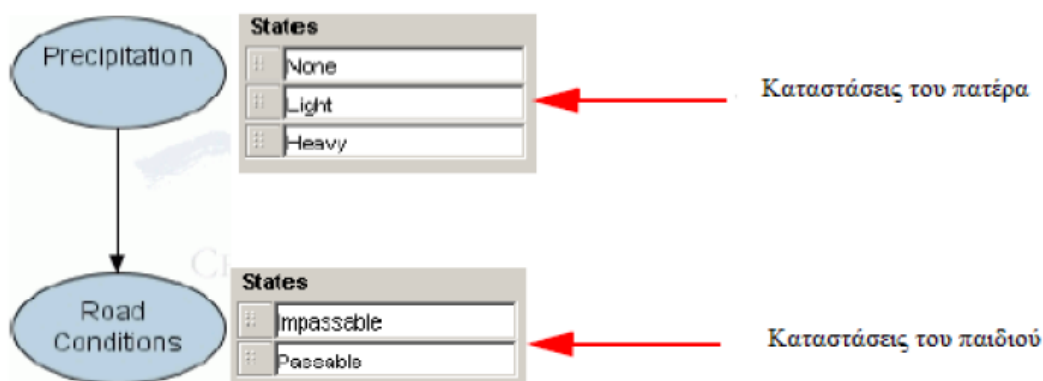


Εικόνα 15 Δύο κόμβοι και μία πλευρά σε ένα απλό Bayesian δίκτυο, (Μ. Αρβανίτης,2015)

Οι κόμβοι συνδέονται μεταξύ τους με κατευθυνόμενα βέλη (ή πλευρές) (edges). Τα βέλη αυτά φανερώουν την αλληλεξάρτηση των μεταβλητών υποδεικνύοντας και την κατεύθυνση της εξάρτησης. Διαισθητικά, η σημασία μιας πλευράς που σχεδιάζεται από τον κόμβο X στον κόμβο Y είναι ότι ο κόμβος X έχει μία άμεση επιρροή στον κόμβο Y. Για παράδειγμα, στην παραπάνω εικόνα, η πλευρά φανερώνει ότι το επίπεδο της 'απερισκεψίας' επηρεάζει άμεσα τις 'συνθήκες του δρόμου'. Ο τρόπος που ένας κόμβος επηρεάζει κάποιον άλλο καθορίζεται από τον πίνακα των υπό συνθήκη πιθανοτήτων.

Οι πλευρές καθορίζουν επίσης κάποιους χαρακτηριστικούς όρους για τους κόμβους. Όταν δύο κόμβοι συνδέονται με μια πλευρά, ο κόμβος από τον οποίο ξεκινάει το βέλος ονομάζεται πατέρας (parent) αυτού στον οποίο καταλήγει. Στο παράδειγμά μας ο κόμβος «Απερισκεψία» αποτελεί πατέρα του «Συνθήκες Δρόμου». Κατά συνέπεια ο κόμβος παιδί εξαρτάται από τον πατέρα του.

Κάθε κόμβος χαρακτηρίζεται από καταστάσεις (states), δηλαδή χαρακτηρίζεται από ένα σύνολο από πιθανές τιμές που αντιστοιχούν σε κάθε μεταβλητή. Για παράδειγμα οι σημαντικές καταστάσεις της μεταβλητής 'Απερισκεψία' είναι οι: Καθόλου (None), Μικρή (Light) και Μεγάλη (Heavy). Επιπλέον είναι γνωστό ότι η απερισκεψία μπορεί να οδηγήσει στην διάσχιση (passable) ή όχι του δρόμου. Μπορούμε να παρατηρήσουμε τις καταστάσεις κάθε κόμβου στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 16 Καταστάσεις και τιμές που μπορεί να πάρει ένας κόμβος, (Μ.Αρβανίτης, 2015)

Σε κάθε κόμβο αντιστοιχεί και ένας πίνακας υπό συνθήκη πιθανοτήτων (conditional probability table). Οι υπό συνθήκη πιθανότητες εκφράζουν πιθανότητες οι οποίες βασίζονται σε πρότερη πληροφορία και παρελθοντική εμπειρία.

Η υπό συνθήκη πιθανότητα καθορίζεται μαθηματικά με τη σχέση $P(x|p_1, p_2, \dots, p_n)$ και εκφράζει την πιθανότητα του να βρίσκεται η μεταβλητή X σε μια κατάσταση x εάν ο πατέρας P_1 βρίσκεται στην κατάσταση p_1 , ο πατέρας P_2 στην κατάσταση p_2, \dots , και ο πατέρας P_n στην κατάσταση p_n .

Βασισμένοι στον παραπάνω ορισμό συμπεραίνουμε ότι για κάθε πατέρα και κάθε πιθανή κατάσταση του πατέρα αυτού, υπάρχει μία γραμμή στον πίνακα πιθανοτήτων η οποία περιγράφει την πιθανότητα του να είναι ο κόμβος παιδί σε κάποια συγκεκριμένη κατάσταση. Για παράδειγμα, το πρώτο κελί του πίνακα πιθανοτήτων στην εικόνα 6, το οποίο αναφέρεται στον κόμβο «Συνθήκες Δρόμου» μπορεί να ερμηνευτεί ως εξής: Εάν ο κόμβος πατέρας «Απερισκεψία» είναι στην κατάσταση «Καθόλου» τότε η πιθανότητα του να είναι ο κόμβος «Συνθήκες Δρόμου» στην κατάσταση αδιάβατος είναι 5%. Αντιστοίχως μπορεί να ερμηνευτεί κάθε κελί του πίνακα πιθανοτήτων

Parent	Child	
	Road Conditions	
⌘ Precipitation	⌘ Impossible	⌘ Possible
None	0.050	0.950
Light	0.100	0.900
Heavy	0.700	0.300

Εικόνα 17 Πίνακας υπό συνθήκη πιθανοτήτων για ένα κόμβο παιδί (Μ.Αρβανίτης, 2015)

Το παράδειγμα της παραπάνω εικόνας είναι ενδεικτικό του τρόπου που κατασκευάζεται ο πίνακας των υπό συνθήκη πιθανοτήτων. Συγκεκριμένα ο τίτλος της αριστερής στήλης έχει πάντα την ετικέτα «Πατέρας» και ακριβώς από κάτω

τοποθετούνται όλα τα ονόματα των κόμβων που επηρεάζουν άμεσα τον κόμβο της ερώτησης. Σε αυτή την περίπτωση ο κόμβος της ερώτησης έχει μόνο ένα πατέρα, με αποτέλεσμα να υπάρχει μία μόνο στήλη σε αυτή την πλευρά του πίνακα. Στη δεξιά πλευρά του πίνακα η δεξιά στήλη φέρει ετικέτα το όνομα του κόμβου με τον οποίο συσχετίζεται ο πίνακας πιθανοτήτων δηλαδή του κόμβου που ρωτάται. Ακριβώς από κάτω παρουσιάζονται οι καταστάσεις που μπορεί να έχει ο κόμβος αυτός. Στο υπόλοιπο τμήμα του πίνακα αποθηκεύονται οι πιθανότητες.

Οι κόμβοι που δεν έχουν πατέρα έχουν κι αυτοί πίνακα υπό συνθήκη πιθανοτήτων. Ο πίνακας αυτός όμως περιλαμβάνει ξεχωριστά τις πιθανότητες της μεταβλητής αυτής για κάθε κατάσταση του κόμβου πατέρα (Εικόνα 7)

Precipitation		
None	Light	Heavy
0.800	0.150	0.050

Καταστάσεις του κόμβου-πατέρα

Πιθανότητες για κάθε κατάσταση

Εικόνα 18 Πίνακας υπό συνθήκη πιθανοτήτων για κόμβο-πατέρα.(Μ.Αρβανίτη,2015)

4.1.2.2 υπό συνθήκη πιθανότητες και κανόνας του Bayes

Στην προηγούμενη παράγραφο έγινε αναφορά στον όρο υπό συνθήκη πιθανότητα. Η βασική ιδέα της Bayesian αντιμετώπισης της βεβαιότητας σε αιτιακά δίκτυα είναι στην ουσία μία υπό συνθήκη πιθανότητα. Το θεώρημα Bayes ορίστηκε μαθηματικά ως η ακόλουθη εξίσωση (Μ.Αρβανίτη, 2015) :

$$P(A/B) = \frac{P(B/A) P(A)}{P(B)}$$

όπου A και B είναι γεγονότα.

- $P(A)$ και $P(B)$ είναι οι πιθανότητες των A και B που είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους.
- $P(A | B)$, η υπό συνθήκη πιθανότητα, είναι η πιθανότητα του A δεδομένου του B να είναι αληθής.
- $P(B | A)$, είναι η πιθανότητα του B δεδομένου του A να είναι αληθής.

Η δεσμευμένη πιθανότητα μπορεί να υπολογιστεί και από τον ακόλουθο τύπο (Timo Koski, John Noble, 2009) : $p(A|B) = p(A \cap B) / p(B)$,

όπου $p(A \cap B)$ καλείται η πιθανότητα του να συμβεί και το γεγονός A και το γεγονός B

Για παράδειγμα ας υποθέσουμε ότι η μηνιγγίτιδα μπορεί να προκαλέσει δύσκαμπτο λαιμό σε ποσοστό 50%. Επιπλέον υποθέτουμε ότι γνωρίζουμε από πληθυσμιακές μελέτες ότι 1/ 50000 ανθρώπους έχουν μηνιγγίτιδα και 1/ 20 έχει δύσκαμπτο λαιμό. Θέλουμε να βρούμε την πιθανότητα ένας ασθενής που παραπονιέται για δύσκαμπτο λαιμό, να έχει μηνιγγίτιδα. Αναλυτικότερα πόσο πιθανή είναι η μηνιγγίτιδα δεδομένου ότι υπάρχει δύσκαμπτος λαιμός.

Για να απεικονίσουμε το παραπάνω υπολογίζουμε:

$$P(\text{μηνιγγίτιδα} \mid \text{δύσκαμπτος λαιμός}) = P(\text{δύσκαμπτος λαιμός} \mid \text{μηνιγγίτιδα}) *$$

$$P(\text{μηνιγγίτιδα}) / P(\text{δύσκαμπτος λαιμός}) = (0.5 * 1/50000) / (1/20) = 0.0002$$

Επομένως εάν ένας ασθενής παραπονιέται ότι έχει δύσκαμπτο λαιμό τότε η πιθανότητα αυτό να οφείλεται από μηνιγγίτιδα είναι μόνο 0.0002.

Ένας περισσότερο πολύπλοκος τρόπος έκφρασης του κανόνα του Bayes, ο οποίος περιλαμβάνει υπόθεση, πρότερη εμπειρία και ένδειξη είναι ο εξής:

$$P(H/E, c) = \frac{P(H/c) \times P(E/H, c)}{P(E/c)}$$

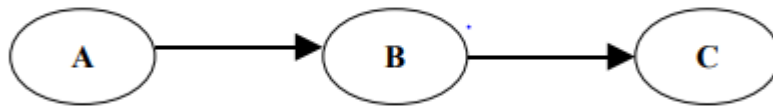
Με την παραπάνω σχέση μπορούμε να ανανεώσουμε την πεποίθησή μας για την υπόθεση H δοθείσας της πρόσθετης ένδειξης E και της πρότερης εμπειρίας c . Ο αριστερός όρος $P(H|E, c)$ ονομάζεται μεταγενέστερη (posterior) πιθανότητα ή αλλιώς πιθανότητα της υπόθεσης H αφού λάβουμε υπόψη τη συνέπεια της ένδειξης E στην πρότερη εμπειρία c . Ο όρος $P(H|c)$ καλείται εκ των προτέρων (a-priori) πιθανότητα της H δοθείσας μόνο της c . Ο όρος $P(E|H, c)$ καλείται πιθανότητα (likelihood) και δίνει την πιθανότητα της ένδειξης αν δεχτούμε ότι η υπόθεση H και η πρότερη πληροφορία c είναι αληθείς (true). Τέλος ο όρος $P(E|c)$ είναι ανεξάρτητος του H και μπορεί να θεωρηθεί ως παράγοντας κοινωνικοποίησης ή κλιμάκωσης (Μ.Αρβανίτης, 2015).

4.1.2.3 ΑΙΤΙΟΛΟΓΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ ΚΑΙ D-ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ

Τύποι συνδέσεων σε Bayesian Networks

Σειριακές συνδέσεις

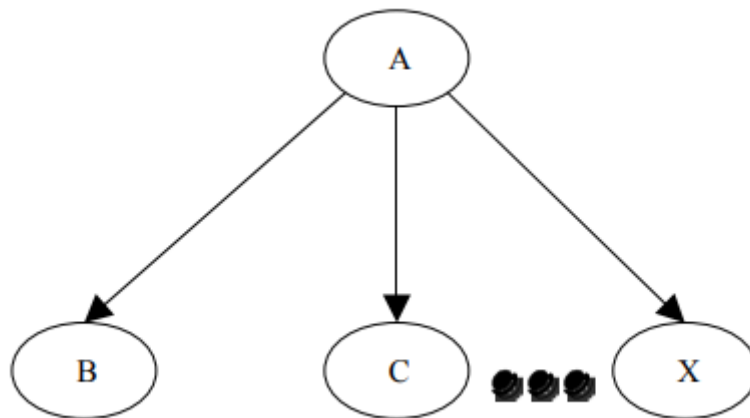
Θεωρούμε την κατάσταση που περιγράφεται στο Σχήμα 5. Το A έχει μια επίδραση στο B το οποίο με τη σειρά του επηρεάζει το C . Προφανώς, αποδείξεις για το A θα επηρεάσουν τη βεβαιότητα του B το οποίο στη συνέχεια επηρεάζει τη βεβαιότητα του C . Ομοίως, αποδείξεις για το C θα επηρεάσουν τη βεβαιότητα του A μέσω του B . Από την άλλη πλευρά, εάν η κατάσταση του B είναι γνωστή, τότε το κύκλωμα φράσσεται και τα A, C γίνονται ανεξάρτητα. Λέμε ότι τα A και C παρουσιάζουν d-διαχωρισμό δεδομένου του B και όταν η κατάσταση της εκάστοτε μεταβλητής B είναι γνωστή λέμε ότι αυτή έχει πάρει στιγμιαία τιμή. Συμπεραίνουμε ότι αποδείξεις μπορούν να μεταδοθούν μέσω μιας σειριακής σύνδεσης εκτός εάν η κατάσταση της μεταβλητής στη σύνδεση είναι γνωστή. (Γ.Παπαμιχάλης, 2009)



Εικόνα 19 Σειριακή σύνδεση. Όταν το B πάρει στιγμιαία τιμή, διακόπτεται η επικοινωνία μεταξύ των A και C. (Γ.Παπαμιχάλης,2009)

Αποκλίνουσες συνδέσεις

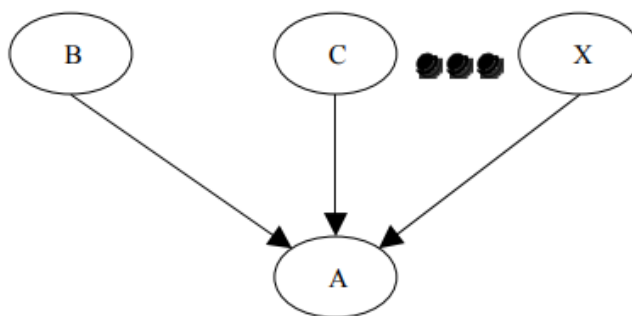
Σε αυτή τη σύνδεση εάν το A πάρει στιγμιαία τιμή, φράσσεται η επικοινωνία μεταξύ των παιδιών του. Η επίδραση μπορεί να περάσει ανάμεσα από όλα τα παιδιά του A εκτός εάν η κατάσταση του A είναι γνωστή. Λέμε ότι τα B, C, ..., X παρουσιάζουν d-διαχωρισμό δοσμένου του A. Έτσι, αποδείξεις μπορούν να μεταδοθούν μέσω μιας αποκλίνουσας σύνδεσης εκτός και αν έχουμε λάβει στιγμιαίες τιμές, δηλαδή να είναι γνωστό το A. (Γ.Παπαμιχάλης,2009)



Εικόνα 20 Αποκλίνουσα σύνδεση. (Γ.Παπαμιχάλης,2009)

Συγκλίνουσες συνδέσεις

Μια περιγραφή της κατάστασης στο Σχήμα 17 απαιτεί λίγη περισσότερη προσοχή, όπου εάν το A αλλάξει βεβαιότητα, ανοίγει επικοινωνία ανάμεσα στους γονείς του. Εάν τίποτα δεν είναι γνωστό για το A εκτός από ό,τι μπορεί να εξαχθεί με βάση τους γονείς του B,...,X τότε οι γονείς είναι ανεξάρτητα γεγονότα: αποδείξεις για έναν από αυτούς δεν έχει καμία επίδραση στη βεβαιότητα των άλλων.



Εικόνα 21 συγκλίνουσα σύνδεση, Γ. Παπαμιχάλης, 2009

D-ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ

Οι τρεις περιπτώσεις που εξετάστηκαν παραπάνω καλύπτουν όλους τους τρόπους με τους οποίους η βεβαιότητα μπορεί να μεταδοθεί μέσω μιας μεταβλητής και ακολουθώντας τους κανόνες είναι δυνατό να αποφασίσουμε για κάθε ζεύγος μεταβλητών σε ένα αιτιολογικό δίκτυο εάν αυτά είναι εξαρτημένα, δοσμένων των γεγονότων που έχουν εισαχθεί στο δίκτυο. Οι κανόνες διατυπώνονται στα παρακάτω (Jensen, 1996):

Ορισμός (d-διαχωρισμός): Δύο μεταβλητές A και B σε ένα αιτιολογικό δίκτυο είναι d-διαχωρισμένες εάν για όλα τα μονοπάτια μεταξύ των A και B υπάρχει μια ενδιάμεση τυχαία μεταβλητή V τέτοια ώστε:

- είτε η σύνδεση είναι σειριακή ή αποκλίνουσα και η κατάσταση της V γνωστή.
- είτε η σύνδεση είναι συγκλίνουσα και τόσο η V όσο και οι απόγονοι της δεν έχουν λάβει υπόψη κάποιο γεγονός.

Εάν τα A και B δεν είναι d-διαχωρισμένα τα καλούμε d-συνδεδεμένα.

ΔΕΣΜΕΥΜΕΝΗ ΑΝΕΞΑΡΤΗΣΙΑ

Η φραγή της διάδοσης των αποδείξεων όπως αυτή επεξηγήθηκε σε προηγούμενη παράγραφο απεικονίζεται, στους υπολογισμούς του Bayes, μέσα από την έννοια της δεσμευμένης ανεξαρτησίας (conditional independence). Οι μεταβλητές A και C είναι ανεξάρτητες δεδομένης της μεταβλητής B εάν:

$$P(A/B) = P(A/B,C)$$

Αυτό σημαίνει ότι εάν η κατάσταση του B είναι γνωστή τότε καμία γνώση για το C δε θα μεταβάλλει την πιθανότητα του A. (Jensen F.V.,1996)

4.1.3 Ορισμός των Bayesian δικτύων

Ένα Bayesian network σύμφωνα με τον Jensen (1996), αποτελείται από τα ακόλουθα:

- Ένα σύνολο μεταβλητών και ένα σύνολο από κατευθυνόμενα τόξα μεταξύ των μεταβλητών.
- Κάθε μεταβλητή έχει ένα πεπερασμένο σύνολο από αμοιβαίως αποκλειόμενες καταστάσεις.
- Οι μεταβλητές μαζί με τις κατευθυνόμενες ακμές σχηματίζουν ένα κατευθυνόμενο ακυκλικό γράφημα (DAG). Ένα κατευθυνόμενο γράφημα είναι ακυκλικό εάν δεν υπάρχει κανένα κατευθυνόμενο μονοπάτι $A_1 \rightarrow \dots \rightarrow A_n$ τέτοιο ώστε $A_1 = A_n$.
- Σε κάθε μεταβλητή A με γονείς B_1, \dots, B_n υπάρχει προσκολλημένος ένας πίνακας δεσμευμένων πιθανοτήτων $P(A/B_1, \dots, B_n)$.

Ένα δίκτυο Bayesian μπορεί καλύτερα να περιγραφεί με τη λειτουργία του κανόνα της αλυσίδας.

Θεώρημα (ο νόμος της αλυσίδας): Υποθέτουμε ότι το BN είναι ένα Bayesian network για τον $U = \{A_1, \dots, A_m\}$. Τότε η κατανομή πιθανότητας της τομής $P(U)$ (joint distribution) είναι προϊόν όλων των δεσμευμένων πιθανοτήτων που ορίζονται στο BN:

$$P(U) = \prod P(A_i / pa(A_i))$$

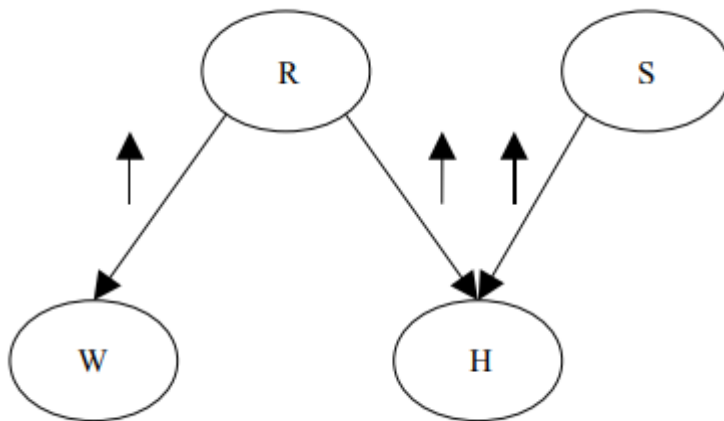
Όπου $pa(\mathbf{A}_i)$ είναι το σύνολο των γονιών του \mathbf{A}_i .

4.1.3 Παρουσίαση του Bayesian δικτύου.

4.1.3.1 Τοπικό παράδειγμα προβλήματος αβεβαιότητας

Ο κύριος Holmes ζει στο Los Angeles. Ένα πρωί όταν ο Holmes φεύγει από το σπίτι του, διαπιστώνει ότι το γρασίδι της αυλής του είναι βρεγμένο. Είναι εξαιτίας της βροχής (R), ή έχει ξεχάσει να κλείσει το αυτόματο σύστημα ποτίσματος (S); Η πίστη του στα δύο αυτά ενδεχόμενα αυξάνεται. Στη συνέχεια διαπιστώνει ότι το γρασίδι του γείτονα του, κύριου Watson, είναι επίσης βρεγμένο.

Συμπερασματικά ο Holmes είναι σχεδόν σίγουρος ότι έχει βρέξει. Μία αναπαράσταση της κατάστασης φαίνεται στο Σχήμα 18, όπου η βροχή (R) και το αυτόματο σύστημα ποτίσματος (S) είναι αιτίες για το βρεγμένο γρασίδι του Holmes. Μόνο η βροχή μπορεί να προκαλέσει το γρασίδι του Watson να είναι βρεγμένο.



Εικόνα 22 Ένα δίκτυο μοντέλο για το παράδειγμα του βρεγμένου γρασιδιού.(N.Vagias, 2010)

Όταν ο Holmes διαπιστώνει ότι το δικό του γρασίδι είναι βρεγμένο, εφαρμόζει μια συλλογιστική προς την αντίθετη κατεύθυνση από εκείνη των αιτιολογικών βελών. Εφόσον και οι δύο συναρτήσεις επίπτωσης που καταλήγουν στο H αυξάνονται, η βεβαιότητά του για τα R και S αυξάνεται. Η αυξημένη βεβαιότητα του R με τη σειρά του δημιουργεί μια αυξημένη βεβαιότητα του W.

Κατά συνέπεια ο Holmes ελέγχει το γρασίδι του Watson και όταν ανακαλύπτει ότι είναι επίσης βρεγμένο, γρήγορα αυξάνει τη βεβαιότητα του R. Το επόμενο βήμα στη συλλογιστική είναι δύσκολο για τις μηχανές, αλλά φυσικό για τους ανθρώπους και καλείται αιτιολόγηση σε βάθος: το βρεγμένο γρασίδι του Holmes έχει εξηγηθεί και έτσι δεν υπάρχει πλέον κανένας λόγος να πιστέψουμε ότι το αυτόματο σύστημα ποτίσματος ήταν ανοιχτό. Συνεπώς, η βεβαιότητα του S μειώνεται στην αρχική τιμή της, δηλαδή τείνει πολύ κοντά στο μηδέν.

Η αιτιολόγηση σε βάθος είναι ένα ακόμη παράδειγμα της αλλαγής εξάρτησης με τις διαθέσιμες πληροφορίες. Στην αρχική κατάσταση, όταν τίποτα δεν είναι γνωστό, τα R και S είναι ανεξάρτητα. Ωστόσο, όταν έχουμε πληροφορίες σχετικές με το γρασίδι του Holmes, τότε τα R και S γίνονται εξαρτημένα. (Γ.Παπαμιχάλης,2009)

4.1.3.2 Χρήση του δικτύου Bayesian σε ένα τυπικό παράδειγμα .

Σε αυτήν την παράγραφο θα γίνει μετατροπή το προβλήματος του 4.3.1.1 σε ένα δίκτυο Bayesian, ενώ θα γίνει επεξήγηση στην πρακτική χρήση του γραφικού μοντέλου που θα εφαρμοστεί σε όλους τους υπολογισμούς που λαμβάνουν χώρα.

Ας θεωρήσουμε ότι οι πρωταρχικές πιθανότητες για τα R και S είναι $P(R)=(0.2,0.8)$ και $P(S)=(0.1,0.9)$. Οι υπολειπόμενες πιθανότητες παρατίθενται στον Πίνακα 1. Αρχικά, υπολογίζουμε τις πρωταρχικές πιθανότητες για τα W και H. Δηλαδή, πρώτα υπολογίζουμε την $P(W,R)$ και μετά περιθωριοποιούμε το R. Το αποτέλεσμα είναι $P(W)=(0.36,0.64)$.

Πίνακας 1 Οι πιθανότητες για το παράδειγμα Βρεγμένο γρασίδι.

	$R=y$	$R=n$		$R=y$	$R=n$
$S=y$	1	0.2	$S=y$	(1,0)	(0.9,0.1)
$S=n$	0	0.8	$S=n$	(1,0)	(0,1)
$P(W R)$			$P(H R,S)$		

Ο υπολογισμός της $P(H,R,S)$ ακολουθεί την ίδια διαδικασία, μόνο που το γινόμενο σε αυτήν την περίπτωση είναι:

$$P(H, R, S) = P(H / R, S) P(R, S)$$

Εφόσον τα R και S είναι ανεξάρτητα (βλέπε Σχήμα 3) έχουμε:

$$P(H, R, S) = P(H / R, S) P(R) P(S)$$

Το αποτέλεσμα δίνεται στον Πίνακα 8. Περιθωριοποιώντας τα R, S από την $P(H,R,S)$ μας δίνει $P(H)=(0.272,0.728)$. Έχουμε κατασκευάσει πίνακες τομής πιθανοτήτων για δύο από τις συστοιχίες, (W,R) και (H,R,S) , με τη μεταβλητή R κοινή

Πίνακας 2 Ο πίνακας πρωταρχικών πιθανοτήτων για την $P(H,R,S)$. Τα ανύσματα

	$R=y$	$R=n$
$S=y$	(0.02,0)	(0.072,0.008)
$S=n$	(0.18,0)	(0,0.72)

Η απόδειξη $H=y$ χρησιμοποιείται για την αναβάθμιση της $P(H,R,S)$ απαλείφοντας όλες τις καταχωρήσεις με $H=n$ και διαιρώντας με $P(H=y)$. Εφόσον το αποτέλεσμα θα είναι ένας πίνακας πιθανοτήτων με όλες τις καταχωρήσεις αθροιζόμενες να δίνουν την μονάδα, δεν χρειάζεται να υπολογίσουμε την $P(H)$. Αφού όλες οι καταχωρήσεις με $H=n$ έχουν απαλείφει (Πίνακας 9), εμείς απλώς κανονικοποιούμε τον πίνακα διαιρώντας με το άθροισμα των υπολειπόμενων καταχωρήσεων (βλέπε Πίνακα 10). Οι κατανομές $P^*(R)$ και $P^*(S)$ υπολογίζονται μέσω περιθωριοποίησης από την $P^*(H,R,S)$.

Πίνακας 3H P(H,R,S) με απαλοιφή όλων των καταχωρήσεων για H=n

	$R=y$	$R=n$
$S=y$	(0.02,0)	(0.072,0)
$S=n$	(0.18,0)	(0,0)

Πίνακας 4 Ο υπολογισμός της $P^*(H,R,S)=P(H,R,S/H=y)$

	$R=y$	$R=n$		$R=y$	$R=n$
$S=y$	$\frac{1}{0.272}(0.02,0)$	$\frac{1}{0.272}(0.072,0)$	\approx	$(0.074,0)$	$(0.264,0)$
$S=n$	$\frac{1}{0.272}(0.18,0)$	$\frac{1}{0.272}(0,0)$		$(0.662,0)$	$(0,0)$

Παίρνουμε $P^*(R=y)=0.736$ και $P^*(S=y)=0.339$. Χρησιμοποιούμε την $P^*(R)$ για την αναβάθμιση της $P(W,R)$ (βλέπε Πίνακα 11):

$$P^*(W,R) = P(W/R) * P^*(R) = P(W,R) P^*(R) / P(R)$$

Πίνακας 5: υπολογισμός της $P^*(W,R)= P(W/R)* P^*(R) = P(W,R) P^*(R) / P(R)$

	$R=y$	$R=n$		$R=y$	$R=n$
$W=y$	$0.2 \cdot \frac{0.736}{0.2}$	$0.16 \cdot \frac{0.264}{0.8}$	$=$	0.736	0.0528
$W=n$	0	$0.64 \cdot \frac{0.264}{0.8}$		0	0.2112

Τώρα χρησιμοποιούμε το γεγονός $W=y$ για την αναβάθμιση της κατανομής (W,R) (βλέπε Πίνακα 12). Παίρνουμε $P^{**}(R=y)=0.93$.

Έχουμε ακόμα να υπολογίσουμε την $P^{**}(S)=P(S|W=y,H=y)$. Το αποτέλεσμα πρέπει να αντανakλά την επίπτωση της τεχνικής ανάλυσης σε βάθος: εφόσον το βρεγμένο γρασίδι εξηγείται από τη βροχή, η πιθανότητα για το $S=y$ πρέπει να μειωθεί στην αρχική της τιμή.

Ο υπολογισμός ακολουθεί το ίδιο πρότυπο. Ένα μήνυμα επάνω στην $P^{**}(R)$ στέλνεται από την (W,R) στην (H,R,S)

$$P^{**}(H,R,S) = P^*(H,R,S) P^{**}(R) / P^*(R)$$

Με τη μέθοδο της απομόνωσης πιθανότητας παίρνουμε $P^{**}(S=y)=0.161$.

Πίνακας 6 : $P^{}(W,R)=P(W,R|W=y,H=y)$.**

	$R=y$	$R=n$
$W=y$	0.736	0.0528
	0.7888	0.7888
$W=n$	0	0

Πίνακας 7 $P^{}(R,S)=P(R,S|H=y,W=y)$**

	$R=y$	$R=n$
$S=y$	0.094	0.067
$S=n$	0.839	0

Ο λόγος για τον οποίο η πιθανότητα του ψεκαστήρα δεν πέφτει στην αρχική τιμή του 0.1 είναι ότι ο κύριος Watson μπορεί να τον έχει ξεχάσει ανοιχτό και μια εξήγηση μπορεί να είναι ότι και οι δύο ψεκαστίρες έχουν ξεχαστεί ανοιχτοί. Αυτό καθρεφτίζεται στην πιθανότητα $P(W=y|R=n)=0.2$

4.2 Εφαρμογή των δικτύων Bayesian στην μελέτη της απόδοσης

Στο παρόν κεφάλαιο γίνεται ανάλυση της μεθοδολογίας που εφαρμόστηκε από τους (R Riahi, κ.α , 2014) για τον υπολογισμό της αξιολόγησης της απόδοσης των ναυτικών μέσω δικτύων Bayesian. Επιπρόσθετα, πραγματοποιείται επιβεβαίωση των αποτελεσμάτων μέσω του προγράμματος GeNie, το οποίο αναπτύχθηκε από το Πανεπιστήμιο του Πίτσμπουργκ ως μέσο για τη διαχείριση των γραφικών μοντέλων στη λήψη αποφάσεων. Χαρακτηρίζεται από ένα φιλικό προς το χρήστη γραφικό περιβάλλον και έχει πληθώρα διαφορετικών λειτουργιών στον τομέα των δικτύων Bayesian.

4.2.1 Επιλογή παραγόντων που επιδρούν καθοριστικά στην απόδοση

Συμφωνα με τους (R Riahi, κ.α , 2014) τα πιο σημαντικά στοιχεία που επηρεάζουν την ασφάλεια και την αποτελεσματικότητα στην απόδοση της εργασίας αναφέρονται λεπτομερώς παρακάτω:

Σχεδιασμός και διάταξη (Design and layout (DL))

Ο σχεδιασμός και η διάταξη του χώρου αφορούν την αλληλεπίδραση του προσωπικού με τον εξοπλισμό. Είναι σημαντικό για τους σχεδιαστές και τους μηχανικούς, κατά το στάδιο του σχεδιασμού, να λάβουν υπόψη τους ακόλουθους παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν την απόδοση της εργασίας καθώς και την πιθανότητα ανθρώπινου σφάλματος:

- Τις κοινωνικές, ψυχολογικές και φυσιολογικές ικανότητες, περιορισμούς και ανάγκες των εργαζομένων.
- Τον σχεδιασμό του λογισμικού , ρύθμιση και προσανατολισμός υλικού και λογισμικού.
- τον σχεδιασμό του χώρου εργασίας ,ο οποίος περιλαμβάνει τον φυσικό σχεδιασμό και την διάταξη του χώρου εργασίας.
- τις πολιτιστικές και γεωγραφικές επιρροές των εργαζομένων που έχουν επίδραση στα πρότυπα συμπεριφοράς και στις προσδοκίες τους

Τεχνική επάρκεια (Technical proficiency (TP))

Τα Πρότυπα Πιστοποίησης Κατάρτισης και Παρακολούθησης (STCW 1995) καθορίζουν τις υποχρεωτικές απαιτήσεις για την πιστοποίηση του καταστρώματος και των αξιωματικών, συμπεριλαμβανομένων των απαιτήσεων που σχετίζονται με την ηλικία, την ιατρική φυσική κατάσταση, τη θαλάσσια προϋπηρεσία καθώς και τα πρότυπα επάρκειας των ικανοτήτων (STCW ,1995). Η τεχνική επάρκεια ενός ναυτικού μπορεί να αξιολογηθεί με τη συγκέντρωση των τυπικών προσόντων ενός ναυτικού (qualification (QU)), της εμπειρίας (experience (EXP)) και της ειδικής εκπαίδευσης (specific training (ST)). Η ειδική εκπαίδευση ενός ναυτικού αποτελείται από τα υποχρεωτικά και επιπρόσθετα μαθήματα που έχει λάβει κάποιος για την θέση του καταστρώματος ή του μηχανικού αντίστοιχα, στο πλαίσιο του STCW 1995.

Κόπωση (Human fatigue (HF))

Η ανησυχία για την έκταση της κόπωσης των ναυτικών και το δυνητικό περιβαλλοντικό της κόστος είναι ευρέως εμφανής σε ολόκληρη τη ναυτιλιακή βιομηχανία. Οι νηογνώμονες , οι ιδιοκτήτες πλοίων, οι συνδικαλιστικές οργανώσεις είναι όλοι σε εγρήγορση για το γεγονός ότι σε ορισμένους τύπους πλοίων ένας συνδυασμός ελάχιστης επάνδρωσης, λιγοστός χρόνος παραμονής στα λιμάνια, αντίξοες καιρικές συνθήκες μπορεί να επιβαρύνουν τους ναυτικούς, με αποτέλεσμα να εργάζονται πολλές ώρες έχοντας ανεπαρκή ανάπαυση (IMO ,2001 , A Smith κ.α ,2016). Παρά τις ώρες ανάπαυσης, επιπρόσθετα ζητήματα όπως οι κινήσεις του πλοίου (διατοιχισμός και προνευτασμός) , οι δονήσεις, ο θόρυβος, ο φόρτος εργασίας συμβάλλουν επίσης στην ανθρώπινη κόπωση.(R. McNamara κ.α, 2000) Ως αποτέλεσμα, ένας ναυτικός μπορεί να υποβληθεί σε διάφορα επίπεδα κόπωσης λόγω της συσσώρευσης των ακόλουθων κριτηρίων:

- Περιβαλλοντική κατάσταση (ES): Ο συνδυασμός των συνθηκών της θάλασσας, η ταχύτητα, η κατεύθυνση και η σταθερότητα του πλοίου αποτελούν τις επιδράσεις των περιβαλλοντικών καταστάσεων στην ανθρώπινη κόπωση.

- Ώρες ανάπαυσης (RH): Η Διεθνής Οργάνωση Εργασίας παρέχει τις μέγιστες ώρες εργασίας των ναυτικών και τις ελάχιστες ώρες ανάπαυσης των ναυτικών.(ILO, 2004)
- Σχεδιασμός και συνθήκες διαβίωσης (DH): Η περιβαλλοντική πτυχή του μοντέλου εργονομίας του αμερικανικού νηογνώμονα (ABS) αντιμετωπίζει τα χαρακτηριστικά της βιωσιμότητας και επαγγελματικής υγείας που σχετίζονται με δονήσεις, θόρυβο, κλίμα εσωτερικού χώρου και φωτισμό του ανθρώπου στο πλοίο. Οι κακές φυσικές συνθήκες εργασίας υπονομεύουν την αποτελεσματική εκτέλεση των καθηκόντων, προκαλώντας άγχος και κόπωση. Περιβαλλοντικές εκτιμήσεις περιλαμβάνουν επίσης τον κατάλληλο σχεδιασμό των χώρων που βοηθούν στην ανάκαμψη από κόπωση. (Ellis N ,2009)

Μη τεχνικές δεξιότητες (Non-technical skills (NTS))

Οι μη τεχνικές δεξιότητες είναι ένα επιπρόσθετο σύνολο ικανοτήτων που χρησιμοποιούνται συνδυαστικά με τις τεχνικές ικανότητες, όπως αυτές για τον ελιγμό του σκάφους, ή για τον καθορισμό της άγκυρας. Περιλαμβάνουν τόσο διαπροσωπικές όσο και γνωστικές δεξιότητες όπως η επίγνωση κατάστασης(Situation Awareness (SA), η λήψη αποφάσεων (Decision-Making (DM), η ομαδική εργασία(Teamwork(TW)) καθώς και οι δεξιότητες στην επικοινωνία και την γλώσσα (Communication and Language skills (CL) . (Hetherington C κ.α,2006).

Φυσική κατάσταση και αντοχή(Fitness and strength (FS))

Ο θεμελιώδης σκοπός της εκτίμησης της φυσικής κατάστασης και της αντοχής του ναυτικού είναι να διασφαλίσει ότι το άτομο είναι κατάλληλο για την εργασία για την οποία πρόκειται να απασχοληθεί, λαμβάνοντας υπόψη τον ιδιαίτερο κίνδυνο που συνδέεται με την εργασία στη θάλασσα. Το πιστοποιητικό ιατρικής ικανότητας είναι μια καλή ένδειξη της ικανότητας και της δύναμης ενός ναυτικού, αλλά πρέπει επίσης

να ληφθούν υπόψη οι επιδράσεις των εξωτερικών και περιβαλλοντικών συνθηκών. Ένας ναυτικός συχνά απαιτείται να εργάζεται σε καταστάσεις όπου οι συνθήκες αλλάζουν διαρκώς. Ως αποτέλεσμα, εκτός από την κατοχή έγκυρου ιατρικού πιστοποιητικού φυσικής κατάστασης, η ικανότητα και η αντοχή ενός ναυτικού σε συνεχώς μεταβαλλόμενες συνθήκες μπορεί να αξιολογηθεί από την υγεία, (health) , το άγχος stress, , τη διατροφή (nutrition) και την ηλικία (age) ενός ναυτικού σε σχέση με μια εργασία.

Κίνητρο (Motivation)

Ο (Mitroussi,2008) εξέτασε είκοσι παράγοντες παρακίνησης στο πλαίσιο της ναυτιλίας. Οι έξι πιο σημαντικοί παράγοντες από την άποψη των εργαζομένων είναι: ευκαιρία να μάθουν νέες δεξιότητες, υψηλότερες αμοιβές, φιλική ατμόσφαιρα εργασίας, μόνους μετρητών, προσωπική ανάπτυξη ή επαγγελματική (ευκαιρίες για προαγωγή). Οι αναφερθέντες παράγοντες παρακίνησης στο ναυτιλιακό πλαίσιο μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη βελτίωση της απόδοσης ενός ναυτικού.

4.2.2 Μοντέλο μέσω των Bayesian δικτύων.

Στην ενότητα 4.1 έγινε μια εκτενής αναφορά και ανάλυση στην θεωρία των δικτύων Bayesian. Στην παρούσα ενότητα θα αναλυθούν τα απαραίτητα στοιχεία για την κατανόηση του μοντέλου.

Ένα δίκτυο Bayesian αποτελείται από ένα σύνολο κόμβων και ένα σύνολο κατευθυνόμενων άκρων (βέλη). Κάθε κόμβος αντιπροσωπεύει μια κατανομή πιθανότητας, η οποία μπορεί να είναι «συνεχής» ή «διακριτή». Οι κόμβοι αντιπροσωπεύουν τυχαίες μεταβλητές και τα τόξα αντιπροσωπεύουν πιθανή συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών. Τα τόξα υποδεικνύουν μια εξάρτηση δεσμευμένης πιθανότητας ,έτσι ώστε η πιθανότητα μιας εξαρτημένης μεταβλητής να βρίσκεται σε μια συγκεκριμένη κατάσταση να δίνεται για κάθε συνδυασμό των καταστάσεων των προηγούμενων μεταβλητών. Η δομή εξάρτησης αντιπροσωπεύεται έτσι από ένα σύνολο κατανομών δεσμευμένης πιθανότητας. Μια μεταβλητή, η οποία εξαρτάται από άλλες μεταβλητές, αναφέρεται συχνά ως «παιδι-κόμβος». Ομοίως, οι

αμέσως προηγούμενες μεταβλητές ονομάζονται «γονείς». Οι κόμβοι, που δεν έχουν γονείς, ονομάζονται «ριζικοί κόμβοι» (root nodes) και οι κόμβοι χωρίς παιδιά ονομάζονται «κόμβοι φύλλων» (leaf nodes). Οι πληροφορίες των ποσοτικοποιημένων πιθανοτήτων καθορίζονται με τη μορφή πινάκων δεσμευμένων πιθανοτήτων (conditional probability tables (CPT)). Για κάθε κόμβο ο πίνακας αυτός καθορίζει την πιθανότητα κάθε πιθανής κατάστασης του κόμβου δεδομένου κάθε πιθανού συνδυασμού καταστάσεων των γονέων του. Ο πίνακας για έναν ριζικό κόμβο περιέχει μη δεσμευμένες πιθανότητες. Τέλος η δομή του δικτύου Bayesian περιορίζεται να είναι ακυκλική.

Από κοινού κατανομές πιθανότητας (Joint probability distributions) (JPD)

Εκτός από την ικανότητα να αντιπροσωπεύουν αιτιώδεις σχέσεις, τα δίκτυα Bayesian μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να αναπαραστήσουν με συμπαγή τρόπο της από κοινού κατανομές πιθανότητας (JPD). Αυτή η ικανότητα προέρχεται από τις τοπικές JPD που συνδέονται με κάθε μεταβλητή στο δίκτυο, των οποίων ο σκοπός είναι να ποσοτικοποιηθεί η ισχύς των αιτιωδών σχέσεων που απεικονίζονται στο Bayesian δίκτυο μέσω της δομής τους. Αυτές οι τοπικές JPD περιγράφουν μαθηματικά τη συμπεριφορά αυτής της μεταβλητής για κάθε πιθανή εκχώρηση τιμής από τους γονείς της. Οι JPD μπορούν να ληφθούν χρησιμοποιώντας έναν συνδυασμό ποιοτικών και ποσοτικών σχέσεων. Πιο συγκεκριμένα, δεδομένης της δομής και της από κοινού κατανομής πιθανότητας ενός Bayesian δικτύου, μπορεί να υπολογιστεί η από κοινού κατανομή πιθανότητας του πεδίου των m μεταβλητών από τον κανόνα της αλυσίδας :

$$P(U) = \prod P(X_i/Pa_i) \quad (1)$$

Όπου $U=\{X_1, \dots, X_m\}$ και Pa_i είναι το σύνολο των γονιών του X_i .

Ωστόσο στην πράξη δεν είναι εύκολο να αποκτηθεί η πιθανότητα $P(X_i/Pa_i)$ και η προσέγγιση μέσω του Bayesian δικτύου απαιτεί πολλές πληροφορίες, με τη μορφή προηγούμενης πιθανότητας. Αν και οι περισσότερες τιμές θα μπορούσαν να αποκτηθούν μέσω βάσεων δεδομένων αποτυχίας ή πειραμάτων, ωστόσο, τα πειράματα μπορεί να είναι δύσκολο να σχεδιαστούν και να διεξαχθούν σωστά και τα

ιστορικά δεδομένα δεν ικανοποιούν συχνά τις απαιτήσεις της Bayesian προσέγγισης. Επομένως , για πρακτικούς λόγους είναι συχνά απαραίτητο να βασιζόμαστε σε υποκειμενικές πιθανότητες οι οποίες παρέχονται από κρίσεις εμπειρογνομόνων ως μια ορθολογική έκφραση του βαθμού πίστης ενός ατόμου. Επιπλέον, έχει διαπιστωθεί ότι η έκφραση των πιθανοτήτων αβεβαιότητας μέσω γλωσσικών εκφράσεων είναι πιο σαφής σε σχέση με τις αριθμητικές τιμές κατά την εκτίμηση της πιθανότητας πολλαπλών χαρακτηριστικών μέσω πειραματικών μελετών. (Zimmer AC, 1986)

Κατά την κατασκευή ενός Bayesian δικτύου, είναι αρκετά δύσκολος ο προσδιορισμός των συνδέσεων μεταξύ των κόμβων. Για παράδειγμα ,έστω ότι τα X_1 και X_2 είναι τα δύο παιδιά που απαριθμούν όλα τα αποτελέσματα του γονεϊκού-κόμβου X_3 . Με βάση την εξίσωση (1), η κατανομή της από κοινού πιθανότητας για τις αποκλίνουσες συνδέσεις μπορεί να υπολογιστεί ως εξής:

$$P(X_1, X_2, X_3) = P(X_1 / X_3)P(X_2 / X_3)P(X_3)$$

Εναλλακτικά, υποθέτουμε ότι τα X_1 και X_2 είναι οι δύο γονικοί κόμβοι του τους παιδιού X_3 . Με βάση την εξίσωση (1), η κοινή κατανομή πιθανότητας για τις συγκλίνουσες συνδέσεις μπορεί να υπολογιστεί ως εξής:

$$P(X_1, X_2, X_3) = P(X_1)P(X_2)P(X_3 / X_1, X_2)$$

Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα, επειδή το $P(X_3 / X_1, X_2)$ δεν μπορεί να αποσυντεθεί περαιτέρω, ο προσδιορισμός του καθιστάτε αρκετά δύσκολος. Πολλοί πρωτοπόροι στον ερευνητικό τομέα που σχετίζονται με τα Bayesian δίκτυα έχουν δημιουργήσει μερικές καινοτόμες και αποτελεσματικές μεθόδους για την αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος τόσο από ποσοτική όσο και από ποιοτική άποψη, όπως οι προσεγγίσεις «Noisy-Or» και «Divorcing». (Pearl JF, 1986). Επιπρόσθετα, παρακάτω αναλύεται το συμμετρικό μοντέλο που θα χρησιμοποιηθεί.

Καθορισμός των δεσμευμένων πιθανοτήτων (συμμετρικό μοντέλο)

Κάνοντας χρήση της μεθόδου αναλυτική ιεραρχική διαδικασία (analytic hierarchy process (AHP)) μπορούμε για κάθε κόμβο-γονέα να αντιστοιχίσουμε ένα βάρος. (Saaty TL ,1990, Saaty TL ,2004). Συνεπώς , κρίνεται αναγκαία η δημιουργία ενός συμμετρικού μοντέλου έτσι ώστε να γίνει η σύνθεση μεταξύ της μεθόδου αναλυτικής ιεραρχικής διαδικασίας και της θεωρίας πιθανοτήτων. Στο συμμετρικό μοντέλο η

γνώμη των εμπειρογνομόνων κατανέμεται με σχετική σημαντικότητα σε κάθε κόμβο-γονέα για τον συσχετιζόμενο κόμβο-παιδί του. Το βάρος της άμεσης εξάρτησης κάθε κόμβου- παιδιού στους συνδεδεμένους γονείς του υποδεικνύεται από τα κανονικοποιημένα βάρη τους ($\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n$). Ο πυρήνας του συμμετρικού μοντέλου μπορεί να περιγραφεί ως εξής:

Στον κανονικοποιημένο χώρο, με βάση την επίδραση κάθε γονικού-κόμβου, η δεσμευμένη πιθανότητα ενός δυαδικού κόμβου-παιδιού Y , δεδομένου κάθε δυαδικού γονικού κόμβου, X_r , όπου $r = 1, 2, \dots, n$, μπορεί να εκτιμηθεί ως εξής:

$$P(Y = Present/X_1 = Present) = \omega_1$$

$$P(Y = Present/X_2 = Present) = \omega_2$$

⋮

$$P(Y = Present/X_n = Present) = \omega_n$$

$$\sum_{r=1}^n \omega_r = 1 \tag{2}$$

Με βάση την Εξίσωση (2) στην κατάσταση της συμμετρικής προσέγγισης (κανονικοποιημένος χώρος) η πιθανότητα ενός δυαδικού κόμβου Y να εξαρτάται από n δυαδικούς γονικούς κόμβους, X_r , όπου $r = 1, 2, \dots, n$, μπορεί να εκτιμηθεί ως εξής:

$$P(Y/X_1, X_2, \dots, X_n) = \sum_{r=1}^n \tilde{\omega}_r$$

$$\tilde{\omega}_r = \omega_r :$$

Αν η κατάσταση του "r-ωστού γονικού κόμβου" είναι ίδια με την κατάσταση του παιδιού του

$$\tilde{\omega}_r = 0 :$$

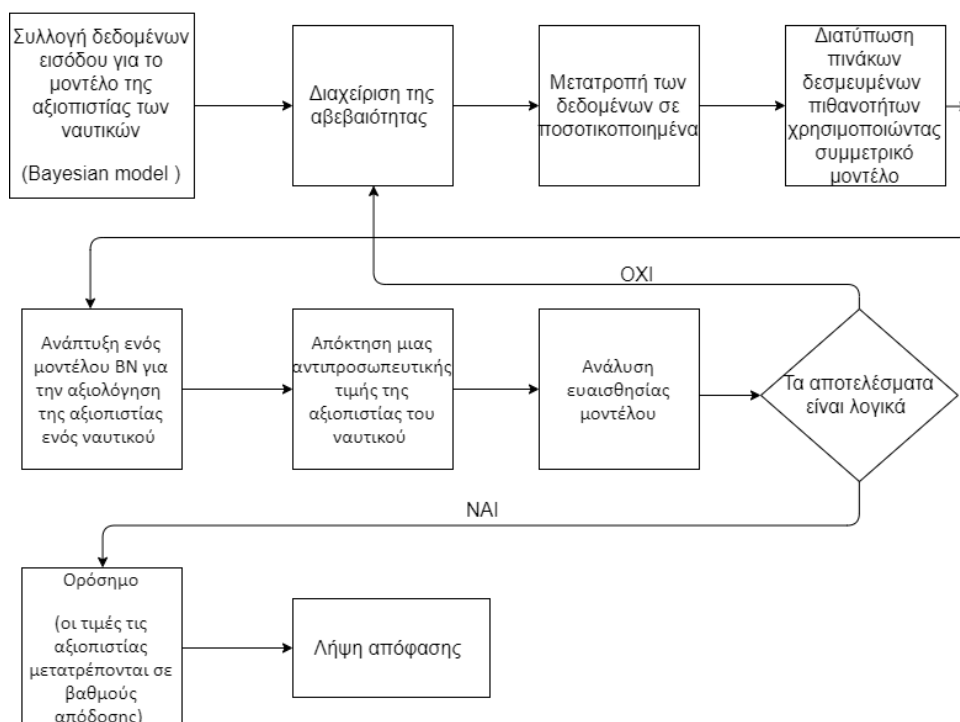
Αν η κατάσταση του "r-ωστού γονικού-κόμβου" είναι διαφορετική από την κατάσταση του παιδιού του.

$$(3)$$

Σε πολλές πραγματικές καταστάσεις, υπάρχουν πιθανές αιτίες παρουσίας ενός κόμβου-παιδιού, μερικές από τις οποίες ενδέχεται να μην εμπεριέχονται σε ένα μοντέλο. Έτσι, για να αποφευχθεί το προαναφερθέν πρόβλημα, είναι απαραίτητο να διερευνηθούν οι αιτίες για την παρουσία ενός κόμβου-παιδιού καθώς και η σχετική σημαντικότητα κάθε γονικού- κόμβου με τον συσχετιζόμενο κόμβο-παιδί του χρησιμοποιώντας μια μέθοδο αναλυτικής ιεραρχικής διαδικασίας (AHP) και μέσω κρίσεων από ειδικούς. Ως αποτέλεσμα, πρώτον, η σχετική σημαντικότητα του κάθε γονικού κόμβου με τον συσχετιζόμενο κόμβο-παιδί του αξιολογείται με μια μέθοδο AHP και δεύτερον, με τη χρήση του συμμετρικού μοντέλου και με βάση την Εξίσωση (3), ποσοτικοποιείται ένας πίνακας δεσμευμένων πιθανοτήτων (CPT) για κάθε κόμβο-παιδί.

Μεθοδολογία

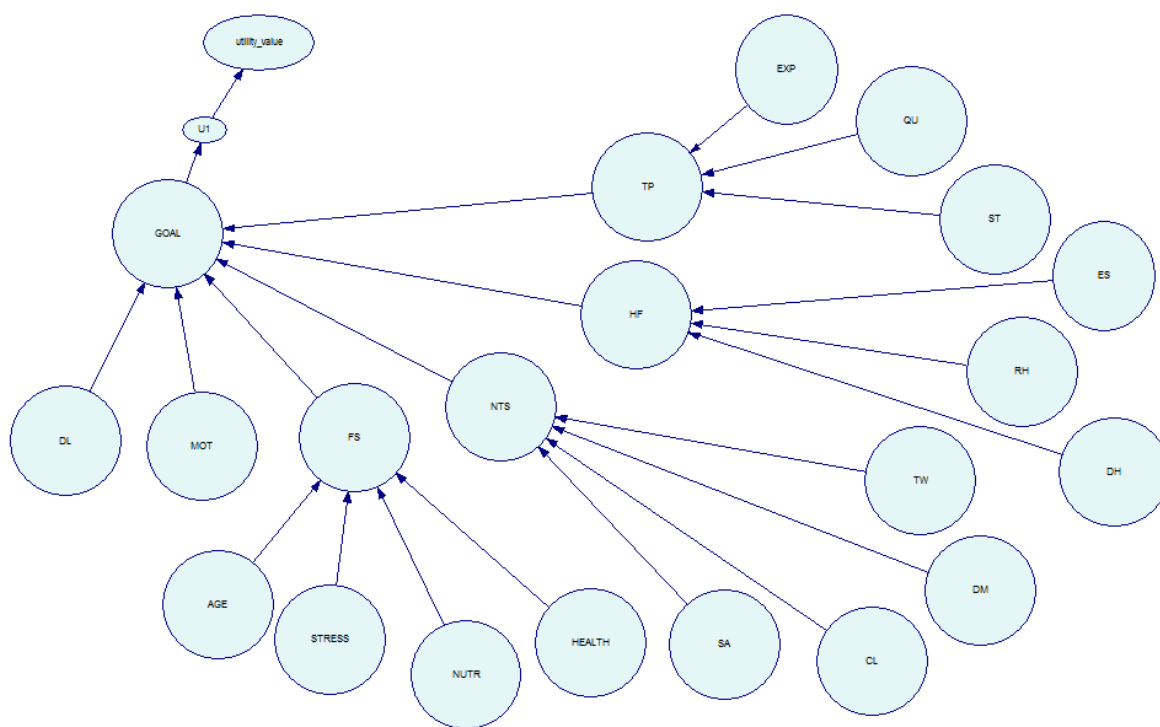
Η προτεινόμενη μεθοδολογία σε σταδιακή σειρά παρουσιάζεται στις ακόλουθες ενότητες και το διάγραμμα ροής για την αξιολόγηση της απόδοσης των ναυτικών φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



Εικόνα 23 Διάγραμμα ροής για την αξιολόγηση της απόδοσης ενός ναυτικού (R. Riahi, κ.α , 2014)

Ανάπτυξη ενός μοντέλου BN για την αξιολόγηση της αξιοπιστίας ενός ναυτικού (πρώτο βήμα)

Αρχικά, για την αξιολόγηση της τιμής της αξιοπιστίας ενός ναυτικού, εντοπίζονται όλες οι βασικές αιτίες που δεν επηρεάζονται άμεσα από άλλες μεταβλητές βάσει της βιβλιογραφικής επισκόπησης. Στη συνέχεια, όλες οι βασικές αιτίες εκχωρούνται ως ένας κόμβος (Εικ. 2). Δεύτερον, όλες οι μεταβλητές που επηρεάζονται άμεσα από τους ριζικούς κόμβους μπορούν να εντοπιστούν και οι κόμβοι που συσχετίζονται με αυτές μπορούν να οριστούν ως κόμβοι-παιδιά. Αυτή η ιεραρχική διαδικασία συνεχίζεται έως ότου όλες οι μεταβλητές τοποθετηθούν στο γράφημα και πραγματοποιηθούν όλες οι συνδέσεις μεταξύ των κόμβων (γονέα-παιδιού) (Εικ. 2).



Εικόνα 24 Μοντέλο BN για αξιοπιστία ενός ναυτικού

Τρίτον, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα, οι βαθμοί αξιολόγησης εκχωρούνται σε όλους τους κόμβους στο γράφημα.

Goal (Third Officer's reliability)	Nodes		Linguistic terms		
	High	Fairly high	Medium	Fairly low	Low
Goal (Third Officer's reliability)	High	Fairly high	Medium	Fairly low	Low
Technical Proficiency	Very good	Good	Average	Fairly low	Low
Human Fatigue	Very low	Low	Medium	High	Very high
Non-Technical Skills	Very good	Good	Average	Fairly low	Low
Fitness and Strength	Very high	High	Medium	Low	Very low
Qualification	Very good	Good	Average	Fairly low	Low
Experience	Very good	Good	Average	Low	Very low
Specific Training	Very good	Good	Average	Fairly low	Low
Rest Hours	Very good	Good	Average	Low	Very low
Environmental State	Very good	Good	Average	Bad	Very bad
Design and Habitability	Very good	Good	Average	Bad	Very bad
Situation Awareness	Very good	Good	Medium	Low	Very low
Communication and Language Skills	Very good	Good	Medium	Low	Very low
Teamwork	Very good	Good	Medium	Low	Very low
Decision-making	Very good	Good	Medium	Low	Very low
Age	Very young	Young	Average	Old	Very old
Health	Very Healthy	Healthy	More or less healthy	More or less unhealthy	Unhealthy
Stress	Very low	Low	Moderate	High	Very high
Nutrition	Very good	Good	Average	Bad	Very bad
Design and Layout	Very good	Good	Average	Bad	Very bad
Motivation	Very high	High	Medium	Low	Very low

Εικόνα 25 Γλωσσικοί όροι για τους κόμβους (R. Riahi, κ.α , 2014)

Ποσοτικός μετασχηματισμός δεδομένων (δεύτερο βήμα)

Οποιαδήποτε ποσοτικά δεδομένα μπορούν να μετατραπούν σε μια ποιοτική εκτίμηση ώστε να χρησιμοποιηθούν στο Bayesian δίκτυο χρησιμοποιώντας μια διαδικασία συλλογιστικής που βασίζεται σε κανόνες. Για παράδειγμα, με βάση την πολιτική πολλών ναυτιλιακών εταιρειών, ένας αξιωματικός καταστρώματος δικαιούται προαγωγή μετά την ολοκλήρωση των επόμενων μηνών θαλάσσιας υπηρεσίας:

- Ο Τρίτος αξιωματικός είναι επιλέξιμος για προαγωγή στη θέση του δευτέρου μετά την ολοκλήρωση 18-24 μηνών θαλάσσιας υπηρεσίας.
- Ο δεύτερος αξιωματικός είναι επιλέξιμος για προαγωγή στη θέση του Διευθυντή (Chief Officer) μετά την ολοκλήρωση 36-42 μηνών θαλάσσιας υπηρεσίας (δηλ. τουλάχιστον για 18 μήνες να ταξιδεύει ως δεύτερος αξιωματικός).
- Ο Διευθυντής (Chief Officer) είναι επιλέξιμος για προαγωγή στην τάξη του εκπαιδευτή αφού ολοκληρώσει 60-66 μήνες θαλάσσιας υπηρεσίας (δηλ. Τουλάχιστον για 24 μήνες να ταξιδεύει ως επικεφαλής (Chief Officer)).

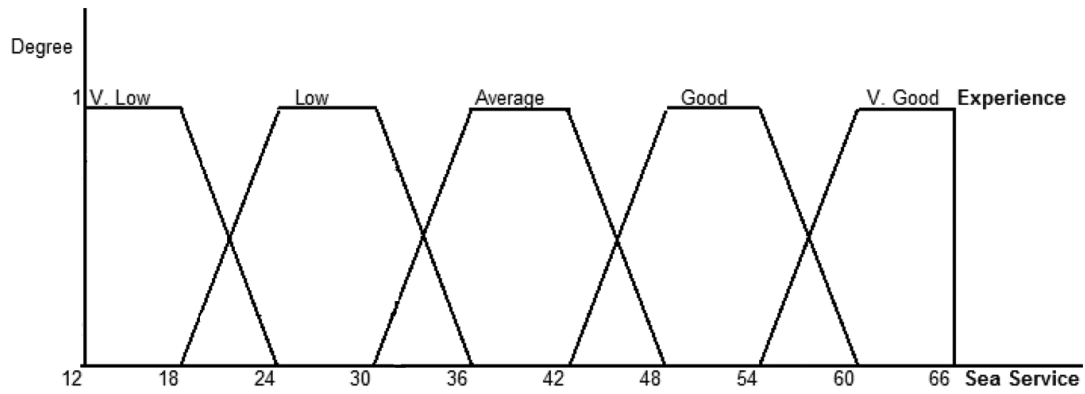
Έτσι, με βάση την παραπάνω πολιτική, χρησιμοποιούνται οι ακόλουθοι κανόνες για τη μετατροπή της θαλάσσιας υπηρεσίας (δηλαδή ποσοτική εκτίμηση) στην εμπειρία (δηλαδή ποιοτική εκτίμηση).

- Εάν ένας ναυτικός έχει ταξιδέψει για 60 μήνες ή περισσότερο, τότε ο βαθμός της εμπειρίας του είναι 100% πολύ καλός.
- Εάν ένας ναυτικός έχει ταξιδέψει για 48-54 μήνες, τότε ο βαθμός της εμπειρίας του είναι 100% καλός.
- Εάν ένας ναυτικός έχει ταξιδέψει για 36-42 μήνες, τότε ο βαθμός της εμπειρίας του είναι 100% μέσος όρος.
- Εάν ένας ναυτικός έχει ταξιδέψει για 24-30 μήνες, τότε ο βαθμός της εμπειρίας του είναι 100% χαμηλός.
- Εάν ένας ναυτικός έχει ταξιδέψει για 18 μήνες ή λιγότερο, τότε ο βαθμός της εμπειρίας του είναι 100% πολύ χαμηλός.

οποιοσδήποτε ποσοτικός αριθμός h_i που βρίσκεται στο εύρος των $h_{n+1,i}$ (με βαθμό H_{n+1}) και $h_{n,i}$ (με βαθμό H_n), τότε οι βαθμοί πεποίθησής του μπορούν να αξιολογηθούν ως εξής:

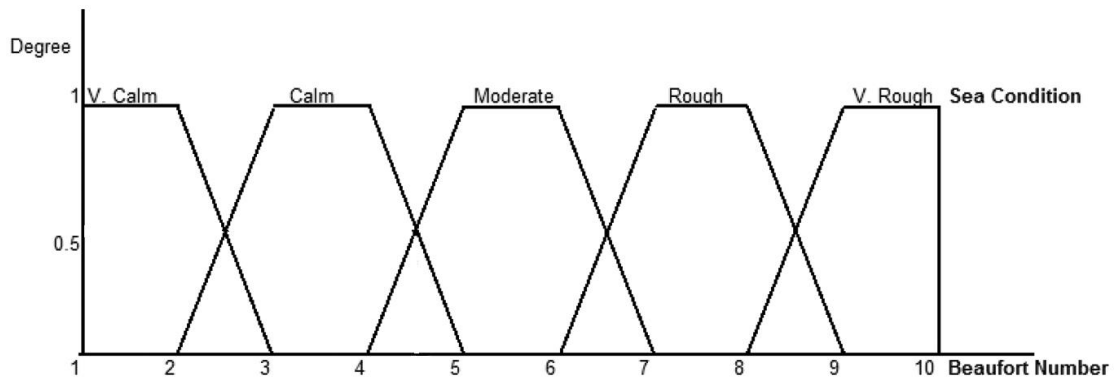
$$\text{αν } h_{n,i} < h_i < h_{n+1,i} \text{ τότε } \beta_{n,i} = \frac{h_{n+1,i} - h_i}{h_{n+1,i} - h_{n,i}}, \beta_{n+1,i} = 1 - \beta_{n,i} \quad (4)$$

όπου $\beta_{n,i}$ είναι ο βαθμός πίστης του σχετικού ποσοτικού αριθμού με τον βαθμό H_n και $\beta_{n+1,i}$ είναι ο βαθμός πίστης του σχετικού ποσοτικού αριθμού με τον βαθμό H_{n+1}

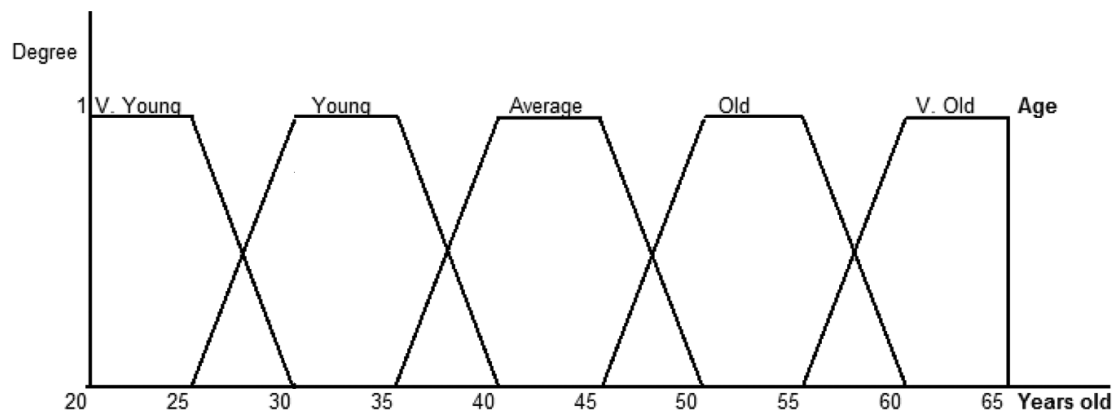


Εικόνα 26 ποσοτικοποίηση της εμπειρίας (Experience), Ramin Riahi κ.α, 2012

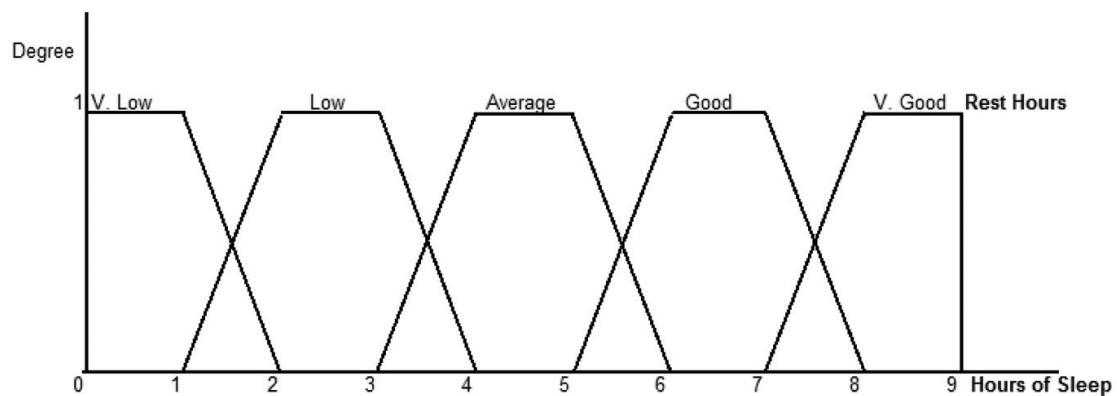
Με την ίδια τεχνική, κατασκευάζονται οι συναρτησιακές σχέσεις για την κατάσταση στη θάλασσα (Environmental state), την ηλικία (age) και των ωρών ξεκούρασης (rest hour), όπως φαίνεται στα παρακάτω σχήματα



Εικόνα 27 ποσοτικοποίηση της κατάστασης της θάλασσας (environmental state) (Ramin Riahi κ.α, 2012)



Εικόνα 28 ποσοτικοποίηση των χρόνων ηλικίας (Ramin Riahi κ.α, 2012)



Εικόνα 29 ποσοτικοποίηση των ωρών ξεκούρασης(Rest Hours) (Ramin Riahi κ.α, 2012)

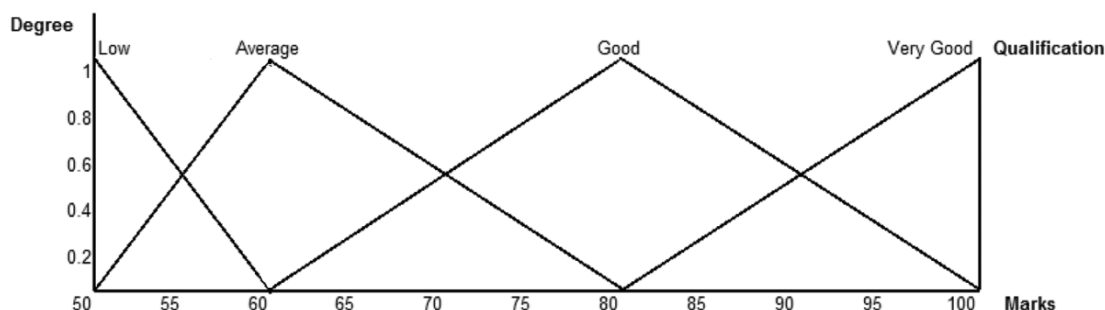
Τυπικά προσόντα (Qualification)

Σύμφωνα με γνώμη των εμπειρογνομόνων μπορούν να εκχωρηθούν οι ακόλουθοι κανόνες για την ποσοτικοποίηση των τυπικών προσόντων ενός αξιωματικού καταστρώματος (Ramin Riahi κ.α, 2012):

- Εάν ένα άτομο έχει πτυχίο BSc στη ναυτική επιστήμη με διάκριση, τότε δίνονται 20 βαθμοί.
- Εάν ένα άτομο έχει πτυχίο BSc στη ναυτική επιστήμη χωρίς διάκριση, τότε δίνονται 10 βαθμοί.

- Εάν ένα άτομο κατέχει εγκεκριμένο πιστοποιητικό επιπέδου A ή ισοδύναμο (μαθηματικά και φυσική) με βαθμούς A έως B, τότε δίνονται 30 βαθμοί.
- Εάν ένα άτομο διαθέτει εγκεκριμένο πιστοποιητικό επιπέδου A ή ισοδύναμο (μαθηματικά και φυσική) με βαθμό Γ, τότε δίνονται 20 βαθμοί.
- Εάν ένα άτομο διαθέτει εγκεκριμένο πιστοποιητικό, πιστοποίησης GCSE ή ισοδύναμο (μαθηματικά και φυσική) με βαθμό A έως Γ, τότε δίνονται 10 βαθμοί.
- Εάν ένα άτομο διαθέτει εγκεκριμένο πιστοποιητικό ικανότητας STCW 1995, τότε δίνονται 40 βαθμοί.
- Εάν ένα άτομο κατέχει εγκεκριμένο πιστοποιητικό ικανότητας πλοήγησης STCW 1995, τότε δίδονται 30 βαθμοί
- Εάν ένα άτομο δεν διαθέτει εγκεκριμένο πιστοποιητικό ικανότητας πλοήγησης STCW 1995, τότε δεν είναι σε θέση να ταξιδέψει υπό την ιδιότητα του υπευθύνου για αυτήν την θέση στο πλοίο

Με βάση τους παραπάνω κανόνες μπορεί να κατασκευαστεί η συνάρτηση των τυπικών προσόντων, όπως φαίνεται παρακάτω.



Εικόνα 30 ποσοτικοποίηση των τυπικών προσόντων (Qualification) (Ramin Riahi κ.α, 2012)

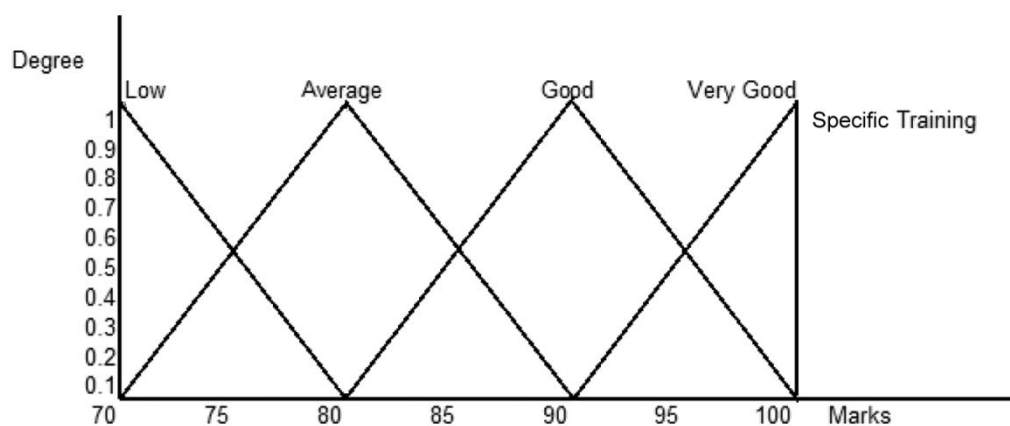
Ειδική εκπαίδευση

Σύμφωνα με γνώμη των εμπειρογνομόνων μπορούν να εκχωρηθούν οι ακόλουθοι κανόνες για την ειδική εκπαίδευση ενός αξιωματικού καταστρώματος. Αξίζει να σημειωθεί ότι, για ειδικούς τύπους πλοίων (LNG, Bulk, roll-on-roll-off πλοία, επιβατηγά κ.λπ.), πρέπει να ληφθούν υπόψη πρόσθετες απαιτήσεις (Ramin Riahi κ.α, 2012):

Εάν ένα άτομο διαθέτει κάποιο από τα ακόλουθα πιστοποιητικά, τότε δίνονται 10 βαθμοί για κάθε πιστοποιητικό:

- πιστοποιητικό δεοντολογίας και ηγεσίας ·
- πιστοποιητικό BST ·
- πιστοποιητικό πρόληψης και πυρόσβεσης ·
- πιστοποιητικό εκπαίδευσης προσομοίωσης ραντάρ ·
- πιστοποιητικό GMDSS ·
- πιστοποιητικό εκπαίδευσης πρώτων βοηθειών ·
- πιστοποιητικό εκπαίδευσης σκαφών επιβίωσης και σωστικών σκαφών ·
- πιστοποιητικό εκπαίδευσης ARPA ·
- πιστοποιητικό παρακολούθησης μαθημάτων ISM ·
- πιστοποιητικά μαθημάτων παρακολούθησης διαχείρισης πόρων γέφυρας.

Με βάση τους παραπάνω κανόνες μπορεί να κατασκευαστεί η ποσοτικοποίηση της ειδικής εκπαίδευσης, όπως φαίνεται παρακάτω:



Εικόνα 31 ποσοτικοποίηση της ειδικής εκπαίδευσης (Specific Training) (Ramin Riahi κ.α, 2012)

Οι υπόλοιποι 10 ποιοτικοί παράγοντες (stress, Design & Habitability, Nutrition, Health, Communication and Language skills (CL), Decision-Making (DM), Teamwork (TW), Situation Awareness (SA), Motivation, Design and Layout (DL)) μπορούν να ποσοτικοποιηθούν για κάθε ναυτικό μέσω προσωπικών συνεντεύξεων, ερωτηματολογίων, καθώς και αξιολογήσεων από τους ανωτέρους τους. Πιο

συγκεκριμένα όλα τα ποιοτικά δεδομένα παρουσιάζονται με πέντε γλωσσικούς όρους. Για παράδειγμα, η ποιότητα του φαγητού (Nutrition) μπορεί να παρουσιαστεί ως εξής:

$$N = \{ (\text{Very high}, \beta_1), (\text{High}, \beta_2), (\text{Moderate}, \beta_3), (\text{Low}, \beta_4), (\text{Very low}, \beta_5) \}$$

Για τους υπεύθυνους λήψης αποφάσεων, η αξιοποίηση μιας τεχνικής για τον καθορισμό των βαθμών πεποίθησης (δηλ. $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$ και β_5) είναι δύσκολη. Για παράδειγμα, εάν η ποιότητα των τροφίμων που σερβίρονται επί του πλοίου περιγράφεται ως «όχι κακό» από έναν ναυτικό, οι υπεύθυνοι λήψης αποφάσεων πρέπει να εκχωρήσουν τους βαθμούς πεποιθήσεων με βάση την κατανόηση ενός γλωσσικού όρου όπως «όχι κακός». Σε αυτήν την περίπτωση, οι βαθμοί πίστης δεν μπορούν να εκχωρηθούν με βεβαιότητα. Για παράδειγμα, μπορούν να ερμηνεύσουν το «όχι κακό» ως συνδυασμό του «Καλό», του «Μέτριο» και του «Κακό» με μια τάση προς το «Μέτριο» (δηλ. Περίπου Μέσος όρος με παραλλαγές). Για την αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος μπορεί να εκχωρηθεί μια σειρά βαθμών πεποίθησης για τα β_2, β_3 και β_4 . Για παράδειγμα, η έκφραση "όχι κακό" μπορεί να είναι "49% καλό, 51% μέτριο και 0% κακό", ή "48% καλό, 52% μέτριο και 0% κακό", ή "0%καλό, 100% μέτριο και 0% κακό» και ούτω καθεξής. Σε αυτήν την μελέτη περίπτωσης τα όρια θέτονται ως εξής σύμφωνα με τους (Riahi R, κ.α., 2012):

το λιγότερο προτιμώμενο σετ που καλείται το σετ κατώτατων ορίων:

$$N_L = \{ (\text{Πολύ υψηλό}, 0), (\text{Υψηλό}, 0,49), (\text{Μέτριο}, 0,51), (\text{Χαμηλό}, 0), (\text{Πολύ χαμηλό}, 0) \},$$

Το περισσότερο ή λιγότερο προτιμώμενο σετ που καλείται το ενδιάμεσο σετ :

$$N_M = \{ (\text{Πολύ υψηλό}, 0), (\text{Υψηλό}, 0), (\text{Μέτριο}, 1), (\text{Χαμηλό}, 0), (\text{Πολύ χαμηλό}, 0) \},.$$

Το προτιμώμενο σετ που καλείται ανώτερο όριο σετ :

$$N_U = \{ (\text{Πολύ υψηλό}, 0), (\text{Υψηλό}, 0), (\text{Μέτριο}, 0,51), (\text{Χαμηλό}, 0,49), (\text{Πολύ χαμηλή}, 0) \},$$

Αντίστοιχα τα όρια των βαθμών πεποίθησης των υπολοίπων ποιοτικών μεταβλητών υπολογίζονται ως εξής:

Design and habitability (upper)	{{(Very good, 0.49), (Good, 0.51), (Average, 0), (Bad, 0), (Very bad, 0)}}
Design and habitability (median)	{{(Very good, 0), (Good, 1), (Average, 0), (Bad, 0), (Very bad, 0)}}
Design and habitability (lower)	{{(Very good, 0), (Good, 0.51), (Average, 0.49), (Bad, 0), (Very bad, 0)}}
Nutrition (upper)	{{(Very good, 0), (Good, 0.49), (Average, 0.51), (Bad, 0), (Very bad, 0)}}
Nutrition (median)	{{(Very good, 0), (Good, 0), (Average, 1), (Bad, 0), (Very bad, 0)}}
Nutrition (lower)	{{(Very good, 0), (Good, 0), (Average, 0.51), (Bad, 0.49), (Very bad, 0)}}
Stress (upper)	{{(Low, 0.49), (Moderate, 0.51), (High, 0), (Very high, 0)}}
Stress (median)	{{(Low, 0), (Moderate, 1), (High, 0), (Very high, 0)}}
Stress (lower)	{{(Low, 0), (Moderate, 0.51), (High, 0.49), (Very high, 0)}}
Health (upper)	{{(Very healthy, 0.49), (Healthy, 0.51), (More or less healthy, 0), (Unhealthy, 0)}}
Health (median)	{{(Very healthy, 0), (Healthy, 1), (More or less healthy, 0), (Unhealthy, 0)}}
Health (lower)	{{(Very healthy, 0), (Healthy, 0.51), (More or less healthy, 0.49), (Unhealthy, 0)}}
Communication and language skills (upper)	{{(Very good, 0), (Good, 0.49), (Medium, 0.51), (Low, 0), (Very low, 0)}}
Communication and language skills (median)	{{(Very good, 0), (Good, 0), (Medium, 1.0), (Low, 0), (Very low, 0)}}
Communication and language skills (lower)	{{(Very good, 0), (Good, 0), (Medium, 0.51), (Low, 0.49), (Very low, 0)}}
Decision making (upper)	{{(Very good, 0), (Good, 0.49), (Medium, 0.51), (Low, 0), (Very low, 0)}}
Decision making (median)	{{(Very good, 0), (Good, 0), (Medium, 1.0), (Low, 0), (Very low, 0)}}
Decision making (lower)	{{(Very good, 0), (Good, 0), (Medium, 0.51), (Low, 0.49), (Very low, 0)}}
Teamwork (upper)	{{(Very good, 0.49), (Good, 0.51), (Medium, 0), (Low, 0), (Very low, 0)}}
Teamwork (median)	{{(Very good, 0), (Good, 1.0), (Medium, 0), (Low, 0), (Very low, 0)}}
Teamwork (lower)	{{(Very good, 0), (Good, 0.51), (Medium, 0.49), (Low, 0), (Very low, 0)}}
Situation awareness (upper)	{{(Very good, 0.49), (Good, 0.51), (Medium, 0), (Low, 0), (Very low, 0)}}
Situation awareness (median)	{{(Very good, 0), (Good, 1.0), (Medium, 0), (Low, 0), (Very low, 0)}}
Situation awareness (lower)	{{(Very good, 0), (Good, 0.51), (Medium, 0.49), (Low, 0), (Very low, 0)}}
Design and layout (upper)	{{(Very good, 1), (Good, 0), (Average, 0), (Bad, 0), (Very bad, 0)}}
Design and layout (median)	{{(Very good, 1), (Good, 0), (Average, 0), (Bad, 0), (Very bad, 0)}}
Design and layout (lower)	{{(Very good, 0.51), (Good, 0.49), (Average, 0), (Bad, 0), (Very bad, 0)}}
Motivation (upper)	{{(Very good, 0), (Good, 0.49), (Medium, 0.51), (Low, 0), (Very low, 0)}}
Motivation (median)	{{(Very good, 0), (Good, 0), (Medium, 1), (Low, 0), (Very low, 0)}}
Motivation (lower)	{{(Very good, 0), (Good, 0), (Medium, 0.51), (Low, 0.49), (Very low, 0)}}

Εικόνα 32 Ανώτερο όριο, ενδιάμεσο και κατώτερο όριο των παραγόντων (Riahi R, κ.α., 2012)

Διατύπωση πινάκων δεσμευμένων πιθανοτήτων (τρίτο βήμα)

Η κατανόηση της παρουσίας ενός κόμβου-παιδιού καθώς και η σχετική σημασία κάθε κόμβου-γονέα με τον συσχετιζόμενο κόμβο-παιδί του, μπορεί να γίνει μέσω της μεθόδου αναλυτικής ιεραρχικής διαδικασίας (AHP) όπως εξηγείται και παραπάνω. Ως αποτέλεσμα, πρώτον, η σχετική σημασία κάθε γονέα με τον συσχετιζόμενο κόμβο-παιδί του αξιολογείται με μια μέθοδο AHP και σε συνδυασμό με τη χρήση του συμμετρικού μοντέλου και σύμφωνα με την Εξίσωση 3, γίνεται ποσοτικοποίηση σε πινάκων δεσμευμένων πιθανοτήτων (CPT) για κάθε κόμβο-παιδί. Η βαρύτητα της άμεσης εξάρτησης κάθε κόμβου-παιδιού με τους συσχετιζόμενους κόμβους-γονείς του ποσοτικοποιείται με την εκχώρηση σε κάθε κόμβο-παιδί ενός πίνακα πιθανότητας δεσμευμένων πιθανοτήτων (CPT). Ο αριθμός των δεδομένων που πρέπει να εισαχθούν στο CPT υπολογίζεται ως εξής:

$$\text{Αριθμός γλωσσικών όρων} \quad (\text{αριθμός γονέων} + 1) \quad (5)$$

Αξίζει να σημειωθεί ότι οι CPT είναι πανομοιότυποι για όλους τους ναυτικούς.

Αξιολόγηση της αξιοπιστίας ενός ναυτικού μέσω Bayesian δικτύου (τέταρτο βήμα)

Τροφοδοτώντας τα δεδομένα εισαγωγής (π.χ. ηλικία, προσόντα, εμπειρία κ.λπ.) στο μοντέλο BN, ο συνολικός στόχος εκτιμάται ως εξής:

GOAL = {(Χαμηλό, β_1), (Αρκετά χαμηλό, β_2), (Μεσαίο, β_3), (Αρκετά υψηλό, β_4), (Υψηλό, β_5)}

όπου, β_1 , β_2 , β_3 , β_4 και β_5 αντιπροσωπεύουν τους βαθμούς πίστης που σχετίζονται με τους πέντε γλωσσικούς όρους παραπάνω.

Αξιολόγηση της τιμής της χρησιμότητας (πέμπτο βήμα)

Μια προσέγγιση της χρησιμότητας (utility) αναπτύχθηκε από τον (Yang,2001)Ο κύριος στόχος που χρησιμοποιείται η συνάρτηση της χρησιμότητας είναι η απόκτηση ενός ενιαίου αριθμού ευκρίνειας που παρουσιάζει την αξία της χρησιμότητας του στόχου (Goal).

Έστω ότι η χρησιμότητα ενός βαθμού αξιολόγησης H_n συμβολίζεται με $u(H_n)$ και $u(H_n + 1) > u(H_n)$ εάν το H_{n+1} προτιμάται από το H_n . Η $u(H_n)$ μπορεί να εκτιμηθεί χρησιμοποιώντας τις προτιμήσεις του υπεύθυνου λήψης αποφάσεων. Εάν δεν υπάρχουν διαθέσιμες πληροφορίες προτίμησης, θα μπορούσε να υποθεθεί ότι οι χρησιμότητες των βαθμών αξιολόγησης κατανέμονται ισότιμα σε έναν κανονικοποιημένο χώρο χρησιμότητας. Οι χρησιμότητες των βαθμών αξιολόγησης που κατανέμονται εξίσου σε έναν κανονικοποιημένο βοηθητικό χώρο υπολογίζονται ως εξής:

$$u(H_n) = \frac{V_n - V_{min}}{V_{max} - V_{min}}$$

όπου V_n είναι η τιμή κατάταξης του γλωσσικού όρου που έχει ληφθεί υπόψη (H_n), το V_{max} είναι η τιμή κατάταξης του προτιμώμενου γλωσσικού όρου (H_N) και το V_{min} είναι η τιμή κατάταξης του λιγότερο προτιμώμενου γλωσσικού όρου (H_1).

Η τιμή της χρησιμότητας του στόχου(goal) ή του γενικού κριτηρίου $S(E)$ δηλώνεται με το $u(S(E))$ και μπορεί να υπολογιστεί ως εξής (Yang,2001):

$$u(S(E)) = \sum_{n=1}^N \beta_n u(H_n)$$

όπου β_n είναι ο βαθμός πίστης ενός βαθμού αξιολόγησης του H_n .

Εγκυρότητα του μοντέλου (τελικό βήμα)

Συχνά είναι δύσκολο να συλλεχθούν τα ποσοστά ανθρωπίνου σφάλματος από τα προγραμμάτων συλλογής δεδομένων. Οι δυσκολίες προέρχονται από τις ακόλουθες αιτίες (Smith DJ, 1992) :

- Τα περισσότερα προγράμματα συλλογής δεδομένων επικεντρώνονται στην καταγραφή των γεγονότων και όχι στην ανάλυση των αιτιών.
- Πολλοί μεγάλοι οργανισμοί δεν είναι διατεθειμένοι να δεσμεύσουν τους απαραίτητους πόρους για τη συλλογή δεδομένων ανθρώπινων σφαλμάτων.

Επιπλέον, είναι αναχρονιστικό τον 21ο αιώνα το γεγονός ότι οι ναυτικοί παραποιούν τα χρονοδιαγράμματα τους για να αποδείξουν ότι οι μέγιστες ώρες εργασίας τους δεν υπερβαίνουν τις 14 ώρες σε οποιαδήποτε περίοδο 24 ωρών και 72 ώρες σε οποιαδήποτε περίοδο επτά ημερών . Από σχετικές έρευνες, πολλοί ναυτικοί εργάζονται κάθε εβδομάδα, χωρίς διάλειμμα, για μια περίοδο μεταξύ τεσσάρων και εννέα μηνών πριν από την άδεια τους. (Marine Accident Investigation Branch , 2004 (MAIB)). Ως αποτέλεσμα, λόγω της έλλειψης ακριβών δεδομένων, δεν ήταν δυνατό να βρεθούν αποδεδειγμένα αποτελέσματα αναφοράς για την πλήρη επικύρωσή του μοντέλου. Λαμβάνοντας υπόψη αυτές τις δυσκολίες, μια πιθανή μέθοδος πλήρους επικύρωσης του μοντέλου μπορεί να επιτευχθεί μόνο με μια σταδιακή διαδικασία, μέσω της διεξαγωγής μελετών σε περισσότερες βιομηχανικές περιπτώσεις. Το αναπτυγμένο μοντέλο μπορεί στη συνέχεια να τελειοποιηθεί και να εφαρμοστεί σε πραγματικές συνθήκες.

Με βάση τα παραπάνω, το μοντέλο επικυρώθηκε μερικώς χρησιμοποιώντας ανάλυση ευαισθησίας. Ο στόχος της ανάλυσης ευαισθησίας είναι να δοκιμαστεί η ευαισθησία του προτεινόμενου μοντέλου. Η ανάλυση ευαισθησίας αναφέρεται στην ανάλυση του πόσο ευαίσθητο είναι το συμπέρασμα (δηλ. Έξοδος μοντέλου) σε μικρές αλλαγές

στην είσοδο. Η αλλαγή μπορεί να είναι παραλλαγή των παραμέτρων του μοντέλου ή μπορεί να είναι αλλαγές των βαθμών πεποίθησης που εκχωρούνται στις γλωσσικές μεταβλητές που χρησιμοποιούνται για την περιγραφή των παραμέτρων. Εάν η μεθοδολογία είναι ορθή και η συλλογιστική της είναι λογική, τότε η ανάλυση ευαισθησίας πρέπει τουλάχιστον να ακολουθήσει τα ακόλουθα τρία αξιώματα:

- Αξίωμα 1: Μια ελαφρά αύξηση ή μείωση του βαθμού πεποίθησης που σχετίζεται με οποιοσδήποτε γλωσσική μεταβλητή μιας μεταβλητής εισόδου θα πρέπει σίγουρα να οδηγήσει σε σχετική αύξηση ή μείωση της χρησιμότητας του μοντέλου εξόδου.
- Αξίωμα 2: Εάν ο βαθμός πεποίθησης που σχετίζεται με τον υψηλότερο προτιμητέο γλωσσικό όρο μιας μεταβλητής εισόδου μειώνεται κατά m και n (ταυτόχρονα ο βαθμός πεποίθησης που σχετίζεται με τη χαμηλότερο προτιμητέο γλωσσικό όρο αυξάνεται κατά m και n ($1 > n > m$)) και η τιμή χρησιμότητας του μοντέλου εξόδου αξιολογείται ως U_m και U_n αντίστοιχα, τότε το U_m θα πρέπει να είναι μεγαλύτερο από το U_n .
- Αξίωμα 3: Εάν επιλεγούν K μεταβλητές εισόδου από τις N μεταβλητές εισόδου ($K < N$) και ο βαθμός πίστης που σχετίζεται με τους υψηλότερους προτιμητέους γλωσσικούς όρους κάθε μιας από αυτές τις μεταβλητές εισόδου N και K μειώνεται κατά την ίδια ποσότητα (ταυτόχρονα ο βαθμός της πεποίθησης που σχετίζεται με το χαμηλότερο προτιμητέο γλωσσικό όρο καθενός από αυτά τα κριτήρια N και K αυξάνεται κατά το ίδιο ποσό) και η αξία χρησιμότητας του μοντέλου εξόδου αξιολογείται ως U_K και U_N αντίστοιχα, τότε το U_K θα πρέπει να είναι μεγαλύτερο από τον U_N .

4.2.3 Μελέτη περίπτωσης

Προκειμένου να διερευνηθεί η πιθανότητα σφάλματος ή σφαλμάτων καθ' όλη τη διάρκεια της υπηρεσίας του Τρίτου αξιωματικού καταστρώματος (από 8.00-12.00 και 20.00-24.00 ώρες), είναι απαραίτητο να εκτιμηθεί η αξία της απόδοσής του. Επομένως, με τη βοήθεια της προτεινόμενης μεθοδολογίας, πρέπει να αξιολογηθεί η απόδοση ενός άνδρα, τρίτου αξιωματικού 27 ετών με 21 μήνες θαλάσσια

προϋπηρεσία. Τα χαρακτηριστικά του τρίτου αξιωματικού, του πλοίου που βρίσκεται καθώς και οι περιβαλλοντικές συνθήκες παρατίθενται ως εξής (Riahi R, κ.α, 2012):

1. Είναι κάτοχος εγκεκριμένου πιστοποιητικού ικανότητας πλοήγησης STCW 1995, πιστοποιητικό προσόντος A-level (μαθηματικά και φυσική) με βαθμό C και πιστοποιητικό γενικής πιστοποίησης δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (μαθηματικά και επιστήμη) με βαθμό C .

2. Έχει έγκυρο ιατρικό πιστοποιητικό φυσικής κατάστασης.

3. Διατηρεί τα ακόλουθα εγκεκριμένα πιστοποιητικά:

(α) πιστοποιητικό βασικής εκπαίδευσης ασφάλειας (BST) .

(β) πιστοποιητικό πρόληψης και καταπολέμησης της πυρκαγιάς

γ) πιστοποιητικό εκπαίδευσης προσομοίωσης ραντάρ .

(δ) Πιστοποιητικό Global Maritime Distress and Safety System (GMDSS) ··

ε) πιστοποιητικό εκπαίδευσης πρώτων βοηθειών ·

(στ) πιστοποιητικό εκπαίδευσης σκαφών επιβίωσης και διάσωσης

(ζ) πιστοποιητικό εκπαίδευσης αυτοματοποιημένων ραντάρ Plotting Aids (ARPA)

(η) πιστοποιητικό παρακολούθησης της Διεθνούς Διαχείρισης Ασφάλειας (ISM).

4. Έχει δηλώσει ότι η ποιότητα των τροφίμων δεν είναι κακή.

5. Είχε ξεκούραση 8 ωρών την προηγούμενη νύχτα.

6. Με βάση τις δηλώσεις του, το επίπεδο του άγχους του είναι μέτριο και είναι υγιές.

7. Οι τιμές του αριθμού Beaufort για τις τελευταίες 2 ημέρες αναφέρονται ως 3 και 4 αντίστοιχα.

9. Με βάση τα διαθέσιμα δεδομένα (κατά το σχεδιασμό και την κατασκευή) και σύμφωνα με τις οδηγίες καθοδήγησης ABS για την εφαρμογή της εργονομίας στα

θαλάσσια συστήματα, ο βαθμός σχεδιασμού και διάταξης του πλοίου είναι πολύ καλός.

10. Ο βαθμός σχεδιασμού και των χώρων κατοικίας του πλοίου για τις τελευταίες 2 ημέρες είναι καλός.

11. Με βάση τις παρατηρήσεις του καπετάνιου, ο τρίτος αξιωματικός είναι ακριβής, χρειάζεται περιστασιακή επίβλεψη και είναι ενθουσιώδης.

12. Με βάση τις παρατηρήσεις του καπετάνιου, ο βαθμός επικοινωνίας και γλωσσικών δεξιοτήτων του τρίτου αξιωματικού είναι μέτριος, η ομαδική εργασία του είναι καλή και ο βαθμός λήψης αποφάσεών του είναι μέτριος.

13. Για να εκτιμηθεί η ικανότητα της επίγνωσης της κατάστασης (situation awareness), ο καπετάνιος πραγματοποίησε ένα σενάριο. Κατά συνέπεια, ο βαθμός επίγνωσης της κατάστασης του τρίτου αξιωματικού αξιολογείται ως καλός.

Μοντελοποίηση αξιοπιστίας τρίτου αξιωματικού. (πρώτο βήμα)

Το μοντέλο BN για την αξιοπιστία ενός ναυτικού (Εικ. 5) μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αξιολόγηση της αξίας αξιοπιστίας του Τρίτου αξιωματικού. Με βάση τις δεδομένες πληροφορίες, υπάρχουν 16 δεδομένα εισόδου, εκ των οποίων τα 6 είναι ποσοτικά δεδομένα και 10 από αυτά είναι ποιοτικά δεδομένα. Παρακάτω φαίνεται ο υπολογισμός των ποιοτικών δεδομένων

Ποσοτικός μετασχηματισμός δεδομένων. (δεύτερο βήμα)

Με βάση τις δεδομένες πληροφορίες κάθε ποσοτική εκτίμηση μετατρέπεται σε ποιοτική εκτίμηση ως εξής:

Εμπειρία: ο Τρίτος Λειτουργός έχει 21 μήνες θαλάσσιας υπηρεσίας. Όπως συζητήθηκε και παραπάνω και σύμφωνα με την Εξίσωση 4, ($18 < 21 < 24$), επομένως οι βαθμοί πεποίθησης υπολογίζονται ως εξής:

- H_{n+1} συμβολίζεται για τον «χαμηλό βαθμό»
- H_n συμβολίζεται για τον «πολύ χαμηλό βαθμό»
- $h_i = 18$, $h_{n,i} = 21$, και $h_{n+1,i} = 24$.
- $\beta_{n,i} = (24 - 21) / (24 - 18) = 0.5$ στο «πολύ χαμηλό» βαθμό
- $\beta_{n+1,i} = 1 - 0.5 = 0.5$, στο «χαμηλό» βαθμό

Επομένως αξιολογείται το σύνολο της εμπειρίας του τρίτου αξιωματικού ως εξής :

EXP

= $\{(Πολύ χαμηλό, 0,5), (Χαμηλό, 0,5), (Μέσος όρος, 0), (Καλό, 0), (Πολύ καλό, 0)\}$

Ηλικία: Η δύναμη ενός μυός εξαρτάται σημαντικά με την περιοχή διατομής του τόσο σε άνδρες όσο και σε γυναίκες. Οι άνδρες και οι γυναίκες φτάνουν σε μέγιστη μυϊκή δύναμη περίπου στην ηλικία των 20-25 ετών. Μετά την ηλικία των 25 ετών, η μυϊκή ισχύς γενικά μειώνεται με ποσοστό περίπου 1% ετησίως (Welle S, 1998). Άτομα που είναι πιο δραστήρια ή εκείνα που συνεχίζουν να εξασκούν την ενδυνάμωση των μυών, μπορούν να μειώσουν σημαντικά αυτήν την τάση μείωσης της μυϊκής δύναμης (Welle S, 1998). Έτσι, εάν ένα πλοίο είναι εξοπλισμένο με γυμναστήριο και εγκαταστάσεις γυμναστικής, ο ναυτικός είναι σε θέση να διατηρήσει τη φυσική του κατάσταση και τη δύναμή του. Η διαδικασία γήρανσης χαρακτηρίζεται από μείωση των φυσικών ικανοτήτων και του συντονισμού, της ευελιξίας, και της αντοχής. Η αντοχή παραμένει γενικά σχετικά υψηλή έως την ηλικία των 50 ετών όταν από εκεί και έπειτα μειώσεις που αγγίζουν περίπου 10% ετησίως αρχίζουν να οδηγούν σε απώλεια λειτουργίας και ανεξαρτησίας. Ωστόσο, λίγα είναι γνωστά για το εάν η νευρομυϊκή ισχύς μειώνεται με παρόμοιο τρόπο ή με τον ίδιο ρυθμό με την δύναμη των μυών (Bemben GM και Gregory AM, 1999). Με βάση τα παραπάνω, χρησιμοποιούνται οι ακόλουθοι κανόνες για τη μετατροπή των ετών (δηλαδή ποσοτική εκτίμηση) σε ηλικία (age) (δηλαδή ποιοτική εκτίμηση).

- Εάν ένας ναυτικός είναι 20-25 ετών, τότε ο βαθμός της ηλικίας του είναι 100% «πολύ νέος».
- Εάν ένας ναυτικός είναι 30-35 ετών, τότε ο βαθμός της ηλικίας του είναι 100% « νέος».
- Εάν ένας ναυτικός είναι 40-45 ετών, τότε ο βαθμός της ηλικίας του είναι 100% «μεσαία».
- Εάν ο ναυτικός είναι 50-55 ετών, τότε ο βαθμός της ηλικίας του είναι 100% «ηλικιωμένος»
- Εάν ένας ναυτικός είναι 60 ετών και άνω, τότε ο βαθμός της ηλικίας του είναι 100% «πολύ ηλικιωμένος».

Με βάση τις πληροφορίες που δόθηκαν, ο Τρίτος αξιωματικός είναι 27 ετών. Με βάση την εξίσωση 4, ($25 < 27 < 30$) συνεπώς οι βαθμοί πεποίθησης υπολογίζονται ως εξής:

- H_{n+1} συμβολίζεται για τον «νέος»
- H_n συμβολίζεται για τον «πολύ νέος»
- $h_i = 25$, $h_{n,i} = 27$, και $h_{n+1,i} = 30$.
- $\beta_{n,i} = (30 - 27) / (30 - 25) = 0.6$ στο «πολύ νέος» βαθμό
- $\beta_{n+1,i} = 1 - 0.6 = 0.4$, στο «νέος» βαθμό.

Τυπικά προσόντα

Με βάση τους δηλωθέντες κανόνες και εξετάζοντας το χαρακτηρισμό του αξιωματικού καταστρώματος ως ανεξάρτητο κριτήριο σύμφωνα με την εικόνα 30. Με βάση τις δεδομένες πληροφορίες, ο βαθμός τυπικών προσόντων του είναι 80 βαθμούς. Επομένως έχουμε :

$Qualif. = \{ (Very\ high, 0), (High, 100), (Moderate, 0), (Low, 0), (Very\ low, 0) \}$

Ειδική εκπαίδευση (Specific training)

Με βάση τους δηλωθέντες κανόνες και την εικόνα 31, ο βαθμός της ειδικής εκπαίδευσης είναι 80, συνεπώς :

$$S.T. = \{ (Very\ high, 0), (High, 100), (Moderate, 0), (Low, 0), (Very\ low, 0) \}$$

Κατάσταση θάλασσας (Environmental state)

Σύμφωνα με τα δεδομένα ο δείκτης μποφόρ στην συγκεκριμένη περίπτωση είναι 1-2, επομένως σύμφωνα με την εικόνα 27 έχουμε :

$$E.S = \{ (Very\ high, 100), (High, 0), (Moderate, 0), (Low, 0), (Very\ low, 0) \}$$

Ώρες ξεκούρασης (rest hours)

Από τα δεδομένα ο αξιωματικός είχε κοιμηθεί 8 ώρες, συνεπώς σύμφωνα με την εικόνα 29 έχουμε:

$$R.H = \{ (Very\ high, 100), (High, 0), (Moderate, 0), (Low, 0), (Very\ low, 0) \}$$

Διατύπωση πινάκων δεσμευμένων πιθανοτήτων. (τρίτο βήμα)

Η σχετική σημαντικότητα (επιρροή) κάθε γονικού-κόμβου με τον αντίστοιχο συσχετιζόμενο κόμβο-παιδί του μπορεί να επιλεγεί με μια μέθοδο αναλυτικής ιεραρχικής διαδικασίας (AHP). Τα ληφθέντα αποτελέσματα (δηλ. Κανονικοποιημένα βάρη) φαίνονται στον παρακάτω Πίνακα Η βαρύτητα της άμεσης εξάρτησης κάθε κόμβου-παιδιού από τους συνδεδεμένους κομβο-γονείς του ποσοτικοποιείται με την ανάθεση σε κάθε κόμβο-παιδί έναν πίνακα από δεσμευμένες πιθανότητες(CPT). Χρησιμοποιώντας το «συμμετρικό μοντέλο» και με βάση την εξίσωση 3, μπορεί να ποσοτικοποιηθεί για κάθε κόμβο-παιδί ένας πίνακας δεσμευμένων πιθανοτήτων. Με βάση την εξίσωση 5, ο αριθμός δεδομένων που πρέπει να εισαχθεί στο CPT για την τεχνική επάρκεια (TP), ανθρώπινη κόπωση (HF), μη τεχνικές δεξιότητες, NTS), φυσική κατάσταση (FS) και στόχος(Goal) είναι αντίστοιχα 5^4 , 5^4 , 5^5 , 5^5 και 5^7 . Αυτά τα δεδομένα είναι πανομοιότυπα για όλους τους ναυτικούς και τροφοδοτούνται στο μοντέλο BN.

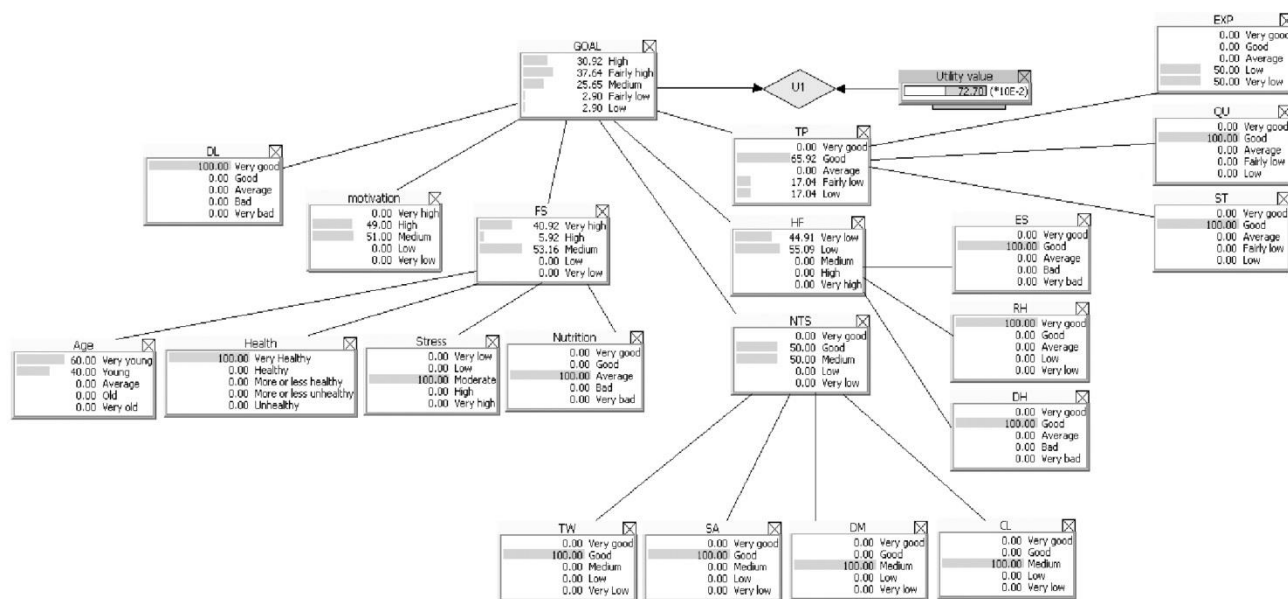
Πίνακας 8 Κανονικοποιημένα βάρη, R Riahi κ,α, 2014

Child node description	Parent node description	Relative importance of each parent node for its associated child node (Normalised weight)
Technical Proficiency (TP)	Qualification (QU)	0.3708
	Experience (EXP)	0.3408
	Specific Training (ST)	0.2884
Human Fatigue (HF)	Environmental State (ES)	0.2880
	Design & Habitability (DH)	0.2629
	Rest Hours (RH)	0.4491
Fitness and Strength (FS)	Nutrition	0.1518
	Age	0.1479
	Stress	0.3798
	Health	0.3205
Non-Technical Skill (NTS)	Communication and Language skills (CL)	0.25
	Decision-Making (DM)	0.25
	Teamwork (TW)	0.25
	Situation Awareness (SA)	0.25
Goal	Motivation	$(\frac{1}{6})$
	Design and Layout (DL)	$(\frac{1}{6})$
	Technical Proficiency (TP)	$(\frac{1}{6})$
	Human Fatigue (HF)	$(\frac{1}{6})$
	Fitness and Strength (FS)	$(\frac{1}{6})$
	Non-Technical Skill (NTS)	$(\frac{1}{6})$

Αξιολόγηση της συνολικής αξιοπιστίας του τρίτου αξιωματικού. (τέταρτο βήμα)

Με βάση τις δεδομένες πληροφορίες για την μελέτη περίπτωσης 1 και τη γνώμη των εμπειρογνομόνων, όπως φαίνεται στη παρακάτω εικόνα, ο σχεδιασμός και τη βιωσιμότητα, η επίγνωση της κατάστασης, οι δεξιότητες της επικοινωνίας και γλώσσας, ομαδική εργασία, λήψη αποφάσεων, άγχος και διατροφή επιλέγονται στα μεσαία σύνολα. Επιπλέον, για τον σχεδιασμό και διάταξη, υγεία και κίνητρα επιλέγονται τα σενάκια ανώτατου ορίου (R. Riahi κ,α, 2014). Αφού γίνει η τροφοδότηση όλων των δεδομένων εισόδου στο μοντέλο BN (Εικ. 19), το συνολικό σενάριο του στόχου (goal) αξιολογείται ως εξής:

$$GOAL = \left\{ \begin{array}{l} (Χαμηλό, 0,0290), (οριακά χαμηλό, 0,0290), (Μεσαίο, 0,2565), \\ (οριακά υψηλό, 0,3764), (Υψηλό, 0,3092) \end{array} \right\}$$



Εικόνα 33 αξιολόγηση της αξιοπιστίας του 3^{ου} αξιωματικού

Αξιολόγηση της τιμής της χρησιμότητας (utility value). (πέμπτο βήμα)

Λόγω του γεγονότος ότι ο στόχος (δηλαδή GOAL) έχει χαρακτηριστεί από πέντε γλωσσικούς όρους, η υψηλότερη προτίμηση δίνεται στον «Υψηλό» γλωσσικό όρο και η χαμηλότερη προτίμηση στον «Χαμηλό» γλωσσικό όρο. Έτσι, η τιμή κατάταξης ορίζεται από πέντε (δηλαδή υψηλότερη προτίμηση) σε ένα (δηλαδή χαμηλότερη προτίμηση). Με βάση τις Εξισώσεις 6 και 7, όπως φαίνεται στον Πίνακα 8, υπολογίζεται η αξία χρησιμότητας (utility) του στόχου. Η αντίστοιχη τιμή χρησιμότητας (0,727), όπως φαίνεται στον Πίνακα 8 και στο εικόνα 19, δείχνει ότι ο Τρίτος αξιωματικός είναι 72,7% αξιόπιστος σε σύγκριση με έναν ιδανικό ναυτικό που είναι 100% αξιόπιστος. Αξίζει να σημειωθεί ότι ένας ναυτικός που ταξιδεύει πάνω σε ένα ιδανικό πλοίο σε τέλειες περιβαλλοντικές καταστάσεις και με την κατάταξη όλων των κριτηρίων προς τους μέγιστους βαθμούς ονομάζεται ιδανικός ναυτικός.

Πίνακας 9: βαθμός χρησιμότητας (utility value), R Riahi κ,α, 2014

H_n	High	Fairly high	Medium	Fairly low	Low
V_n	5	4	3	2	1
$u(H_n)$	$\frac{5-1}{5-1} = 1$	$\frac{4-1}{5-1} = 0.75$	$\frac{3-1}{5-1} = 0.5$	$\frac{2-1}{5-1} = 0.25$	$\frac{1-1}{5-1} = 0$
β_n	0.3092	0.3764	0.2565	0.0290	0.0290
$\beta_n \times u(H_n)$	0.3092	0.2823	0.12825	0.00725	0
$\sum_{n=1}^5 \beta_n \times u(H_n) = 0.727$					

Ανάλυση ευαισθησίας (sensitivity analysis). (τελευταίο βήμα)

Τα τρία αξιώματα που εισήχθησαν παραπάνω χρησιμοποιούνται για να ελέγξουν την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων του μοντέλου. Για τη διεξαγωγή της ανάλυσης ευαισθησίας, οι βαθμοί πίστης που σχετίζονται με τους υψηλότερους γλωσσικούς όρους προτίμησης των 14 μεταβλητών εισόδου μειώνονται κατά 0,1, 0,2 και 0,3 αντίστοιχα και ταυτόχρονα, οι βαθμοί πίστης που σχετίζονται με τους χαμηλότερους γλωσσικούς όρους προτίμησης από αυτούς αυξάνονται κατά 0,1, 0,2 και 0,3 αντίστοιχα.. Αξίζει να σημειωθεί ότι όταν μειώνεται ο βαθμός πίστης του γλωσσικού όρου υψηλότερης προτίμησης (β_a) ενός κριτηρίου κατά z , ταυτόχρονα ο βαθμός πίστης του γλωσσικού όρου χαμηλότερης προτίμησης πρέπει να αυξηθεί κατά z . Ωστόσο, εάν το (β_a) είναι μικρότερο από το z , τότε ο υπόλοιπος βαθμός πίστης (δηλαδή $z - \beta_a$) μπορεί να ληφθεί από τον βαθμό πίστης του επόμενου γλωσσικού όρου. Αυτή η διαδικασία συνεχίζεται έως ότου καταναλωθεί το z . Η μεταβολή της τιμής χρησιμότητας του στόχου(goal) λόγω της μείωσης των βαθμών πίστης που σχετίζονται με τους γλωσσικούς όρους υψηλότερης προτίμησης (κατά 0,1, 0,2 και 0,3 αντίστοιχα) των 14 μεταβλητών εισόδου παρουσιάζεται στον Πίνακα 10. Όλα τα αποτελέσματα που λαμβάνονται δεν παραβιάζουν τα αξιώματα 1 και 2.

Εάν οι βαθμοί πίστης που σχετίζονται με τους υψηλότερους γλωσσικούς όρους των 14 μεταβλητών εισόδου μειωθούν κατά 0,15, η τιμή χρησιμότητας του στόχου(goal) αξιολογείται ως 0,621. Με την επιλογή δέκα μεταβλητών εισόδου (π.χ. τυπικά προσόντα, εμπειρία, ειδική εκπαίδευση, περιβαλλοντική κατάσταση, σχεδιασμός και διαμονή, ώρες ανάπαυσης, διατροφή, ηλικία, άγχος και υγεία), και μειώνοντας τους βαθμούς πίστης που σχετίζονται με της υψηλότερης προτίμησης γλωσσικούς όρους αυτών των επιλεγμένων μεταβλητών εισόδου (δηλ. δέκα μεταβλητές εισόδου) κατά 0,15 η τιμή χρησιμότητας του στόχου αξιολογείται ως 0,6728. Δεδομένου ότι το 0,621 είναι μικρότερο από 0,6728, το αποτέλεσμα είναι σύμφωνο με το αξίωμα 3.

Πίνακας 10 Τροποποίηση της τιμής χρησιμότητας του στόχου (goal) λόγω της μεταβολής των 14 μεταβλητών εισόδου

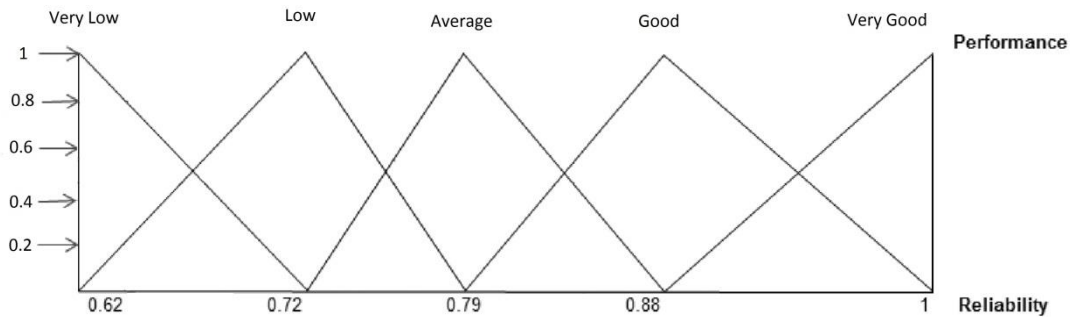
Οι βαθμοί πίστης που σχετίζονται με τον υψηλότερους γλωσσικούς όρους προτίμησης των ακόλουθων μεταβλητών εισόδου μειώνονται κατά 0,1 (Δεδομένα 1), 0,2 (Δεδομένα 2) και 0,3 (Δεδομένα 3).	Δεδομένα 1	Δεδομένα 2	Δεδομένα 3
Rest hour	0,7195	0,7120	0,7046
Stress	0,7238	0,7207	0,7175
Health	0,7243	0,7217	0,7190
Design	0,7248	0,7226	0,7204
Specific training	0,7258	0,7248	0,7234
Teamwork	0,7259	0,7249	0,7239
Situation awerness	0,7259	0,7249	0,7239
Environmental	0,7258	0,7246	0,7234
Qualification	0,7254	0,7239	0,7223
Experience	0,7255	0,7241	0,7227
Communication	0,7259	0,7249	0,7238
Decision-making	0,7259	0,7248	0,7238
Nutrition	0,7263	0,7257	0,7251
Age	0,7263	0,7257	0,7251

Ορόσημο

Η βαθμός της αξιοπιστίας (utility value) ενός ιδανικού ναυτικού, που ταξιδεύει πάνω σε ένα ιδανικό πλοίο, σε τέλειες περιβαλλοντικές συνθήκες και με όλα τα υπόλοιπα κριτήρια να βρίσκονται στις υψηλότερες βαθμολογίες, εκτιμάται ως 1 (δηλαδή 100% αξιόπιστο). Με βάση τη γνώμη των εμπειρογνομόνων, σε αυτήν την κατάσταση ο βαθμός απόδοσής του ναυτικού πρέπει να είναι πολύ καλός. Αρχικά, ας υποθέσουμε ότι ο βαθμός των ωρών ανάπαυσης του ιδανικού ναυτικού μειώνεται από «πολύ καλό» σε «καλό» για σύντομη διάρκεια (δηλαδή μία ή δύο ημέρες) λόγω του φόρτου εργασίας στη θάλασσα. Ως αποτέλεσμα, οι βαθμοί των μη τεχνικών δεξιοτήτων του ιδανικού ναυτικού, η φυσική κατάσταση και η δύναμή του μειώνονται από «πολύ καλό» σε «καλό» και από «πολύ υψηλό» σε «υψηλό» αντίστοιχα. Κατά συνέπεια, ο βαθμός της αξιοπιστίας του εκτιμάται ως 0,88 (δηλαδή

88% αξιόπιστος). Με βάση τη γνώμη των εμπειρογνομόνων σε αυτήν την κατάσταση, ο βαθμός απόδοσής του πρέπει να είναι καλός. Δεύτερον, ας υποθέσουμε ότι η κατάσταση της θάλασσας είναι «πολύ κακή» για μεγάλη διάρκεια (δηλαδή εβδομάδες). Ως αποτέλεσμα, οι βαθμοί των ιδανικών ωρών ανάπαυσης του ναυτικού, της φυσικής κατάστασης και της δύναμης, καθώς και των μη τεχνικών δεξιοτήτων του μειώνονται από «πολύ καλό» σε «μέτριο», από «πολύ υψηλό» σε «μεσαίο» και από «πολύ καλό» σε «μέτριο» αντίστοιχα. Κατά συνέπεια, ο βαθμός της αξιοπιστίας του ναυτικού εκτιμάται ως 0,79. Με βάση τη γνώμη των εμπειρογνομόνων σε αυτήν την κατάσταση, ο βαθμός απόδοσής του πρέπει να είναι μέτριος. Τρίτον, ας υποθέσουμε ότι το επίπεδο άγχους του ναυτικού είναι «πολύ υψηλό» για μικρή διάρκεια. Ως αποτέλεσμα, οι βαθμοί των ιδανικών ωρών ανάπαυσης του ναυτικού, της φυσικής κατάστασης και δύναμης καθώς και των μη τεχνικών δεξιοτήτων του μειώνονται από «πολύ καλά» σε «χαμηλό», από «πολύ υψηλό» σε «χαμηλό» και από «πολύ καλό» σε αρκετά «χαμηλό» αντίστοιχα. Κατά συνέπεια, η αξία της αξιοπιστίας του εκτιμάται ως 0,72. Με βάση τη γνώμη των εμπειρογνομόνων σε αυτήν την κατάσταση, ο βαθμός απόδοσής του πρέπει να είναι «χαμηλός». Τέταρτον, ας υποθέσουμε ότι το επίπεδο άγχους του είναι «πολύ υψηλό» για μεγάλη διάρκεια. Ως αποτέλεσμα, οι βαθμοί των ωρών ανάπαυσης του ιδανικού ναυτικού, της φυσικής κατάστασης και αντοχής καθώς και των μη τεχνικών δεξιοτήτων του μειώνονται από «πολύ καλά» σε «πολύ χαμηλά», από «πολύ υψηλά» σε «πολύ χαμηλά» και από «πολύ καλό» σε «χαμηλά» αντίστοιχα. Κατά συνέπεια, ο βαθμός της αξιοπιστίας του εκτιμάται ως 0,62. Με βάση τη γνώμη των εμπειρογνομόνων σε αυτήν την κατάσταση, ο βαθμός απόδοσής του πρέπει να είναι «πολύ χαμηλός» (R Riahi κ,α, 2014).

Με βάση τα παραπάνω αποτελέσματα, κατασκευάζεται το παρακάτω διάγραμμα εικ.34 που είναι κατάλληλο για την εύρεση της απόδοσης ενός ναυτικού.



Εικόνα 34. Ορόσημο, R Riahi κ.α. 2014

Τροποποίηση της αξιοπιστίας του Αξιωματικού λόγω των μεταβαλλόμενων συνθηκών στη θάλασσα.

Σύμφωνα με τις δεδομένες πληροφορίες της παραπάνω περίπτωσης, (το πλοίο έχει πολύ καλό σχεδιασμό και διάταξη, η κατάσταση της θάλασσας είναι σχετικά ήρεμη (3-4 μποφόρ, οι ώρες ύπνου είναι επαρκής (8 ώρες)) η αξιοπιστία του ναυτικού αξιολογείται στο 0,727. Σύμφωνα με την εικόνα 30 η απόδοση του εκτιμάται στο $Performance = \{(Μέτριό, 0,10), (Χαμηλό, 0,90)\}$. Ωστόσο, η τιμή αξιοπιστίας του δεν είναι σταθερή και με την αλλαγή της τιμής ενός παράγοντα, μπορεί να αλλάξει. Εάν ο βαθμός της κατάστασης της θάλασσας είναι «πολύ κακός», για μικρό χρονικό διάστημα (δηλαδή για κάποιες ημέρες), τότε, λόγω του διατοιχισμού και προνευτασμού, ο αξιωματικός δεν θα μπορεί να κοιμηθεί κατάλληλα. Επομένως, ο βαθμός των ωρών ανάπαυσης θα πέσει από «πολύ καλό» στο «μέτριο». Επομένως, με αυτές τις αλλαγές η αξιοπιστία του ναυτικού αξιολογείται στο 0,653. Σύμφωνα με την εικόνα 30 η απόδοση του εκτιμάται στο $Performance = \{(Χαμηλή, 0,33), (πολύ χαμηλή, 0,67)\}$. Με βάση την απόδοσή του, η πιθανότητα σφαλμάτων κατά τη ώρα υπηρεσίας του είναι υψηλή.

Για τη βελτίωση της απόδοσης του εν λόγω ναυτικού, μπορούν να δοθούν οι ακόλουθες προτάσεις.

- Αρχικά, βελτιώνοντας την ποιότητα των παροχών του πλοίου όπως τη Διατροφή (από «μέτρια» σε «καλή») και την κατοικησιμότητα (από «καλή» σε «πολύ καλή») η τιμή της αξιοπιστίας του ναυτικού αξιολογείται στο 0,671

- Επιπρόσθετα, αυξάνοντας το κίνητρο (από «καλό» σε «πολύ καλό») η τιμή της αξιοπιστίας του ναυτικού αξιολογείται στο 0,734
- Τέλος, βελτιώνοντας και τις μη τεχνικές δεξιότητες κατά έναν γλωσσικό όρο, δηλαδή επίγνωση της κατάστασης «πολύ καλή», επικοινωνία «καλή», ομαδικότητα «πολύ καλή», λήψη απόφασης «καλή» η τιμή της αξιοπιστίας του ναυτικού αξιολογείται στο 0,775

Σύμφωνα με την εικόνα 34 η απόδοση του ναυτικού αξιολογείται στο $Performance = \{(Μέτριό, 0,79), (Χαμηλό, 0,21)\}$.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΤΟΥ COVID-19 ΣΤΗΝ ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ ΣΤΟ ΠΛΟΙΟ

Ένας σημαντικός παράγοντας που έχει επηρεάσει ποικιλοτρόπως τόσο την ναυτιλία όσο και την ανθρωπότητα σε παγκόσμιο επίπεδο, είναι η πανδημία του covid-19. Όσον αφορά την ναυτιλία, επειδή τα κράτη κλείνουν τα σύνορά τους και δεν επιτρέπουν τις μετακινήσεις, οι αλλαγές του πληρώματος καθυστερούν για μεγάλα χρονικά διαστήματα και σε ορισμένες περιπτώσεις είναι αβέβαιες για πότε θα πραγματοποιηθούν. Επομένως οι ναυτιλιακές εταιρείες ανανεώνουν τις συμβάσεις εργασίας, ακόμη και όταν οι ναυτικοί είναι απελπισμένοι να γυρίσουν στην πατρίδα τους.

Επιπρόσθετα η άδειες των ναυτικών για να βγαίνουν στην στεριά, είναι ένα άλλο κρίσιμο ζήτημα. Τα λιμάνια στις περισσότερες χώρες είναι σε καθεστώς καραντίνας, υπάρχει ο φόβος για τη μετάδοση της ασθένειας, και δεν υπάρχει η απαραίτητη ενημέρωση για το που θα μπορεί να νοσηλευτεί ο ναυτικός σε περίπτωση που μολυνθεί από τον ιό. Ακόμα, από σχετικά ερωτηματολόγια οι ναυτικοί ανέφεραν ότι αισθάνονταν παγιδευμένοι, ανησυχούν για τη δική τους υγεία, και συνάμα αγωνίζονταν να κατανοήσουν τι συμβαίνει στις χώρες καταγωγής τους και στα αγαπημένα τους άτομα. Επομένως, καθώς τα κράτη σε όλο τον κόσμο έμπαιναν σε καθεστώς καραντίνας, πολλοί ναυτικοί ανέφεραν ότι αισθάνονται εντελώς αβοήθητοι και παράλληλα ανήμποροι να προσφέρουν οποιαδήποτε βοήθεια στις οικογένειές τους, καθώς η απόσταση μεταξύ τους γινόταν όλο και πιο έντονη (Seafarers Happiness Index Q2, 2020).

5.1 Επίδραση του covid-19 στους διάφορους παράγοντες

Σύμφωνα με το (Seafarers Happiness Index Q2, 2020) ο covid-19 επηρεάζει ποικιλοτρόπως την ζωή των ναυτικών και έχει άμεσο αντίκτυπο τόσο στον δείκτη

ικανοποίησης τους , όσο και στην απόδοση τους. Πιο συγκεκριμένα, από σχετικά ερωτηματολόγια που πραγματοποίησε το Seafarers Happiness Index Q2 , το επίπεδο ικανοποίησης των ναυτικών όσον αφορά την ζωή στην θάλασσα στο διάστημα της περιόδου του covid-19 μειώθηκε αρκετά. Αν και υπήρχε ένα ευρύ φάσμα ανησυχιών που εκφράστηκαν ως απάντηση σε αυτό το ερώτημα ,αξίζει να σημειωθεί ότι υπήρχαν ορισμένες θετικές απαντήσεις. Αυτό προκύπτει από το γεγονός ότι ορισμένοι ναυτικοί ένιωσαν με το επάγγελμα τους ότι συμβάλουν στην διατήρηση του εμπορίου ,κυρίως σε κρίσιμες περιστάσεις όπως αυτήν λόγω της πανδημίας και ένιωσαν ικανοποίηση που καταφέρνουν να ανταποκριθούν στην πρόκληση. Ωστόσο τα συναισθήματα αυτά μετριάζονται με την απογοήτευση που βιώνουν καθώς δεν αναγνωρίζονται καθολικά ως εργαζόμενοι «κλειδί» για την διατήρηση της οικονομίας. Από την άλλη μεριά, για πολλούς ναυτικούς φαίνεται ότι οι προκλήσεις που παρουσιάζονται φτάνουν σε απαράδεκτα επίπεδα και ότι τα εμπόδια είναι τέτοια που οι ναυτικοί να αμφισβητούν εάν μια καριέρα στη θάλασσα είναι πλέον ελκυστική. Συνολικά ο δείκτης ευχαρίστησης μειώθηκε από 6,12 στα 6,05 σε κλίμακα από 1-10 (Seafarers Happiness Index Q2, 2020).

Φόρτος εργασίας

Ο δείκτης ευχαρίστησης όσον αφορά τον φόρτο εργασίας μειώθηκε αντίστοιχα. Σύμφωνα με το (Seafarers Happiness Index Q2, 2020) τα πλοία είναι επανδρωμένα με λιγότερους ναυτικούς (αν και πιθανώς εντός ασφαλών ορίων επάνδρωσης) συμβάλλοντας με αυτόν τον τρόπο σε σημαντική επιβάρυνση στον φόρτο εργασίας. Επιπρόσθετα υπήρξαν αναφορές ότι μεγάλο μέρος του πληρώματος ήταν άρρωστο και ανίκανο να εργαστεί, και παράλληλα επειδή το πλήρωμα παρέμενε επί του πλοίου περισσότερο χρονικό διάστημα προσπαθώντας να διασφαλίσει την μέγιστη υγιεινή, εξαιτίας του COVID-19 ,αυτό οδήγησε σε μεγάλη αύξηση των εργασιών. Τέλος, εξαιτίας των περιορισμένων και βεβιασμένων αλλαγών που έγιναν στα πληρώματα ,υπήρξαν αναφορές ότι το ανανεωμένο πλήρωμα είχε ανεπαρκή εμπειρία, γνώση ή κακή συμπεριφορά , αυξάνοντας με αυτόν τον τρόπο τις απαιτήσεις των καθηκόντων. Επομένως ο δείκτης ευχαρίστησης όσον αφορά το φόρτο εργασίας μειώθηκε από 5,68 στο 5,6 (Seafarers Happiness Index Q2, 2020).

Ομαδικότητα

Η ομαδικότητα μεταξύ των ναυτικών είναι άλλος ένας παράγοντας επηρεάστηκε εξαιτίας του covid-19. Η παράταση των συμβάσεων καθώς και η επιθυμία για την απόσυρση ή την επιστροφή στην πατρίδα είχε σημαντικό αντίκτυπο στην ψυχολογία των ναυτικών. Επιπρόσθετα η προσπάθεια για κοινωνική απόσταση εξαιτίας του ιού μέσα στο πλοίο, συχνά δεν εφαρμόζοταν, προκαλώντας έντονο κλίμα μεταξύ των ναυτικών. Το γεγονός ότι οι ναυτικοί περνούν περισσότερο χρόνο στη θάλασσα αλλά έχουν λιγότερο θετική επαφή μεταξύ τους οδηγεί σε αυξημένη μοναξιά και απομόνωση. Ακόμα μια άλλη αιτία σύγκρουσης εν πλω, ήταν το γεγονός ότι οι προκλήσεις για την κοινωνική απόσταση αντιμετωπίζονταν διαφορετικά από τις διάφορες εθνικότητες. Τέλος, όπου ήταν δυνατές οι αλλαγές πληρώματος, οι τυχόν νέοι υπογράφωντες επί του σκάφους διατηρούνταν μακριά από το υπάρχον πλήρωμα, το οποίο επηρεάζει και πάλι τη δυναμική των σχέσεων του πληρώματος. Συνεπώς υπήρξε μείωση του δείκτη ευχαρίστησης στην αλληλεπίδραση μεταξύ των ναυτικών από 7,13 στα 7,04 (Seafarers Happiness Index Q2, 2020).

Φαγητό στο πλοίο

Το φαγητό στο πλοίο έχει σημαντικό αντίκτυπο στην απόδοση και την ευημερία των ναυτικών ειδικά όταν είναι απομονωμένοι στο πλοίο χωρίς επίγνωση για το πότε θα επιτραπεί η άδεια τους ή πότε θα φτάσει το νέο πλήρωμα να τους αντικαταστήσει. Ωστόσο, συχνά δεν δίνεται η απαραίτητη σημασία στο φαγητό, με συνέπεια η διάθεση και το κίνητρο των ναυτικών μειώνεται. Από σχετικά ερωτηματολόγια ορισμένοι ναυτικοί σχολίασαν ότι αν και οι εταιρείες τους προέτρεψαν να παραμείνουν υγιείς και να ενισχύσουν το ανοσοποιητικό τους σύστημα για να αποτρέψουν τις επιπτώσεις του Covid, το έκαναν χωρίς να επενδύσουν επιπλέον κεφάλαια και χωρίς να προσφέρουν τρόφιμα καλύτερης ποιότητας. Επομένως υπήρξε μείωση του δείκτη ευχαρίστησης όσον αφορά το φαγητό από 6,64 στα 6,32 (Seafarers Happiness Index Q2, 2020).

Φυσική κατάσταση και υγεία

Το ζήτημα της «φυσικής κατάστασης και υγιεινής» αρχίζει να παίρνει μια πολύ διαφορετική έννοια κατά τη διάρκεια μιας πανδημίας. Οι ναυτικοί ήρθαν αντιμέτωποι με αρκετές δυσκολίες που έπρεπε να ξεπεραστούν, όπως η αντιφατική καθοδήγηση που λάμβαναν σχετικά με την προστασία από το COVID-19 καθώς και το γεγονός ότι έπρεπε να διαχειριστούν πολλούς επισκέπτες όταν βρίσκονταν σε λιμάνια. Τεχνικά ζητήματα ανέκυψαν επίσης όσον αφορά την προστασία από τον ιό και τα συστήματα κλιματισμού πλοίων θεωρήθηκαν δυνητικοί κίνδυνοι για την υγεία. Ακόμα η υγεία αφορά τη σωστή θεραπεία όταν υπάρξει μία ασθένεια ή συμβεί κάποιο ατύχημα. Υπό αυτό το πρίσμα, οι ναυτικοί βίωσαν έντονη ανησυχία για τον αν θα μπορούσε να τους παρασχεθεί ιατρική βοήθεια στην στεριά και ανησυχούσαν για τον τρόπο αντιμετώπισής τέτοιων περιστάσεων. Συνεπώς η μείωση στον δείκτη ευχαρίστησης όσον αφορά την φυσική κατάσταση και υγεία μειώθηκε από 6,5 στο 6,35(Seafarers Happiness Index Q2, 2020).

Επικοινωνία με τα οικεία πρόσωπα.

Η όσο το δυνατόν φθηνότερη και υψηλής ποιότητας πρόσβαση στο διαδίκτυο για επικοινωνία με τα οικεία πρόσωπα υπήρχε ανέκαθεν σαν αίτημα από τους ναυτικούς. Αυτή η ανάγκη καθίσταται ακόμα πιο επιτακτική για τα πληρώματα σε περιόδους πανδημίας ,καθώς δεν είναι σε θέση να φύγουν ατα πλοία για άδεια σε κάποιο λιμάνι ή να φύγουν για την πατρίδα τους. Επομένως όσοι ναυτικοί δεν είχαν πρόσβαση στο διαδίκτυο, ειδικά λόγω των μέτρων της κοινωνικής απομόνωσης που έπρεπε να διατηρούν με το υπόλοιπο πλήρωμα , βίωναν το αίσθημα της απομόνωσης , καθώς και βρίσκονταν σε διαρκή αγωνία και άγχος για την υγεία των οικείων τους προσώπων. Άρα η μείωση του δείκτη ευχαρίστησης όσον αφορά την επικοινωνία με τα οικεία πρόσωπα μειώθηκε από 6,81 στο 6,53 αντίστοιχα (Seafarers Happiness Index Q2, 2020).

Συγκεντρωτικά έχουμε τον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 11 επίδραση του covid-19 στους ναυτικούς (Claire Pekcan, κ.α 2020).

Τύπος εργασίας	Χαρακτηριστικά εργασίας	Επίδραση covid-19
ποσοτικός	Φόρτος εργασίας	<ul style="list-style-type: none"> • Η διάρκεια της υπηρεσίας επί του πλοίου επεκτείνεται πέραν των συμβατικών ρυθμίσεων • Αυξημένες ώρες όσον αφορά τις βάρδιες • Συνεχής έκθεση σε ωράρια εργασίας άνω των 60 ωρών
	Ταχύτητα εργασίας	<ul style="list-style-type: none"> • Αυξημένη ζήτηση για γρηγορότερους χρόνους ταξιδιού(μείωση χρόνου στο λιμάνι) ώστε να διατηρούνται οι εφοδιασμένες οι αγορές
	Σημασία της εργασίας	<ul style="list-style-type: none"> • Υποχρέωση τήρησης προτύπων απόδοσης, ακόμη και αν υπήρχε έντονο άγχος και κόπωση για την επίτευξη της ασφάλειας • Υποχρέωση παράδοσης φορτίου σύμφωνα με το συμβόλαιο παρά το άγχος ή την κόπωση ως εμπορική πίεση για να διατηρηθεί το εμπόριο των πλοίων
γνωστικός	Μη σαφής κατάσταση	<ul style="list-style-type: none"> • Οι κανονικές συνθήκες ρουτίνας των πλοίων όπως επιθεωρήσεις, εκπαίδευση κ.λπ., διακόπηκαν • Έλλειψη πληροφοριών ή απαντήσεων σχετικά με την ανακούφιση του πληρώματος • Δεν είναι σαφές εάν το πλοίο και το πλήρωμα συμμορφώνονται με τους κανόνες και τις υποχρεώσεις καθώς τα πιστοποιητικά πρόκειται να λήξουν και δεν είναι δυνατή η διενέργεια επιθεωρήσεων
	πολυπλοκότητα	<ul style="list-style-type: none"> • Άγνωστος κίνδυνος από τους επισκέπτες του πλοίου και εκείνων που έρχονται στο πλοίο, όπως πιλότοι, λιμενικοί αξιωματούχοι, κ.λπ. • Οι κανονικές δραστηριότητες για την υποστήριξη της ζωής στο πλοίο και τη λειτουργικότητα των πλοίων γίνονται ολοένα και πιο δύσκολες, όπως η ανακύκλωση, η αποθήκη, η διάθεση απορριμμάτων • Αυξημένο άγχος καθιστώντας δύσκολη τη συγκέντρωση και τη λήψη αποφάσεων
Συναισθηματικός	φόβος	<ul style="list-style-type: none"> • Φόβος να μεταδοθεί ο ιός από τους επισκέπτες του πλοίου • Φόβος για τα οικεία πρόσωπα τους να προσβληθούν από τον ιό και να μην είναι σε θέση να τους

		προστατεύσουν
	Άγχος	<ul style="list-style-type: none"> • Ανησυχία για τη διατήρηση της υγείας • Ανησυχία για την πρόσβαση σε φάρμακα για ήδη διαγνωσμένες καταστάσεις υγείας • Οικονομικές ανησυχίες σε περίπτωση άδειας στην ξηρά
	Απομόνωση	<ul style="list-style-type: none"> • Νιώθουν παγιδευμένοι με άτομα που δεν προέρχονται από την κοινότητά τους • Έλλειψη ή περιορισμένη πρόσβαση στο Διαδίκτυο, οπότε δεν μπορεί να επικοινωνήσει με φίλους και συγγενείς όποτε το επιθυμούν
	Συγκρούσεις	<ul style="list-style-type: none"> • Το αυξημένο άγχος, και η απογοήτευση οδηγούν σε συγκρούσεις μεταξύ του πληρώματος
	Χαμηλή διάθεση	<ul style="list-style-type: none"> • Οι ανησυχίες οδηγούν σε ανεξέλεγκτες σκέψεις που διαταράσσουν τον ύπνο και εξασθενίζουν τα επίπεδα της ενέργειας
	Κατάθλιψη	<ul style="list-style-type: none"> • Αντιμέτωπιση της απώλειας ενός οικογενειακού μέλους που υπέκυψε στον ιό • Νιώθουν ανήμποροι να υποστηρίξουν τα άρρωστα μέλη της οικογένειάς τους
Σωματικώς	Μυο-σκελετικά προβλήματα	<ul style="list-style-type: none"> • Αυξημένη έκθεση σε σωματικά απαιτητική εργασία
	Υγεία	<ul style="list-style-type: none"> • Έλλειψη εγκαταστάσεων, εξοπλισμού για την πρόληψη λοιμώξεων και τη θεραπεία λοιμώξεων επί του πλοίου • Αδυναμία αποβίβασης ναυτικών ή τραυματισμένων ναυτικών λόγω άρνησης πρόσβασης στο λιμάνι

5.2 Εφαρμογή του covid-19 στο μοντέλο

Σύμφωνα με τα παραπάνω, ο covid-19 έχει άμεση και καθοριστική επίδραση στους παρακάτω παράγοντες του μοντέλου της παραγράφου 5.2.1 :

- Κόπωση (fatigue)
- Στρες (stress)
- Κίνητρο (motivation)
- Διατροφή (nutrition)
- Υγεία (health)
- Επικοινωνία (communication and language skill)
- Λήψη απόφασης (Decision making)
- Ομαδικότητα (teamwork)
- Επίγνωση της κατάστασης (situation awareness)

Για την μελέτη περίπτωσης που έχουμε πραγματοποιήσει, οι τιμές των παραπάνω παραμέτρων θα μεταβληθούν ως εξής εξαιτίας του covid-19

Πρώτο σενάριο (υπόθεση 1-2 μήνες περίοδο του covid-19)

Εξαιτίας της αύξησης του φόρτου εργασίας του ναυτικού η βαθμός των ωρών ύπνου μειώνεται από πολύ καλό σε καλό. Ως αποτέλεσμα, οι βαθμοί των (μη τεχνικών δεξιοτήτων) καθώς και της υγείας και του στρες του ναυτικού μειώνονται κατά έναν γλωσσικό όρο αντίστοιχα. Αξίζει να σημειωθεί ότι η ομαδικότητα και η επικοινωνία με τους συναδέλφους υφίσταται μείωση και εξαιτίας του covid-19 (πέρα από τις ώρες ύπνου) καθώς υπήρξε ανάγκη για κοινωνική απόσταση μεταξύ του πληρώματος καθώς και κλίμα συγκρούσεων. Τέλος η διατροφή και το κίνητρο θα μειωθούν κατά μισό γλωσσικό όρο.

Επικοινωνία : από μέτρια σε χαμηλή

CLS = {(Πολύ καλή,0),(καλή,0),(Μέτρια,0),(Χαμηλή,1),(Πολύ χαμηλή,0)}

Ομαδικότητα : από καλή σε μέτρια

TW = {(Πολύ καλή,0),(καλή,0),(Μέτρια,1),(Χαμηλή,0),(Πολύ χαμηλή,0)}

Επίγνωση της κατάστασης : καλή σε μέτρια

SA = {(Πολύ καλή,0),(καλή,0),(Μέτρια,0),(Χαμηλή,1),(Πολύ χαμηλή,0)}

Λήψη απόφασης: από μέτρια σε χαμηλή

DM= {(Πολύ καλή,0),(καλή,0),(Μέτρια,0),(Χαμηλή,1),(Πολύ χαμηλή,0)}

Στρες: μέτριο σε υψηλό

Stress= {(Πολύ χαμηλό,0),(χαμηλό,0),(Μέτριο,0),(υψηλό,1),(Πολύ υψηλό,0)},

Υγεία : πολύ καλή σε καλή

SA = {(Πολύ καλή,0),(καλή,1),(Μέτρια,0),(Χαμηλή,0),(Πολύ χαμηλή,0)}

Διατροφή : μέτρια σε μέτρια προς κακή

NU= {(Πολύ καλή,0),(καλή,0),(Μέτρια,0.5),(Χαμηλή,0.5),(Πολύ χαμηλή,0)}

Κίνητρο : από καλό-μέτριο σε μέτριο

MOT= {(Πολύ καλή,0),(καλή,0),(Μέτρια,1),(Χαμηλή,0),(Πολύ χαμηλή,0)}

Δεύτερο σενάριο (3-4 μήνες περίοδο του covid-19)

Το επίπεδο του στρες των ναυτικών είναι υψηλό για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα καθώς υπάρχει ανησυχία για τη διατήρηση της υγείας τους ,ανησυχία για την πρόσβαση σε φάρμακα για ήδη διαγνωσμένες καταστάσεις υγείας και οικονομικές ανησυχίες σε περίπτωση παροχής άδειας ειδικού σκοπού στην ξηρά. Σαν αποτέλεσμα το άγχος οδηγεί σε ανεξέλεγκτες σκέψεις που διαταράσσουν τον ύπνο και εξασθενίζουν τα επίπεδα της ενέργειας. Με δεδομένο ότι ο φόρτος εργασίας των ναυτικών παραμένει υψηλός , οι ώρες ύπνου θα μειωθούν κατά δύο γλωσσικούς όρους (από πολύ καλές σε μέτριες). Οι μη τεχνικές δεξιότητες, καθώς και η υγεία θα μειωθούν κατά δυο γλωσσικούς όρους. Η διατροφή θα μείνει όπως και παραπάνω ενώ το κίνητρο θα μειωθεί κατά έναν γλωσσικό όρο

Επικοινωνία : από μέτρια σε πολύ χαμηλή

CLS = {(Πολύ καλή,0),(καλή,0),(Μέτρια,0),(Χαμηλή,0),(Πολύ χαμηλή,1)}

Ομαδικότητα : από καλή σε χαμηλή

TW = {(Πολύ καλή,0),(καλή,0),(Μέτρια,0),(Χαμηλή,1),(Πολύ χαμηλή,0)}

Επίγνωση της κατάστασης : καλή σε χαμηλή

SA = {(Πολύ καλή,0),(καλή,0),(Μέτρια,0),(Χαμηλή,1),(Πολύ χαμηλή,0)}

Λήψη απόφασης: από μέτρια σε πολύ χαμηλή

DM= {(Πολύ καλή,0),(καλή,0),(Μέτρια,0),(Χαμηλή,0),(Πολύ χαμηλή,1)}

Στρες: μέτριο σε πολύ υψηλό

Stress= {(Πολύ χαμηλό,0),(χαμηλό,0),(Μέτριο,0),(υψηλό,0),(Πολύ υψηλό,1)},

Υγεία : πολύ καλή σε μέτρια

SA = {(Πολύ καλή,0),(καλή,0),(Μέτρια,1),(Χαμηλή,0),(Πολύ χαμηλή,0)}

Διατροφή : μέτρια σε μέτρια προς κακή

NU= {(Πολύ καλή,0),(καλή,0),(Μέτρια,0.5),(Χαμηλή,0.5),(Πολύ χαμηλή,0)}

Κίνητρο : από καλό-μέτριο σε μέτριο-χαμηλό

MOT= {(Πολύ καλή,0),(καλή,0),(Μέτρια,0.5),(Χαμηλή,0.5),(Πολύ χαμηλή,0)}

Τρίτο σενάριο (5-6 μήνες περίοδο του covid-19)

Σε αυτήν την περίπτωση τόσο το στρες (όπως και στο 2 σενάριο) των ναυτικών είναι πολύ υψηλό για μεγάλο χρονικό διάστημα , όσο και η κόπωση (ψυχική-σωματική) είναι πολύ υψηλή καθώς δεν έχουν γίνει αλλαγές των πληρωμάτων συνεπώς οι ώρες ύπνου μειώνονται από πολύ καλές σε πολύ κακές. Κατά συνέπεια όλοι οι γλωσσικοί όροι των μη τεχνικών δεξιοτήτων μειώνονται στο πολύ χαμηλό. Η υγεία από πολύ

καλή μειώνεται στο χαμηλή και το κίνητρο από καλό-μέτριο στο χαμηλό. Η διατροφή θα παραμείνει όπως και παραπάνω.

Επικοινωνία : από μέτρια σε πολύ χαμηλή

CLS = {(Πολύ καλή,0),(καλή,0),(Μέτρια,0),(Χαμηλή,0),(Πολύ χαμηλή,1)}

Ομαδικότητα : από καλή σε πολύ χαμηλή

TW = {(Πολύ καλή,0),(καλή,0),(Μέτρια,0),(Χαμηλή,0),(Πολύ χαμηλή,1)}

Επίγνωση της κατάστασης : καλή σε πολύ χαμηλή

SA = {(Πολύ καλή,0),(καλή,0),(Μέτρια,0),(Χαμηλή,0),(Πολύ χαμηλή,1)}

Λήψη απόφασης: από μέτρια σε πολύ χαμηλή

DM= {(Πολύ καλή,0),(καλή,0),(Μέτρια,0),(Χαμηλή,0),(Πολύ χαμηλή,1)}

Στρες: μέτριο σε πολύ υψηλό

Stress= {(Πολύ χαμηλό,0),(χαμηλό,0),(Μέτριο,0),(υψηλό,0),(Πολύ υψηλό,1)},

Υγεία : πολύ καλή σε χαμηλή

SA = {(Πολύ καλή,0),(καλή,0),(Μέτρια,0),(Χαμηλή,1),(Πολύ χαμηλή,0)}

Διατροφή : μέτρια σε μέτρια προς κακή

NU= {(Πολύ καλή,0),(καλή,0),(Μέτρια,0.5),(Χαμηλή,0.5),(Πολύ χαμηλή,0)}

Κίνητρο : από καλό-μέτριο σε χαμηλό

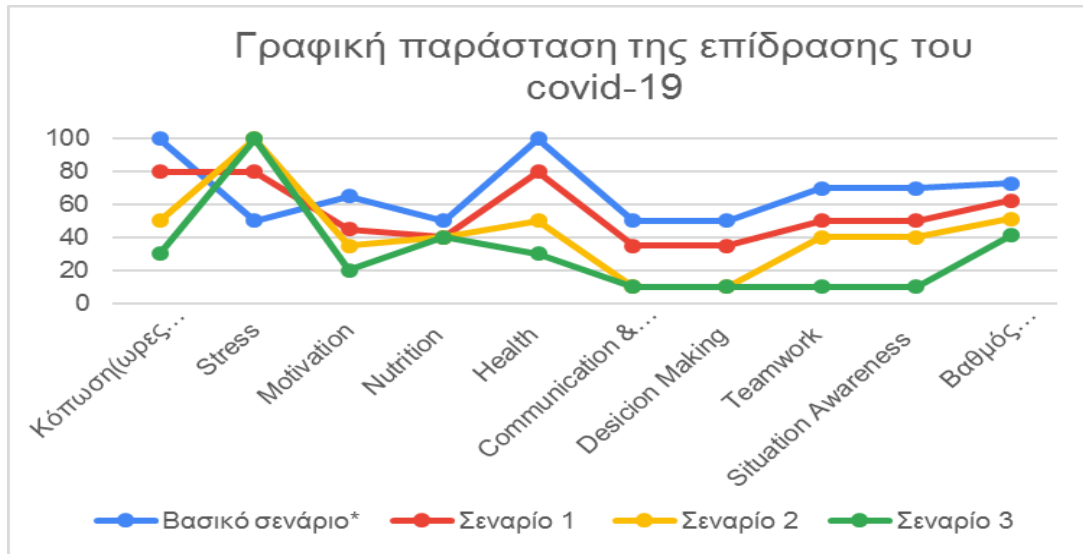
MOT= {(Πολύ καλή,0),(καλή,0),(Μέτρια,0),(Χαμηλή,1),(Πολύ χαμηλή,0)}

Συγκεντρωτικά έχουμε τον παρακάτω πίνακα με τα σενάρια μείωσης των παραγόντων.

Πίνακας 12 σενάρια μείωσης παραγόντων λόγω covid-19

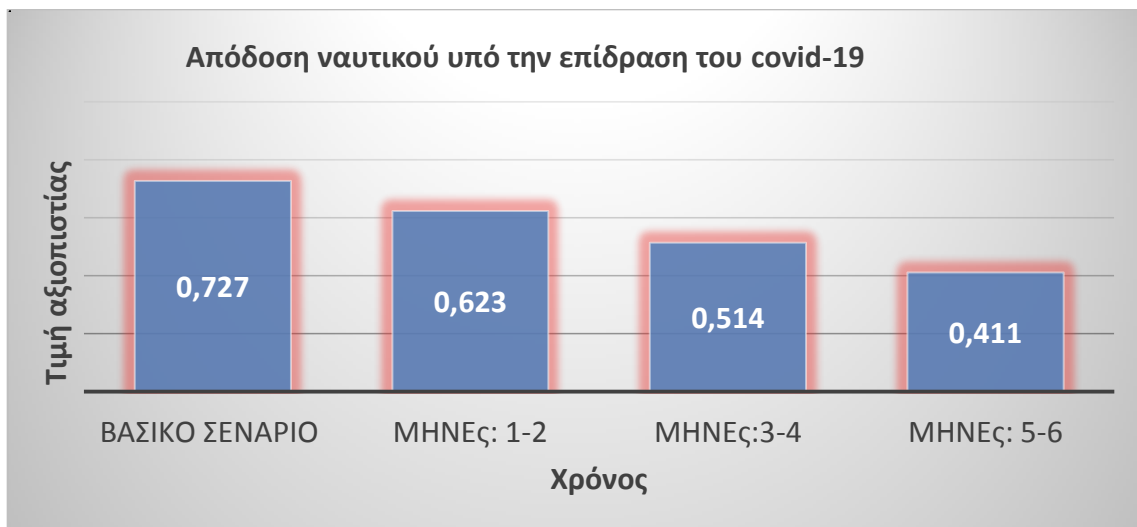
Σενάρια Μείωση Παραγόντων λόγω covid-19				
Παράγοντες	Βασικό σενάριο*	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3
1. Κόπωση(ωρες υπνου)	πολύ καλή (100%)	καλή(100%)	Μετρια (100%)	πολύ χαμηλή (100%)
2. Stress	Μέτριο (100%)	Υψηλό (100%)	πολύ υψηλό (100%)	πολύ υψηλό (100%)
3. Motivation	καλό(49%) μέτριο (51%)	μέτριο (50%), χαμηλό (50%)	Χαμηλό (100%)	Χαμηλό (50%) πολύ χαμηλό (50%)
4. Nutrition	Μέτρια (100%)	Μέτρια (50%), χαμηλή (50%)	μέτρια(50%), χαμηλή (50%)	μέτρια50%, χαμηλή 50%
5. Health	Πολύ καλη (100%)	καλή(100%)	Μετρια (100%)	Χαμηλή (100%)
6. Communication & Language skill	μετρια (100%)	Χαμηλή (100%)	πολύ χαμηλή (100%)	πολύ χαμηλή (100%)
7. Desicion Making	Μετρια (100%)	Χαμηλή (100%)	πολύ χαμηλή (100%)	πολύ χαμηλή (100%)
8. Teamwork	Καλή (100%)	Μετρια (100%)	Χαμηλή (100%)	πολύ χαμηλή (100%)
9. Situation Awareness	Καλή (100%)	Μετρια (100%)	πολύ χαμηλή (100%)	Πολύ χαμηλή (100%)
Τιμή αξιοπιστίας(%)	72,7	62,3	51,4	41,1

Μετατρέποντας τους βαθμούς πίστης του κάθε παράγοντα που επηρεάζεται από τον covid-19 σε βαθμούς από το (0-100) προκύπτει το παρακάτω διάγραμμα.



Εικόνα 35 βαθμός μείωσης των παραγόντων

Η τιμή αξιοπιστίας του ναυτικού για κάθε σενάριο φαίνεται και διαγραμματικά παρακάτω.



Εικόνα 36 απόδοση ναυτικού υπό την επίδραση covid-19

Τέλος, από την εικ.34 έχουμε τις τιμές της απόδοσης για κάθε σενάριο :

Αρχική υπόθεση : Performance = {(μέτρια 0,79),(χαμηλή 0,12)}

Μήνες 1-2 : Performance = {(πολύ χαμηλή 0,88),(Χαμηλή 0,12)}

Μήνες 3-4: Performance = {(πολύ χαμηλή 1)}

Μήνες 5-6 :Performance = {(πολύ χαμηλή 1)}

Συμπεράσματα

Η αξιοποίηση της μέτρησης της απόδοσης του ανθρώπου στο πλοίο μπορεί να αποτελέσει μία ενδιαφέρουσα πρόκληση για τις νέες δυνατότητες που δημιουργούνται στο ναυτιλιακό πεδίο.

Κρίνεται αναγκαία η εφαρμογή του μοντέλου σε πραγματικές συνθήκες με τον σχεδιασμό μιας ευρύτερης έρευνας τόσο στην Ελλάδα, όσο και συγκριτικά με τη διεθνή βιβλιογραφία και εμπειρία

Τα ακόλουθα συμπεράσματα προκύπτουν από την ανάλυση των εφαρμογών του Bayesian Network σχετικά με πραγματικά και υποθετικά σενάρια

- Το μοντέλο που αναπτύχθηκε βασίστηκε στην συστημική προσέγγιση, και κατέδειξε ότι η τιμή απόδοσης ενός ναυτικού δεν είναι σταθερή, αλλά είναι εξαρτώμενη από διάφορους παράγοντες όπως η ευημερία του ναυτικού (δηλαδή το επίπεδο κόπωσης), οι αλλαγές στις περιβαλλοντικές συνθήκες (δηλ. Η κατάσταση της θάλασσας) καθώς και οι συνθήκες επί του πλοίου (π.χ. σχεδιασμός και διάταξη του χώρου). Για παράδειγμα, το περιγραφόμενο μοντέλο δείχνει ότι, εάν ο βαθμός του σχεδιασμού και των χώρων διαμονής ενός πλοίου είναι «πολύ κακός» και ο βαθμός της κατάστασης της θάλασσας είναι «πολύ κακός», τότε λόγω θορύβου και των κραδασμών, ο ναυτικός δεν θα μπορούσε να κοιμηθεί σωστά. Επομένως, ο βαθμός της ώρας ανάπαυσης θα μειωθεί από «καλή» σε «μετρία». Κατά συνέπεια, τα επίπεδα άγχους και η κατάσταση της υγείας του θα αλλάξουν. Ως αποτέλεσμα, η τιμή αξιοπιστίας του ναυτικού θα είναι 25,% χαμηλότερη από εκείνη του ίδιου ατόμου πάνω σε ένα πλοίο με πολύ καλό βαθμό σχεδιασμού και χώρων διαμονής. Ως εκ τούτου, κατά την προετοιμασία της ναυπήγησης ενός καινούργιου πλοίου και καθ 'όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής του, οι πλοιοκτήτες πρέπει να εξετάζουν κατάλληλα την ανθρωποκεντρική σχεδίαση του.
- Ένας άλλος παράγοντας που μπορεί να επηρεάσει σημαντικά την απόδοση του ναυτικού είναι το κίνητρο. Με βάση την ανάλυση που πραγματοποιήθηκε, μπορεί να αποδειχθεί ότι, εάν ο βαθμός του κινήτρου του

ναυτικού είναι «πολύ υψηλός», τότε η τιμή αξιοπιστίας του είναι 21% μεγαλύτερη από αυτήν του ίδιου ατόμου με «πολύ χαμηλό κίνητρο».

- Από την ανάλυση ευαισθησίας (sensitivity analysis) του μοντέλου, διαπιστώθηκε ότι τα αποτελέσματα του μοντέλου επηρεάζονται περισσότερο από το επίπεδο των ωρών που κοιμάται κάποιος. Αξίζει να σημειωθεί ότι ένα άτομο που δεν κοιμάται ικανοποιητικά αυξάνει σημαντικά το επίπεδο κόπωσης του, με αποτέλεσμα να υπόκειται σε δυσφορία, μεταβολή της διάθεσης, υπνηλία, ψευδαισθήσεις, στρες και σοβαρές επιπτώσεις στην υγεία.
- Η αξιολόγηση της απόδοσης ενός ναυτικού μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ένα προληπτικό μέτρο κατά των ατυχημάτων τόσο στο λιμάνι όσο και κατά την διάρκεια του ταξιδιού στην θάλασσα καθώς διασφαλίζεται η κατάλληλη εκτέλεση των καθηκόντων επί του πλοίου. Επομένως, η απόδοση του ναυτικού πρέπει να μετράται κατάλληλα και τακτικά. Τα κίνητρα ενός ναυτικού, η κόπωση και οι ώρες ανάπαυσης εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τις οργανωτικές και διοικητικές λειτουργίες μιας ναυτιλιακής εταιρείας. Συνεπώς, η συχνότητα των ατυχημάτων μπορεί να μειωθεί ως αποτέλεσμα της εφαρμογής ορθών στρατηγικών που να συντελούν στην βελτίωση της απόδοσης του ναυτικού.
- Οι μη τεχνικές δεξιότητες του ναυτικού όπως επικοινωνία, ομαδικότητα επηρεάζουν σημαντικά την απόδοση του ναυτικού. Συνεπώς είναι σημαντικό να εκτιμάται και να υπάρχει πρόβλεψη των ψυχοκοινωνικών βλαπτικών παραγόντων (υπερβολικό άγχος, μονοτονία, πολλές ώρες εργασίας) προς αποφυγή φαινομένων mobbing¹ και burn-out (σύνδρομο επαγγελματικής εξουθένωσης) αλλά να υπάρχει και η κατάλληλη γνώση και ενημέρωση για τα φαινόμενα αυτά τα οποία μπορούν να παρατηρηθούν και οριζοντίως μεταξύ των εργαζομένων και κάθετα από την διοίκηση προς τους εργαζομένους και το αντίστροφο.

¹ •κάθε καταχρηστική συμπεριφορά που εκδηλώνεται με λόγια, πράξεις, γραπτά μηνύματα και μπορεί να ζημιώσει την προσωπικότητα, την αξιοπρέπεια ή τη σωματική ή ψυχική ακεραιότητα του ατόμου, να θέσει σε κίνδυνο την εργασία του ή να διαταράξει το εργασιακό κλίμα. (ΕΙΥΑ,2015)

- Η επίδραση του Covid-19 έχει σημαντικό αντίκτυπο στην απόδοση του ναυτικού. Από τα σενάρια που πραγματοποιήθηκαν, οι συγκυρίες που προκαλούνται εξαιτίας της πανδημίας (ανανέωση συμβολαίων, αυξημένος φόρτος εργασίας, έντονο αίσθημα άγχους) , έχουν σαν συνέπεια τόσο την αύξηση του στρες ,όσο και την ψυχική και σωματική εξουθένωση των ναυτικών αφού τα επίπεδα κόπωσης αυξάνονται σημαντικά. Επομένως είναι λογικό να μειώνεται το επίπεδο απόδοσης του πληρώματος, να αυξάνεται η πιθανότητα κάποιου αρνητικού γεγονότος και συνεπακόλουθα να μειώνεται το επίπεδο της ασφάλειας.

Προτάσεις

Σε αυτήν την παράγραφο θα παρουσιάσουμε τις προτάσεις ώστε να βελτιωθεί η απόδοση του ανθρώπου στο πλοίο.

- Ορθή ενσωμάτωση της μηχανικής του Ανθρώπινου Παράγοντα στη Ναυτιλία και ανάπτυξη εναλλακτικών σχεδίων πλοίων με τη χρήση εργαλείων για την ανάλυση και βελτιστοποίησή τους , με σκοπό την δημιουργία ενός άνετου και εύχρηστου χώρου εργασίας ώστε να ενισχυθεί η ηθική και η απόδοση των εργαζομένων στο πλοίο. (Zaraphonitis G. κ.α , 2018)
- Κατάλληλη τεχνολογική αναβάθμιση του πλοίου και σύνθεση του πληρώματος ώστε να ανταπεξέρχεται αποτελεσματικά σε περίπλοκα ζητήματα επί του πλοίου. (V. Lyridis, N. P. Ventikos κ.α, 2005)
- Εγκατάσταση πιο αποδοτικών συστημάτων φωτισμού ,η δημιουργία μιας υγιής «γωνίας» με χαλαρωτικό χρωματικό περιβάλλον, η προώθηση υγιεινών συνθηκών και τροφών με υψηλή διατροφική αξία μπορούν να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο στην ψυχοσωματική κατάσταση του εργαζομένου και να ενισχύσουν την απόδοση.
- Εισαγωγή βελτιωμένων και εργονομικών εγκαταστάσεων αναψυχής. Επαρκείς χώροι διαμονής για όλα τα μέλη του πληρώματος και εφαρμογή σύγχρονων εγκαταστάσεων, όπως σύνδεση στο Διαδίκτυο
- Ανάπτυξη διαπροσωπικών δεξιοτήτων των εργαζομένων με έναν δημιουργικό τρόπο μέσω καινοτόμων ομαδοσυνεργατικών πρακτικών
- Διερεύνηση του δυναμικού των εργαζομένων μέσω της εναλλαγής θέσεων εργασίας .Η συγκεκριμένη εργασία είναι χρήσιμη διότι βοηθά τους εργαζομένους να αποκτήσουν σημαντική εμπειρία και περισσότερες γνώσεις σε διάφορους τομείς μειώνοντας την μονοτονία λόγω της καθημερινής ρουτίνας της εργασίας
- Η αναγνώριση των ναυτικών ως εργαζομένων κλειδί για την παγκόσμια οικονομία και η δημιουργία ενός ολοκληρωμένου κανονιστικού πλαισίου για την Ναυτιλία έτσι ώστε να διασφαλίζονται οι αλλαγές των πληρωμάτων σε κάθε πιθανό σενάριο
- Κατάλληλη εκπαίδευση με έμφαση σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης και αλληλεπίδραση ανθρώπου-μηχανής μέσω διαδικασιών προσομοίωσης
- Ενίσχυση κινήτρων δίνοντας στους εργαζομένους προνόμια (παροχές, ψυχαγωγία, ταξίδια)
- Προώθηση της βελτίωσης των δεξιοτήτων των εργαζομένων μέσω σεμιναρίων, και μεταπτυχιακών σπουδών
- Υποστήριξη της ισορροπίας μεταξύ εργασίας και προσωπικής ζωής των εργαζομένων με μεθόδους mentoring και coaching
- Ανάπτυξη συστημάτων εσωτερικής αξιολόγησης έτσι ώστε να γίνεται εκτίμηση για το τι λειτουργεί καλά και τι όχι, και μέσω της ανατροφοδότησης να γίνονται οι απαραίτητες αλλαγές
- Υψηλότερα επίπεδα επάνδρωσης, ειδικά για πλοία μικρών αποστάσεων και πλοία μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων. Λιμενική βοήθεια κατά την εκφόρτωση (ειδικά

για μεγάλα δεξαμενόπλοια και εμπορευματοκιβώτια) έτσι ώστε να αποφεύγονται φαινόμενα κόπωσης και να διασφαλίζεται ικανοποιητική απόδοση.

- Δημιουργία υποδομών υποστήριξης για υγεία και ασφάλεια στο χώρο του πλοίου(ιατρός εργασίας) για την διασφάλιση της ψυχοσωματικής υγείας των εργαζομένων

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Στην παρούσα εργασία έγινε μια προσέγγιση του θέματος σε θεωρητικό πλαίσιο και με βάση την ανάπτυξη ενός μοντέλου για την αξιολόγηση της απόδοσης του ανθρώπου στο πλοίο. Αξίζει να σημειωθεί ότι η μελέτη της απόδοσης του ανθρώπου στο πλοίο είναι ένα πολύπλοκο ζήτημα που έχει να κάνει τόσο με τον ανθρώπινο παράγοντα όσο και με το σύστημα που τον περιβάλλει. Τα συστήματα δεν είναι απλώς μηχανισμοί καθώς αποτελούνται από ζωντανούς ανθρώπους, οι οποίοι όχι μόνο κινούνται με βάση τα συναισθήματα, τα κίνητρα, τις συνθήκες και τις ανάγκες τους, αλλά και ζουν σε περίπλοκα, αλληλοεξαρτώμενα περιβάλλοντα. Συνεπώς η κατανόηση των δυναμικών στοιχείων της ανθρώπινης απόδοσης και των συνθηκών είναι απαραίτητη. Αν οι συνθήκες είναι κατάλληλες, οι δεξιότητες των ανθρώπων εξελίσσονται μαζί με το περιβάλλον με το οποίο αλληλεπιδρούν, με αποτέλεσμα η ανθρώπινη αποδοτικότητα συνεχώς να βελτιώνεται.

Βιβλιογραφία

Albayrak, E. and Erensal, Y.C. (2004) *Using analytic hierarchy process (AHP) to improve human performance: an application of multiple criteria decision making problem*, Journal of Intelligent Manufacturing, Vol. 15, pp.491–503.

American Bureau of Shipping [ABS] (1998). *Guidance Notes on the Application of Ergonomics to Marine Systems*. New York: Author.

American Bureau of Shipping [ABS] (2002). *Guide for Crew Habitability on Ships*. December, 2001. Houston, TX: Author.

American Psychological Association (2012) *Stress: The different kinds of stress*. Available at: <http://www.apa.org/helpcenter/stress-kinds.aspx>

Anish Wankhede (2019). *What to do When Ship Encounters Rough Weather?* <https://www.marineinsight.com/marine-safety/what-to-do-when-ship-encounters-rough-weather/>

Arnoldsnd,R. & Wade,J. (2015) *A Definition of Systems Thinking: A System Approach*. Procedia Computer Science, Vol.44 669-678

Arslan, O., Er, I.D. (2008). *SWOT analysis for safer carriage of bulk liquid chemicals in tankers*. J. Hazard. Mater. 154, 901–913.

Askin, R.G. and Standridge, C.R. (1993) *Modelling and Analysis of Manufacturing Systems*. John Wiley and Sons, USA.

Barnes, C. M., J. R Hollenbeck, D. T. Wagner, D S. DeRue, J. D Nahrgang, K. M Schwind (2008) *Harmful Help: The Costs of Backing-Up Behavior in Teams*. journal of applied psychology,93(3).529-541

Bates, B.T. (1999) *A human performance model*. Proceeding of the 64th Convention of the Oregon States Bar.

Bemben GM and Gregory AM (1999) *Strength and power relationship as a function of age*. Journal of Strength and Conditioning Research, 13(4):330–338.

Bititci, U.S., Suwignjo, P. and Carrie, A.S. (2001) *Strategy management through quantitative modeling of performance measurement system*. International Journal of Production Economics, Vol. 69, pp.15–22.

Boring RL, Forester JA, Bye A, Dang VN, Lois E. (2010) *Lessons learned on benchmarking from the international human reliability analysis empirical study*, PSAM International Conference on Probabilistic Safety Assessment and Management.

Bos, J.E. (2004). *How motions make people sick such that they perform less: a model based approach*, RTO AVT Symposium on "Habitability of Combat and Transport Vehicles. Noise, Vib. Motion 1–11.

Calhoun S.R. (2006) *Human Factors in Ship Design: Preventing and Reducing Shipboard Operator Fatigue*. University of Michigan Department of Naval Architecture and Marine Engineering U.S. Coast Guard Research Project.

Calhoun S.R., (2006) *Human Factors in Ship Design: Preventing and Reducing Shipboard Operator Fatigue*. University of Michigan Department of Naval Architecture and Marine Engineering U.S. Coast Guard Research Project

CASA, (2012) *Human Factors Resource Guide for Pilots*, Canberra AUSTRALIA

Causes and the Consequences of Oil Marine Pollution: the Case of Maritime Transport in the Greek Seas and in the Gulf of Saronikos. PhD Dissertation, National Technical University of Athens, Athens, Greece.

Center for Chemical Process Safety (1994) *Guidelines for Preventing Human Error in Process Safety*. American Institute of Chemical Engineers, , pp.12-17, 103-107.

Chalmers, A.F. (2014). *Τι είναι αυτό που το λέμε επιστήμη*; Μτφ. Γιώργος Φουρτούνης, Α. Μπαλτάς (επιμ.). Ηράκλειο

Cohen, S., Weinstein, N. (1981) *Nonauditory effects of noise on behavior and health*. J.Soc. Issues 37, 36–70.

Colwell, J. (2005). *Modeling ship motion effects on human performance for real time simulation*. Nav. Eng. J. 117, 77–90.

Cooper, R.A. (1991) *System identification of human performance models*. IEEE Transaction on Systems, Man and Cybernetics, Vol. 21, No. 1, pp.244–252.

Datta, V., Bann, S., Mandalia, M. and Darzi, A. (2006) *The surgical efficiency score: a feasible, reliable, and valid method of skills assessment*. The American Journal of Surgery, Vol. 192, pp.372–378.

.

Dhillon, B.S. (1989) *Modelling human errors in repairable systems*. IEEE Proceedings of Annual Reliability and Maintainability Symposium, pp.418–424.

Dhillon, B.S. and Yang, N. (1995) *Probabilistic analysis of a maintainable system with human error*. Journal of Quality in Maintenance Engineering, Vol. 1, No. 2, pp.50–59

DiMittia, D.G., Khan, F.I. and Amyotte, P.R. (2005) *Determination of human error probabilities for offshore platform musters*. Journal of Loss Prevention in the Process Industries, Vol. 18, pp.488–501.

Ellis N (2009) *Vessel design and the wellbeing of seafarers*. SIRC Symposium, Cardiff University, 8–9 July , Cardiff: Seafarers International Research Centre, , ISBN 1–900174–36–7.

Espejo,R (1994) *What is Systemic Thinking? In System Dynamics*. Review,June 6.6199-212

Finkel, M. (2011) *On Flexibility: Recovery from Technological and Doctrinal Surprise on the Battlefield*. Stanford, CA: Stanford University Press.

Fogarty, Gerard J. and Murphy, Peter J. and McTernan, Wesley and Cooper, Ryan and Fry, Clare and Langford, Kyle and Reid, Nathan and McLean, Heidi (2018) *Aviation non-technical skills guidebook*. Defence Aviation Safety Authority, Canberra, Australia.

Gawron V. J. (2019) *Human Performance and Situation Awareness Measures*. Boca Raton: CRC Press

Georgieva, D. (2019) *Scientific Bulletin of Naval Academy*. Vol. XXII, pg. 83-90.

Gilbert (1996), *Human Competence*. Engineering Worthy Performance, pp.82-89.

Gilbert, T. (1998) *Maritime Response Operations-Requirements for Met/Ocean Data and Services*. In: Conference and Workshop on Meteorological and Oceanographic

Gilbert, T. F., (1978) *Human Competence: Engineering Worthy Performance*. New York: McGraw-Hill

Glenn, F., Neville, K., Stokes, J. and Ryder, J. (2004) *Validation and calibration of human performance models to support simulation-based acquisition*. IEEE Proceedings of the Simulation Conference, Vol. 2, pp.1533–1540

Gore, B.F. and Corker, K.M. (2002) *Increasing aviation safety using human performance modelling tools: an air man-machine integration design and analysis system application*. Government and Aerospace Simulation, Vol. 34, No. 3, pp.183–188.

Grozdanović, M. and Stojilković, E. (2006) *Framework for human error quantification*. Philosophy, Sociology and Psychology, Vol. 5, No. 1, pp.131–144.

Hancock, P.A., Ross, J.M., Szalma, J.L. (2007). *A meta-analysis of performance response under thermal stressors*. Hum. Factors J. Hum. Factors Ergonomics Soc. 49, 851–877

Harvard Mental Health Letter (2010) *Mental health problems in the workplace*. https://www.health.harvard.edu/newsletter_article/mental-health-problems-in-the-workplace, (επίσκεψη 9/6/2020)

Health and Safety Commission (1991) *Human Reliability Assessment - A Critical Overview*. Her Majesty's Stationery Office, , p.33.

Heckerman D. (2001) *Bayesian Graphical Models and Networks*. International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences,

Helmreich and Merritt (1998) *Culture at Work in Aviation and Medicine*. p.133-139.

Hetherington C, Flin R and Mearns K (2006) *Safety in shipping: the human element*. Journal of Safety Research, 37(1):401–411

Hollnagel Erik, Speziali Josephine (2008) *Study on Developments in Accident Investigation Methods: A Survey of the State-of-the-Art*. SKI Report 2008:50

Hollnagel, E. (2006) *Human reliability analysis*, *International Encyclopaedia of Ergonomics and Human Factor.*, 2nd ed., pp.753–757, CRC Press.

Hollnagel, E., Braithwaite, J. & Wears, R. L. (2013) *Resilient health care*. Farnham. UK: Ashgate.

HSE (2006) *The Fatigue and Risk Index Calculator*. HSE Research Report 446 .
<http://www.carleton.ca/hotlab/hottopics/Articles/HumanReliabilityAnalysisF.htm>
(accessed on February 2020)

International Labour Organisation, ILO-180 (2004) *Seafarer's hours of work and manning of ships*. Geneva, 22 October 1996, Treaty series, 10,

International Maritime Organization (IMO) (2001) *Guidelines on fatigue mitigation and management*. Available at: <http://www.imo.org/OurWork/HumanElement/VisionPrinciplesGoals/Documents/1014.pdf> Accessed on 11 August 2020

Ji An, Yun Liu , Yujie Sun , Chen Liu (2020) *Impact of Work–Family Conflict, Job Stress and Job Satisfaction on Seafarer Performance*. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 17, 2191

Khan, F.I., Amyotte, P.R. and DiMattia, D.G. (2006) *HEPI: a new tool for human error probability calculation for offshore operation*. *Safety Science*, Vol. 44, pp.313–334

Klir, G. (1991) *Facets of systems science*. New York: Plenum Press

Koester, T. (2001) *Human error in the maritime work domain*. Proceedings of 20th European Annual Conference on Human Decision Making and Manual Control, June, Kongens Lyngby, Denmark, pp.149–158.

Kumar, U. (2006) *Development and implementation of maintenance performance measurement system: issues and challenges*. *WCEM*, Vol. 127, pp.1–6 .

Lee, K.W., Higgins, J.J. and Tillman, F.A. (1988b) *Stochastic modelling of human-performance reliability*. IEEE Transaction on Reliability, Vol. 37, No. 5, pp.501–504.

Lee, K.W., Tillman, F.A. and Higgins, J.J. (1988a) *A Literature survey of the human reliability component in a man-machine system*. IEEE Transaction on Reliability, Vol. 37, No. 1, pp.24–34.

Levitt, J. (1997) *The Handbook Of Maintenance Management*. Industrial Press Inc., New York.

Lyridis.D, Ventikos.N, Zacharioudakis G. Dilzas K.,Psaraftis H (2005) *Introduction to an innovative crew composition approach based on safety/operational and financial requirements*. Journal of Maritime Affairs.

Luhmann,N. (1995) *Θεωρία κοινωνικών συστημάτων*. Αθήνα:Σάκκουλα

Maguire, R. (2005) *Validating a process for understanding human error probabilities in complex human computer interfaces*. Complexity in Design and Engineering, available at <http://www.dcs.gla.ac.uk/~johnson/complexity/Proceedings/RLM.PDF>

Marcin Nazaruk, Baker Hughes (2019) “*A brief history: the evolution of human factors, human performance*”. <https://www.drillingcontractor.org/a-brief-history-the-evolution-of-human-factors-human-performance-53368> τελευταία επίσκεψη: 25/08/2020

Martínez de Osés,Francesc Xavier, Ventikos, Nikolaos P. (2003) *A Critical Assessment of Human Element Regarding Maritime Safety*.

McCallum M.C., Raby M., Rothblum A.M., Forsythe A.M., Slavich A., and Smith M. W (2000) *Communications Problems in Marine Casualties: A Research Study to Develop and Evaluate Investigation, Reporting, and Analysis Procedures*. Study performed for the U.S. Coast Guard Research and Development Center

Miia Haka, Daniel F. Borch, Chris Jensen, Anja Leppin (2011) “*Should I stay or should I go? Motivational profiles of Danish seafaring officers and non-officers.*”

Miller G.E. (2000) *The Current and Suggested Role of Human and Organizational Factors (HOF) for the Reduction of Human Induced Accidents and Incidences [sic] in the Maritime Industry.* Paper presented at Maritime Human Factors 2000, Linthicum, MD, March 13-14, 2000.

Mitroussi K. (2008) *An appraisal of motivation principles in shipping companies.* Cardiff Business: UK

Moorthy, K., Munz, Y., Sarker, S.K. and Darzi, A. (2003) *Clinical review: objective assessment of technical skills in surgery.* BMJ, Vol. 327, pp.1032–1037

Nagy, G. (2002) *Human reliability analysis: from action to context.* Human Oriented Technology Lab, Carleton University, available at <http://www.carleton.ca/hotlab/hottopics/Articles/HumanReliabilityAnalysisF.htm> (accessed on February 2020).

Nagy, G. (2002) *Human reliability analysis: from action to context.* Human Oriented Technology Lab, Carleton University

Neely, A., Gregory, M. and Platts, K. (1995) “*Performance measurement system design: a literature review and research agenda*”, International Journal of Operations & Production Management, Vol. 15, No. 4, pp.80–116.

Park, K.S. and Lee, J.I. (2008) *A new method for estimating human probabilities: AHP-SLIM.* Reliability Engineering and System Safety, Vol. 93, pp.578–587

Parsons, K. (2014) *Human Thermal Environments: the Effects of Hot, Moderate, and Cold Environments on Human Health, Comfort, and Performance.* third ed. CRC Press, United States

Pearl JF (1986) *Propagation and Structuring in Belief Networks*, *Journal of Artificial Intelligence*. University of California, Los Angeles 29(3):241–288.

Picu, L.; Rusu, E. (2017) *Whole-body vibration of a push-tow boat crew operating on the Danube River*, *Mechanical Testing and Diagnosis*, ISSN 2247–9635, 2017 (VI D), Volume 1, 28-35.

Porras. (1987) *Stream Analysis, A Powerful Way to Diagnose and Manage Organizational*. Change pp.35-40.

Ramin Riahi, Stephen Bonsall, Jenkinson I., Jin Wang (2012) *A seafarer's reliability assessment incorporating subjective judgement*. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers Part M Journal of Engineering for the Maritime Environment 226(4):313-334

Reason. (1998) *Managing the Risks of Organizational Accidents*. p.127. 18 Demming. *Out of the Crisis*, 1986, p.315.

Reber,(1995) *Dictionary of Psychology*, 2nd ed., pp. 86-87.

Riahi R, Bonsall S, Jenkinson I and Wang J (2012) “*A seafarer’s reliability assessment incorporating subjective judgements*”, Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part M: Journal of Engineering for the Maritime Environment, 226(4):313–334.

Rothblum A.M.(2011) *Human Error and Marine Safety*. U.S. Coast Guard Research & Development Center.

Sampson, H., Ellis, N. (2019), *Seafarer’s mental health and wellbeing*. IOSH, 2019

Sanquist T.F., Lee J.D., McCallum M.C., and Rothblum A.M. (1996) *Evaluating Shipboard Automation: Application to Mariner Training, Certification, and Equipment Design*. Proceedings of the Public Forum on Integrated Bridge

Systems held March 6-7, 1996 in Vienna, VA. Washington, D.C.: National Transportation Safety Board

Selye, H. (1976) *The Stress of Life*. McGraw-H

Sheridan, T. (2002) *Humans and Automation: Systems Design and Research Issues*. Wiley, New York.

Silvana Galderisi, Andreas Heinz, Marianne Kastrup, Julian Beezhold, Norman Sartorius. (2015). *Toward a new definition of mental health*. World Psychiatry, vol. 14 (2), 231-233. doi:10.1002/wps.20231.

Smith A, Allen P and Wadsworth E. (2006) *Seafarer fatigue: the Cardiff research programme*. Journal of Psychopharmacology,20(1):5–13.

Smith DJ, (1992) *Reliability, maintainability and risk*. 4th edition, Butterworth-Heinemann Ltd, Basingstoke, UK

Soltani, E., Gennard, J., van der Meer, R.B. and Williams, T. (2004) *HR performance evaluation in the context of TQM: a review of the literature*. International Journal of Quality and Reliability Management, Vol. 21, No. 4, pp.377–396

Spurgin, A.J. (2002) *Critique of current human reliability analysis methods*. IEEE 7th Human Factors Meeting, Vol. 3, pp.12–18.

STCW (1995) *The Standard for Training Certification and Watch keeping*. Available at: www.stcw.org Accessed on 11 August 2020.

Suwingnjo, P., Bititci, U.S. and Carrie, A.S. (2000) *Quantitative models for performance measurement system*, International Journal of Production Economics, Vol. 64, pp.231–241.

Thomas F. Gilbert (1974) *Human Competence, Engineering Worthy Performance* . pp. 15-19.

Toriizuka, T. (2001) *Application of performance shaping factor (PSF) for work improvement in industrial plant maintenance tasks*. International Journal of Industrial Ergonomics, Vol. 28, pp.225–236

Tupper, E.C. (2013). *Introduction to Naval Architecture*. fifth ed. Elsevier Ltd, United Kingdom.

Ventikos N.P. (2002) *Development of an Evaluation Model for the Importance, the Causes and the Consequences of Oil Marine Pollution: the Case of Maritime Transport in the Greek Seas and in the Gulf of Saronikos*. PhD Dissertation, National Technical University of Athens, Athens, Greece.

Ventikos N.P., Papamichalis G. (2008) *Μελέτη ναυτικών ατυχημάτων μέσω δικτύων πίστης, τεύχος Α: Μοντέλο προσάραξης*. National Technical University of Athens, (in Greek).

Ventikos, N. P., Padouva, I., Lykos G. V. (2014) *How to achieve an effective behavioral-based safety plan: the analysis of an attitude questionnaire for the maritime industry*. WMU Journal of Maritime Affairs

Ventikos, N.P., Papanikolaou, A.D. Louzish, K., Koimtzoglou, A. (2018) *Statistical analysis and critical review of navigational accidents in adverse weather conditions*. Ocean Engineering 163,σελ 502–517

Wang, C.H. and Hwang, S.L. (2004) *A stochastic maintenance management model with recovery factor*. Journal of Quality in Maintenance Engineering, Vol. 10, No. 2, pp.154–164.

Welle S, (1998) *Resistance training in older persons*. Clinical Geriatrics, 6(1):48–59.

Wertheim, A. (1998). *Working in moving environment*. Ergonomics 41, 1845–1858.

Wiegmann, A.A. and Shappell, S.A. (2001) *Applying the human factors analysis and classification system (HFACS) to the analysis of commercial aviation accident data*. 11th International Symposium on Aviation Psychology, The Ohio State University, Columbus, OH.

Yang JB, (2001) *Rule and utility based evidential reasoning approach for multi attribute decision analysis under uncertainties*. European Journal of Operational Research, 131(1):31–61.

Young, M.J. (2003) *Human performance model validation: one size does not fit all*. Summer Computer Simulation Conference, pp.732–735

Zaraphonitis G., Marzi, A. Papanikolaou J., P. Corrigan, L. Lecointre .*HOLISTIC ship design optimisation*. Taylor & Francis Group, London

Zimmer AC (1986) *What uncertainty judgements can tell about the underlying subjective probabilities*. In LN Kanal and JF Lemmer, editors, *Uncertainty in Artificial Intelligence*, North-Holland, Amsterdam

Zinser, K. and Henneman, R.L. (1988) *Development and evaluation of a model of human performance in a large-scale system*, IEEE Transaction on System, Man, and Cybernetics, Vol. 18, No. 3, pp.367–375.

Κοντάκος, Α. (2010) Συστημική εκπαιδευτική ηγεσία, (επιμ) Θέματα εκπαιδευτικού σχεδιασμού, τ.4, Αθήνα: Διάδραση, Πανεπιστήμιο Αιγαίου

Κούναβος Δ. (2012). *Ανθρώπινο Σφάλμα και Μέθοδοι Εκτίμησης της Ανθρώπινης Αξιοπιστίας*. Θεσσαλονίκη: ΑΠΘ

Μ.Αρβανίτης (2015) *Bayesian δίκτυα και εύρεση δομής με ακριβή αλγόριθμο*. Αθήνα:
ΕΚΠΑ

Σπύρου, Κ. (2017) *Μελέτη και εξοπλισμός πλοίου II*.Αθήνα :ΕΜΠ

Σχίζα,Κ.(2008) *Συστημική Σκέψη και Περιβαλλοντική Εκπαίδευση*. Αθήνα :Χρ.
Δαρδανός