



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ
ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΛΙΚΩΝ

**Χρήση αλγορίθμων μηχανικής μάθησης για την αξιολόγηση
και τη βελτίωση της υγείας και της ασφάλειας των εργαζομένων
σε νοσοκομεία – θεραπευτήρια**

Εργαστηριακή Άσκηση

Αθήνα, Μάρτιος 2021

Πίνακας Περιεχομένων

Αντικείμενο της άσκησης - Σκοπός.....	3
Προσδοκώμενα αποτελέσματα - Στόχοι.....	3
Διάγραμμα ροής υλοποίησης της άσκησης	4
1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	5
1.1 Πρόλογος.....	5
2 ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	7
2.1 Βασικές Έννοιες Επαγγελματικού Κινδύνου	7
2.2 Μεθοδολογία Ανάλυσης Επικινδυνότητας	9
2.2.1 Ταξινόμηση κινδύνων	9
2.2.2 Αιτίες ατυχημάτων – Ιδιαιτερότητες του νοσοκομειακού τομέα	10
2.2.3 Στάδια εκτίμησης κινδύνου.....	11
2.2.4 Υπολογισμός του κινδύνου	12
2.3 Εξόρυξη γνώσης	15
2.3.1 Θεωρία Bayes	16
2.3.2 Naïve Bayes	17
2.3.3 Δίκτυα Bayes	18
2.3.4 Ταξινόμηση κοντινότερου γείτονα	19
3 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΜΕΡΟΣ	20
3.1 Προαπαιτούμενα-Χρησιμοποιούμενο Λογισμικό	20
3.2 Μεταβλητές	21
3.2.1 Εισαγωγή τιμών επικινδυνότητας	24
3.3 Εφαρμογή σεναρίου	25
3.3.1 Ενημέρωση σχετικού αρχείου.....	25
3.3.2 Εισαγωγή δεδομένων στο Weka	26
4 ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΑΥΤΟΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ.....	31
Βιβλιογραφία	32

ΑΣΚΗΣΗ

2

Χρήση αλγορίθμων μηχανικής μάθησης για την αξιολόγηση και τη βελτίωση της υγείας και της ασφάλειας των εργαζομένων σε νοσοκομεία – θεραπευτήρια

Αντικείμενο της άσκησης - Σκοπός

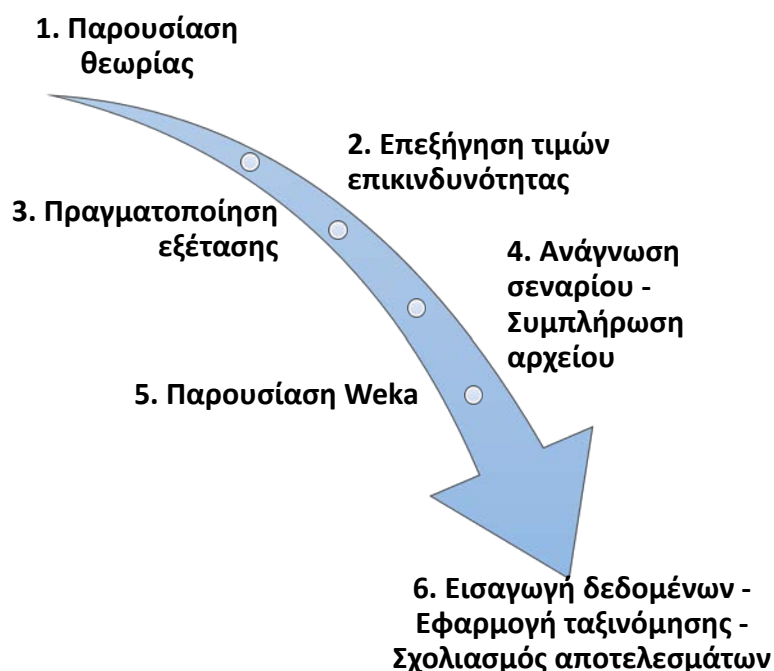
Αντικείμενο της άσκησης είναι η χρήση τεχνικών εξόρυξης γνώσης (αλγόριθμοι μηχανικής μάθησης) προκειμένου να γίνει αντιληπτή η διαχείριση ζητημάτων ΥΑΕ σε νοσοκομεία και ειδικότερα η αξιοποίηση δεδομένων ελέγχων και συμβάντων – ατυχημάτων για τη βελτίωσή της.

Προσδοκώμενα αποτελέσματα - Στόχοι

- ✓ Να εξοικειωθούν οι φοιτητές με το πλαίσιο ΥΑΕ και τις σχετικές έννοιες της εκτίμησης του επαγγελματικού κινδύνου, ειδικότερα στον τομέα των Νοσοκομείων.
- ✓ Να αντιληφθούν τη λειτουργία και τη χρησιμότητα αλγορίθμων μηχανικής μάθησης σε πρακτικό επίπεδο.
- ✓ Να γνωρίζουν οι φοιτητές ως μηχανικοί βιοϊατρικής τεχνολογίας ένα νέο πεδίο επαγγελματικής δραστηριότητας όπως αυτό του Τεχνικού Ασφαλείας και του Συμβούλου σε θέματα ΥΑΕ.

Διάγραμμα ροής υλοποίησης της άσκησης

Στο διάγραμμα ροής που ακολουθεί περιγράφεται συνοπτικό η χρονική διαδοχή των σταδίων υλοποίησης της εργαστηριακής άσκησης



Σχήμα 1: Χρονοδιάγραμμα υλοποίησης της εργαστηριακής άσκησης

Λέξεις Κλειδιά

Πίνακας Συντομογραφιών

Πλήρης Όρος	Συντομογραφία
Τεχνικός Ασφάλειας	ΤΑ
Υγεία και Ασφάλεια της Εργασίας	ΥΑΕ
Μηχανική Μάθηση	ΜΜ

1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Πρόλογος

Η κατάσταση που επικρατεί σήμερα στα ελληνικά νοσοκομεία παρουσιάζει σοβαρά κενά, τόσο στον τομέα της πρόληψης και της καταγραφής των ατυχημάτων, όσο και σε αυτόν της εκτίμησης του επαγγελματικού κινδύνου. Ο θεσμός του Τεχνικού Ασφαλείας (εφεξής ΤΑ) δεν είναι διαδεδομένος, ενώ τυχόν παρουσία του εξαντλείται σε γενικές τεχνικές συστάσεις. Παράλληλα, εκτός από τη γενικότερη οικονομική ύφεση και τα επακόλουθά της, υφίστανται προβλήματα όπως η έλλειψη συντονισμού και ομοιογένειας, στοιχείων και πληροφόρησης, νορμών που θα εφαρμόζονται από το σύνολο των νοσοκομείων, η δυσλειτουργία και η ανοχή των ελεγκτικών μηχανισμών, καθώς και η έλλειψη της σχετικής κουλτούρας.

Το νοσοκομειακό περιβάλλον εργασίας παρουσιάζει αυξημένη επικινδυνότητα όσον αφορά στην υγεία και την ασφάλεια της εργασίας (εφεξής ΥΑΕ). Ζητούμενο αποτελεί η κατά το δυνατό βέλτιστη διαχείριση αυτού του περιβάλλοντος εργασίας και των επαγγελματικών κινδύνων που το χαρακτηρίζουν προκειμένου να μεγιστοποιηθεί η ασφάλεια για το προσωπικό και τους χρήστες (π.χ. ασθενείς, επισκέπτες, προμηθευτές) κάθε εγκατάστασης.

Η αναγκαιότητα ενασχόλησης με το πεδίο ΥΑΕ προκύπτει από την ποιοτική και την ποσοτική σημασία της έννοιας του επαγγελματικού κινδύνου. Η ποιοτική διάσταση αφορά την άμεση σύνδεση αυτού του κινδύνου και των ενδεχόμενων συμβάντων – ατυχημάτων – ασθενειών με το ύψιστο αγαθό της ανθρώπινης υγείας, ενώ η ποσοτική διάσταση σχετίζεται με ό,τι συνεπάγεται η εκδήλωση των παραπάνω και τις επιπτώσεις τους σε κοινωνικό, επιχειρησιακό – επαγγελματικό και οικονομικό επίπεδο [1]. Ενδεικτική όσον αφορά στο κοινωνικό και οικονομικό επίπεδο είναι η επιβάρυνση των ασφαλιστικών οργανισμών εξαιτίας των οικονομικών απωλειών που σχετίζονται με τη σειρά τους με τη διαχείριση των εργατικών ατυχημάτων και των επαγγελματικών νόσων [2].

Είναι χαρακτηριστικό πως σύμφωνα με παλαιότερη σχετική μελέτη [3], αυτές οι απώλειες σε ευρωπαϊκή κλίμακα υπολογίζονται σε 500 δις ευρώ ετησίως (4% του ευρωπαϊκού ΑΕΠ). Σε πρόσφατη μελέτη του Ευρωπαϊκού Οργανισμού για την Υγεία και την Ασφάλεια (European Agency For Safety And Health At Work - EU-OSHA) η κατάσταση δεν δείχνει να αλλάζει σημαντικά, με τις απώλειες να εκτιμώνται στο 3.9% του Παγκόσμιου Ακαθάριστου Εγχώριου Προϊόντος (Global gross domestic product - GDP) και στο 3.3 % του Ευρωπαϊκού. Το ποσοστό αυτό μπορεί να διαφέρει μεταξύ χωρών, ειδικά μεταξύ Δυτικών και μη Δυτικών χωρών και να διαμορφώνεται ανάλογα με τους κύριους κλάδους δραστηριοτήτων, το νομοθετικό πλαίσιο και τη λήψη προληπτικών – διορθωτικών μέτρων [4].

Σύμφωνα με σχετική μελέτη (INE- ΓΣΕΕ, 2015) [5] το 10% περίπου των εργαζομένων στην Ευρωπαϊκή Ένωση απασχολούνται στον κλάδο υγειονομικής περίθαλψης και πρόνοιας, με μεγάλο ποσοστό αυτών να απασχολούνται στα θεραπευτήρια. Επίσης, σύμφωνα με στοιχεία του EU-OSHA, το ποσοστό εργατικών ατυχημάτων στον κλάδο υγειονομικής περίθαλψης στην Ελλάδα είναι κατά 34% υψηλότερο από το μέσο όρο της ΕΕ. Επιπλέον, ο κλάδος αυτός παρουσιάζει το δεύτερο μεγαλύτερο ποσοστό επίπτωσης μυοσκελετικών παθήσεων (ΜΣΠ) που οφείλονται στην εργασία, μετά τον κλάδο των κατασκευών γεγονός που χρήζει περαιτέρω διερεύνησης [6].

Η ορθή διαχείριση της ΥΑΕ και η σημασία της έχει επισημανθεί και από τον EU-OSHA, ειδικά σε εποχές οικονομικής ύφεσης όπως η τρέχουσα, λαμβάνοντας υπόψη πως οι ελλειπείς συνθήκες ασφάλειας και υγείας στον χώρο εργασίας κοστίζουν. Απεναντίας, όπως προκύπτει από μελέτες περιπτώσεων, η καλή διαχείριση της επαγγελματικής ασφάλειας και υγείας σε μια επιχείρηση - οργανισμό επιφέρει βελτίωση των επιδόσεων και της κερδοφορίας της, οδηγώντας σε:

- βελτίωση της παραγωγικότητας μέσω της μείωσης των απουσιών λόγω ασθένειας
- μείωση των δαπανών υγειονομικής περίθαλψης
- παραμονή των μεγαλύτερης ηλικίας εργαζομένων στην αγορά εργασίας
- βελτίωση της αποδοτικότητας των εργασιακών μεθόδων και τεχνολογιών
- μείωση του αριθμού των ατόμων που εργάζονται με μειωμένο ωράριο για να φροντίσουν κάποιο μέλος της οικογένειάς τους [7].

Λαμβάνοντας λοιπόν υπόψη πως η εργασία καταλαμβάνει ένα μεγάλο κομμάτι της καθημερινότητας, η εξασφάλιση των απαιτούμενων κάθε φορά συνθηκών ΥΑΕ αποτελεί επιτακτική ανάγκη, πόσο μάλλον σε ένα νοσοκομειακό περιβάλλον εργασίας με το αυξημένο επίπεδο και τη διαφορετικότητα των κινδύνων που το διακρίνουν [1].

2

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

2.1 Βασικές Έννοιες Επαγγελματικού Κινδύνου

Κίνδυνος

Στην καθομιλουμένη, η έννοια του κινδύνου εκφράζει το «επικείμενο κακό» καθώς επίσης και την «πιθανή δυσάρεστη έκβαση» ενός συμβάντος. Όταν όμως γίνεται αναφορά στον «επαγγελματικό κίνδυνο», εννοείται ο κίνδυνος για την υγεία και την ασφάλεια των εργαζομένων ο οποίος προέρχεται από την επαγγελματική έκθεση στους βλαπτικούς παράγοντες του εργασιακού περιβάλλοντος.

Ο επαγγελματικός κίνδυνος εκφράζεται συνήθως ως συνώνυμο της επαγγελματικής «έκθεσης», μπορεί όμως να εκφρασθεί και ως συνώνυμο της «βλάβης» που προκλήθηκε από την έκθεση αυτή. Έτσι, στην πρώτη περίπτωση γίνεται αναφορά σε «κίνδυνο από θόρυβο», εστιάζοντας στην έκθεση του εργαζομένου στον αναφερόμενο κίνδυνο, ενώ στη δεύτερη περίπτωση γίνεται αναφορά σε «κίνδυνο βαρηκοΐας» αντίστοιχα, εστιάζοντας στο αποτέλεσμα της επαγγελματικής έκθεσης, δηλαδή στη βλάβη.

Μπορεί λοιπόν να ειπωθεί ότι ο «επαγγελματικός κίνδυνος» σχετίζεται με την πιθανότητα και τη συχνότητα έκθεσης των εργαζομένων σε κάποια πηγή κινδύνου που βρίσκεται στον εργασιακό χώρο (π.χ. θόρυβος, χημικές ουσίες, χειρωνακτική διακίνηση φορτίων, μονότονη ή επαναληπτική εργασία, απροστάτευτα κινούμενα μέρη μηχανών κ.λπ.), καθώς επίσης και με τη σοβαρότητα των συνεπειών, δηλαδή τη βιολογική βλάβη που μπορεί να προκληθεί από την έκθεση αυτή. Η συνθετική προσέγγιση της πιθανότητας και της συχνότητας έκθεσης καθώς και της σοβαρότητας των συνεπειών, εκφράζεται από την έννοια της επικινδυνότητας που προσδιορίζει το βαθμό του επαγγελματικού κινδύνου.

Σύμφωνα με την Παρ. 6 του Α.43 του Ν.3850/2010 η εκτίμηση του επαγγελματικού κινδύνου πρέπει να «...εντοπίζει τη φύση του κινδύνου, το βαθμό σοβαρότητός του, τη διάρκεια έκθεσης των εργαζομένων σ' αυτόν και τη συχνότητα εμφάνισής του. Επίσης κατά την εκτίμηση πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η καταγραφή και ανάλυση των εργατικών ατυχημάτων και επαγγελματικών ασθενειών, που προβλέπεται στα άρθρα 14 και 17» [8]

Ο κίνδυνος ως συνάρτηση της πηγής κινδύνου, της συχνότητας και των συνεπειών ορίζεται μαθηματικά ως εξής:

$$\text{Κίνδυνος} = f(\text{πηγή κινδύνου, πιθανότητα, συνέπειες})$$

Πηγή Κινδύνου

Μια κατάσταση που κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες μπορεί να γίνει επιζήμια.

Ασφάλεια

Η απάλειψη κάθε κίνδυνου. Σημειώνεται βέβαια ότι πολύ λίγες ανθρώπινες δραστηριότητες είναι απολύτως ασφαλείς κάτω από τον ορισμό αυτό. Η προσέγγιση της έννοιας θα πρέπει να γίνεται με βάση τον άξονα ότι δεν υπάρχει “απόλυτη ασφάλεια”. Αυτή η δήλωση θα πρέπει να αποτελεί και την βασική αρχή της “εκτίμησης κινδύνου”.

Ως ασφάλεια ορίζεται το αντίστροφο του κινδύνου. Δηλαδή

$$\text{Ασφάλεια} = 1 / \text{Κίνδυνος}$$

Εκτίμηση κινδύνου: Η διαδικασία αξιολόγησης των κινδύνων για την υγεία και την ασφάλεια των εργαζομένων, που απορρέουν από τις πηγές κινδύνου που υπάρχουν στον χώρο εργασίας.

Ποιοτική εκτίμηση κινδύνου: Ορίζεται ο ποιοτικός υπολογισμός του κινδύνου που στην ουσία είναι ο υπολογισμός της πιθανότητας μια συγκεκριμένη πηγή κινδύνου να καταστεί επιζήμια μέσα σε ορισμένο χρονικό ορίζοντα.

Ατύχημα: Ένα αιφνίδιο και ανεπιθύμητο συμβάν, το οποίο έχει σαν αποτέλεσμα τραυματισμό ή δυσμενείς επιπτώσεις στην υγεία του προσωπικού, ή καταστροφή περιουσίας, εξοπλισμού, υλικών της εταιρείας ή διακοπή των προγραμματισμένων δραστηριοτήτων της ή επιβάρυνση του περιβάλλοντος ή επιπτώσεις στον κοινωνικό περίγυρο. Ατύχημα σύμφωνα με την ελληνική νομοθεσία είναι και αυτό το οποίο συμβαίνει κατά την μετάβαση από / προς το χώρο εργασίας, αρκεί να υπάρχει χρονική και χωρική συσχέτιση (π.χ. τροχαίο εκτός των εγκαταστάσεων).

Παρολίγο ατύχημα – Συμβάν: Συμβάν το οποίο θα μπορούσε να εξελιχθεί σε ατύχημα.

Εργατικό Ατύχημα: Ατύχημα με επιπτώσεις στον άνθρωπο.

Ατύχημα Α΄ Βοηθειών και ιατρικής περίθαλψης: Διακοπή από την εργασία για λιγότερο από μια ημέρα και παροχή Α Βοηθειών.

Ατύχημα Περιορισμού Ικανότητας – Κοινό ατύχημα: Απουσία από την εργασία μεγαλύτερη από μία και μέχρι και τρεις ημέρες.

Σοβαρό Ατύχημα: Απουσία από την εργασία μεγαλύτερη των τριών ημερών. Σοβαρά ατυχήματα θεωρούνται και τα μαζικά (όπου τραυματίζονται ένα ή περισσότερα άτομα).

Θανατηφόρο Ατύχημα: Οποιοσδήποτε τραυματισμός ή ασθένεια που συμβαίνει λόγω της εργασίας και κατά την εργασία και προκαλεί θάνατο του εργαζόμενου, ανεξαρτήτως του χρόνου που μεσολάβησε μεταξύ του τραυματισμού ή της ασθένειας και του θανάτου.

Μη εργατικό ατύχημα: Ατύχημα με επιπτώσεις στον εξοπλισμό, υλικά, περιβάλλον και κοινωνικό περίγυρο.

Σημειώνεται ότι τα όρια των 1-3 ημερών αναρρωτικής άδειας για τον χαρακτηρισμό ενός ατυχήματος συνδέονται με την κοινή πρακτική, με τη σχετική νομοθετική απαίτηση δήλωσης ατυχήματος να αφορά το σύνολο των ατυχημάτων.

2.2 Μεθοδολογία Ανάλυσης Επικινδυνότητας

2.2.1 Ταξινόμηση κινδύνων

Οι κίνδυνοι που πηγάζουν από κάθε επαγγελματική δραστηριότητα για λόγους τακτοποίησης και καταγραφής, ταξινομούνται σε τρεις μεγάλες ομάδες όπως καταγράφονται στη συνέχεια. Η ταξινόμηση αυτή λήφθηκε υπόψη για τον καθορισμό των μεταβλητών του συστήματος που παρουσιάζεται στη συνέχεια [1].

1η ομάδα: Κίνδυνοι για την ασφάλεια ή κίνδυνοι εργατικού ατυχήματος

Περικλείουν την πιθανότητα να προκληθεί τραυματισμός ή βιολογική βλάβη στους εργαζόμενους, ως συνέπεια της έκθεσης στην πηγή κινδύνου. Η φύση της πηγής κινδύνου καθορίζει την αιτία και το είδος του τραυματισμού ή της βιολογικής βλάβης, που μπορεί να είναι μηχανική, ηλεκτρική, χημική, θερμική κ.λπ. Οι κίνδυνοι αυτοί μπορεί να οφείλονται (ενδεικτικά) στις κτιριακές δομές, στον εξοπλισμό εργασίας (π.χ. απουσία προστατευτικών διατάξεων, επικίνδυνων ζωνών στις μηχανές, ελλιπής συντήρηση, χρήση από μη εκπαιδευμένο προσωπικό κ.λπ.), στις ηλεκτρικές εγκαταστάσεις (π.χ. μη τήρηση κανονισμού ηλεκτρικών εγκαταστάσεων, ελλιπής συντήρηση κ.λπ.), στη χρήση εύφλεκτων ή/και εκρηκτικών ουσιών, σε χρήση άλλων επικίνδυνων ουσιών όπως τοξικές, διαβρωτικές κλπ (π.χ. μη τήρηση προδιαγραφών ασφαλούς χρήσης και αποθήκευσης των ουσιών με βάση το δελτίο δεδομένων ασφάλειας προϊόντων), σε φυσικούς παράγοντες (π.χ. απόσπαση προσοχής εργαζόμενου λόγω υψηλού θορύβου).

2η ομάδα: Κίνδυνοι για την υγεία

Περικλείουν την πιθανότητα να προκληθεί αλλοίωση στη βιολογική ισορροπία των εργαζομένων (ασθένεια), συνέπεια της επαγγελματικής έκθεσης σε φυσικούς, χημικούς και βιολογικούς βλαπτικούς παράγοντες του εργασιακού περιβάλλοντος. Οι κίνδυνοι αυτοί μπορεί να οφείλονται σε:

- ο χημικούς παράγοντες (π.χ. υπέρβαση Οριακών Τιμών Έκθεσης)
- ο φυσικούς παράγοντες (π.χ. υπέρβαση Οριακών Τιμών Έκθεσης)
- ο βιολογικούς παράγοντες (π.χ. παρουσία βιολογικών ρύπων)

3η ομάδα: Κίνδυνοι εργονομικοί ή εγκάρσιοι (για την υγεία και την ασφάλεια)

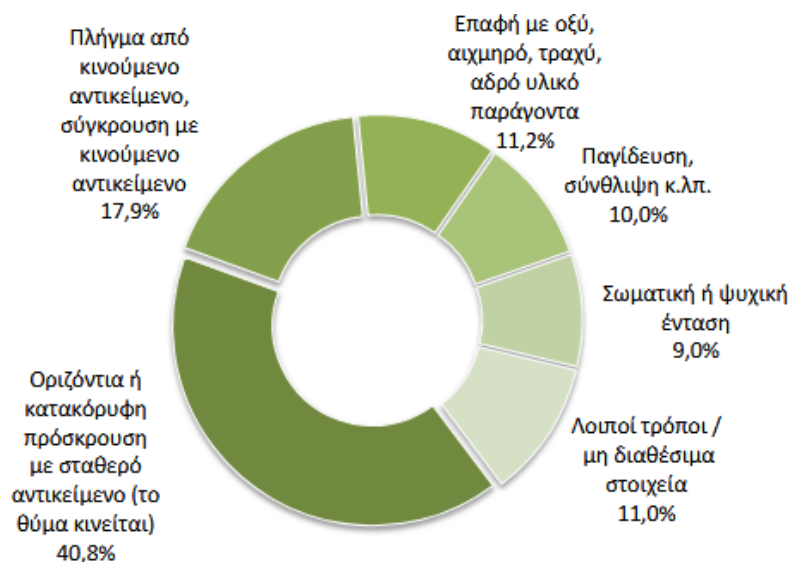
Χαρακτηρίζονται από την αλληλεπίδραση της σχέσης, εργαζόμενου και οργάνωσης εργασίας στην οποία είναι ενταγμένος. Οι αιτίες αυτών των κινδύνων εντοπίζονται στην ίδια τη δομή της παραγωγικής διαδικασίας, που οδηγεί στην αναγκαστική προσαρμογή του ανθρώπου στις απαιτήσεις της εργασίας. Ο σχεδιασμός των επεμβάσεων για την πρόληψη ή/και την προστασία των εργαζομένων από αυτούς τους κινδύνους πρέπει να στοχεύει σε μία δυναμική ισορροπία μεταξύ του ανθρώπου και του εργασιακού περιβάλλοντος, με βασική συντεταγμένη την προσαρμογή της εργασίας στον άνθρωπο, προσαρμογή που προϋποθέτει τη γνώση των φυσιολογικών αλλά και παθολογικών μηχανισμών του ανθρώπινου οργανισμού. Οι κίνδυνοι αυτοί μπορεί να οφείλονται:

- ο στην οργάνωση εργασίας (π.χ. εντατικοποίηση, μονοτονία, βάρδιες κ.λπ.)

- ο σε ψυχολογικούς παράγοντες (π.χ. άτυπες μορφές εργασίας, ηθική παρενόχληση κ.λπ.)
- ο σε εργονομικούς παράγοντες (π.χ. μη εργονομικός σχεδιασμός της θέσης εργασίας κ.λπ.)
- ο σε αντίξοες συνθήκες εργασίας (π.χ. εργασίες με ακατάλληλο εξοπλισμό, εργασίες σε αντίξοες κλιματολογικές συνθήκες κ.λπ.).

2.2.2 Αιτίες ατυχημάτων – Ιδιαιτερότητες του νοσοκομειακού τομέα

Μια παραστατική εικόνα για το «τι μπορεί να συμβεί» σε ένα χώρο εργασίας μπορεί να αποδοθεί με τα επίσημα στοιχεία της Ελληνικής Στατιστικής Αρχής (2019). Όπως μπορεί να παρατηρηθεί το σύνολο των περιπτώσεων είναι δυνατό να λάβει χώρα εντός του περιβάλλοντος εργασίας σε ένα θεραπευτήριο (νοσοκομείο, κλινική, κ.λπ.).



Σχήμα 2: Κατανομή εργατικών ατυχημάτων κατά επαφή – τρόπο τραυματισμού, 2017 [9]

Θα πρέπει βέβαια να σημειωθεί πως υφίσταται ακόμα πλήθος συμβάντων – ατυχημάτων τα οποία δεν έχουν επισήμως καταγραφεί (είτε γιατί η πληροφορία δεν κοινοποιείται από τον ίδιο τον εργαζόμενο ή το τμήμα του, είτε γιατί γίνεται λανθασμένος χαρακτηρισμός του συμβάντος – ατυχήματος σε σχέση με την αναγγελία του στους αρμόδιους φορείς), γεγονός όμως το οποίο δε μειώνει διόλου τον αρνητικό τους αντίκτυπο αλλά αντίθετα τον ενισχύει [1].

Τα περισσότερα εργατικά ατυχήματα που δηλώνονται στον κλάδο της υγείας έχουν να κάνουν με τρυπήματα από βελόνες [10]. Φαινόμενα, όπως η εντατικοποίηση της εργασίας, η υποστελέχωση, οι ευέλικτες μορφές εργασίας, οι αυξανόμενες απαιτήσεις από τους εργαζομένους και οι νέες τεχνολογίες επηρεάζουν τις συνθήκες εργασίας και κατ' επέκταση την ΥΑΕ, με συχνές αρνητικές εκφράσεις της το άγχος, τα μυοσκελετικά προβλήματα, τη

χρόνια κόπωση, την ψυχολογική εξουθένωση (burn out), την κατάθλιψη καθώς και τη μετάδοση αιματογενών νοσημάτων [5].

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν επίσης τα ποσοστά που εκφράζουν την αντίληψη – ανησυχία των εργαζόμενων ως προς παράγοντες που αυτοί θεωρούν ότι είναι εκτεθειμένοι στο χώρο εργασίας τους και είναι επιβλαβείς για την υγεία τους. Τα ποσοστά είναι ιδιαίτερα υψηλά, για το σύνολο των εξεταζόμενων παραγόντων που αφορούν μεγάλη πίεση χρόνου ή φόρτου εργασίας στο χώρο εργασίας, έκθεση σε δύσκολες στάσεις ή κινήσεις, βία ή απειλή βίας, παρενοχλήσεις ή εκφοβισμούς στο χώρο εργασίας, έκθεση σε χειρισμό βαρέων φορτίων, σε ισχυρούς θορύβους ή δονήσεις, σε χημικά, σκόνη, αναθυμιάσεις, καπνούς ή αέρια, σε έντονη οπτική συγκέντρωση καθώς και σε κίνδυνο ατυχημάτων [11].

2.2.3 Στάδια εκτίμησης κινδύνου

Η διαδικασία εκτίμησης του επαγγελματικού κινδύνου ακολουθεί βασικές ενέργειες που οδηγούν στον εντοπισμό των πηγών κινδύνου, την εξακρίβωση, καθώς και τον ποσοτικό και ποιοτικό προσδιορισμό των βλαπτικών παραγόντων του εργασιακού περιβάλλοντος [1].

1. Εντοπισμός των πηγών κινδύνου (πρώτη φάση)

Αυτή η φάση περιλαμβάνει μια επιμελημένη και πλήρη καταγραφή της παραγωγικής διαδικασίας των υπό εξέταση χώρων ή θέσεων εργασίας.

2. Εξακρίβωση των κινδύνων έκθεσης (δεύτερη φάση)

Η εξακρίβωση των κινδύνων έκθεσης αποτελεί εκείνη τη διαδικασία η οποία επιτρέπει να προσδιοριστούν ποιοτικά οι βλαπτικοί παράγοντες στους οποίους εκτίθενται οι εργαζόμενοι. Ως εκ τούτου εξετάζεται και καταγράφεται ο τρόπος λειτουργίας, η μορφή της παραγωγικής δραστηριότητας, η οργάνωση της παραγωγικής δραστηριότητας στο υπό εξέταση εργασιακό περιβάλλον, η λήψη ή μη μέτρων προστασίας και πρόληψης για την υγεία και ασφάλεια των εργαζομένων, η άποψη των εργαζομένων για τις συνθήκες που επικρατούν στον εργασιακό χώρο.

3. Εκτίμηση των κινδύνων έκθεσης (τρίτη φάση)

Η εκτίμηση των κινδύνων έκθεσης που καταγράφηκαν και εξακριβώθηκαν στις δύο προηγούμενες φάσεις ανάλυσης του εργασιακού περιβάλλοντος (φάση 1η και φάση 2η), υλοποιείται δια μέσου ελέγχου και ποσοτικού προσδιορισμού.

4.Λήψη Μέτρων

Στο στάδιο αυτό πρέπει να εξετάζεται να αποφασίζεται ποια μέτρα πρέπει να ληφθούν για την εξάλειψη ή την πρόληψη ή την μείωση των κινδύνων, με βάση τις παρακάτω θεμελιώδεις γενικές αρχές για την πρόληψη των κινδύνων κατά σειρά προτεραιότητας:

- Να αποφεύγονται οι κίνδυνοι.
- Να αντικαθίσταται το επικίνδυνο από το μη επικίνδυνο ή το λιγότερο επικίνδυνο.
- Να καταπολεμούνται οι κίνδυνοι στην πηγή τους.
- Πρώτα να λαμβάνονται μέτρα ομαδικής προστασίας και μετά μέτρα ατομικής προστασίας.
- Να προσαρμόζεται η εργασία στον άνθρωπο.
- Να επιδιώκεται η συνεχής βελτίωση του επιπέδου προστασίας.

5. Επανεξέταση και επαναθεώρηση

Η εκτίμηση κινδύνου είναι στην ουσία μία αέναη δραστηριότητα και πρέπει συνεχώς να επανεξετάζεται και αναθεωρείται, ακολουθώντας τις μεταβολές στον εργασιακό χώρο και τις εξελίξεις.

2.2.4 Υπολογισμός του κινδύνου

Για την εκτίμηση της επικινδυνότητας παρατίθεται η προσέγγιση, που συνίσταται στην αναλυτική εκτίμηση καθενός από τους παράγοντες που διαμορφώνουν την επικινδυνότητα. Η μέθοδος αυτή είναι η πλέον ενδεικνυόμενη για την γενική εκτίμηση των επαγγελματικών κινδύνων και είναι σύμφωνη με το «Υπόμνημα για την εκτίμηση των επαγγελματικών κινδύνων» της Γενικής Διεύθυνσης DG V της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Directorate-General for Employment in Labor Relations and Social Affairs - DG V) [12]. Επίσης έχει προταθεί από σχετική ημερίδα του Τεχνικού Επαγγελματικού Επιμελητηρίου (ΤΕΕ) (Νοέμβριος 2001: Ασφάλεια και Υγεία στην Εργασία – Η πρόληψη του Εργασιακού Κινδύνου στα πλαίσια της Ευρωπαϊκής Εβδομάδας «Επιτυχία σημαίνει κανένα ατύχημα»).

Ως βάση για την εκτίμηση της επικινδυνότητας χρησιμοποιούνται οι αναλυτικοί πίνακες που είναι το αποτέλεσμα της φάσης εντοπισμού των κινδύνων. Οι πίνακες αυτοί συμπληρώνονται με άλλες 3 στήλες για τον καθένα από τους εξής παράγοντες:

- Σοβαρότητα των συνεπειών του πιθανού κινδύνου / προβλήματος (σχετική αριθμητική έκφραση).
- Συχνότητα έκθεσης στην επικίνδυνη κατάσταση ή εμφάνισης της επικίνδυνης ενέργειας (σχετική αριθμητική έκφραση)
- Πιθανότητα εμφάνισης της επικίνδυνης ενέργειας ή κατάστασης (εκτίμηση που στηρίζεται στην ανάλυση ασθενειών και ατυχημάτων της επιχείρησης, καθώς και στην εμπειρία).

Τελευταία είναι η στήλη της επικινδυνότητας, η τιμή της οποίας προκύπτει από τη συνεκτίμηση των τριών παραγόντων Σοβαρότητα – Έκθεση – Πιθανότητα.

Η κλίμακα εκτίμησης της επικινδυνότητας καθώς και οι διαβαθμίσεις που προτείνονται εξαρτώνται από την «ευαισθησία» με την οποία επιλέγεται να καταγραφεί η επικινδυνότητα.

Κατωτέρω παρουσιάζεται η κλίμακα που χρησιμοποιείται και η οποία έχει τέσσερις κατηγορίες διαβάθμισης των συνεκτιμώμενων παραγόντων.

Πίνακας 1: Κλίμακα εκτίμησης της επικινδυνότητας (4 κατηγορίες / παράγοντα)

ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑ	=	ΣΟΒΑΡΟΤΗΤΑ	X	ΕΚΘΕΣΗ	X	ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ
1. Αμελητέα		1. Αμελητέα		1. Μηδενική		1. Μηδενική
2. Χαμηλή		2. Μέτρια		2. Περιορισμένη		2. Χαμηλή
3. Μέτρια		3. Κρίσιμη		3. Συχνή		3. Μέτρια
4. Υψηλή		4. Καταστροφική		4. Διαρκής		4. Υψηλή
5. Κρίσιμη						

Πίνακας 2: Διαβαθμίσεις της ΣΟΒΑΡΟΤΗΤΑΣ των συνεπειών

Σοβαρότητα	Συνέπειες
1 Αμελητέα	Μικροτραυματισμός χωρίς απουσία από την εργασία
2 Μέτρια	Τραυματισμός ή ασθένεια, με απουσία από την εργασία
3 Κρίσιμη	Σοβαρός τραυματισμός ή σοβαρή ασθένεια με πιθανότητα μόνιμης βλάβης
4 Καταστροφική	Θάνατος ή πολλαπλοί θάνατοι

Σημείωση: Η μέτρια σοβαρότητα αναφέρεται σε τραυματισμούς ή ασθένειες που συνεπάγονται έως τρεις μέρες απουσία από την εργασία.

Πίνακας 3: Διαβαθμίσεις της ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ ΕΚΘΕΣΗΣ στην επικίνδυνη κατάσταση

Διαβάθμιση	Συχνότητα Έκθεσης
1 Μηδενική	Ο εργαζόμενος εκτίθεται στην επικίνδυνη κατάσταση μία φορά το χρόνο ή σπανιότερα
2 Περιορισμένη	Ο εργαζόμενος εκτίθεται στην επικίνδυνη κατάσταση έως και μία φορά την εβδομάδα
3 Συχνή	Ο εργαζόμενος εκτίθεται στην επικίνδυνη κατάσταση καθημερινά
4 Διαρκής	Ο εργαζόμενος εκτίθεται στην επικίνδυνη κατάσταση σε όλη τη διάρκεια της απασχόλησής του

Πίνακας 4: Διαβαθμίσεις της ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑΣ εκδήλωσης του συμβάντος

Διαβάθμιση	Πιθανότητα Εκδήλωσης
1 Μηδενική	Μάλλον απίθανο να συμβεί
2 Χαμηλή	Δυνατόν να συμβεί
3 Μέτρια	Πιθανόν να συμβεί
4 Υψηλή	Επικείται να συμβεί

Άσκηση 2 - Χρήση αλγορίθμων μηχανικής μάθησης για την αξιολόγηση και τη βελτίωση της υγείας και της ασφάλειας των εργαζομένων σε νοσοκομεία – θεραπευτήρια

Για την εκτίμηση της επικινδυνότητας χρησιμοποιούνται για κάθε συνεκτιμώμενο παράγοντα σχετικές αριθμητικές κλίμακες διαβάθμισης όπως παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα.

Πίνακας 5: Συντελεστές βαρύτητας ανά παράγοντα επικινδυνότητας

Σοβαρότητα		Έκθεση		Πιθανότητα	
Αμελητέα	1	Μηδενική	1	Μηδενική	1
Μέτρια	4	Περιορισμένη	2	Χαμηλή	2
Κρίσιμη	8	Συχνή	3	Μέτρια	3
Καταστροφική	16	Διαρκής	4	Υψηλή	4

Η τιμή της επικινδυνότητας (Risk - R) υπολογίζεται ως το γινόμενο των συντελεστών βαρύτητας του παραπάνω πίνακα. Η αριθμητική έκφραση των παραγόντων της επικινδυνότητας και η υπολογιζόμενη τιμή της (R) αποτελούν εργαλείο της ανάλυσης για την εκτίμηση των κινδύνων με ομοιογενή τρόπο. Για αυτό το λόγο οι τιμές της επικινδυνότητας (R) δεν πρέπει να ερμηνευθούν ως απόλυτοι αριθμοί, αλλά μόνο σε συνδυασμό με τον πίνακα που ακολουθεί και ο οποίος περιγράφει την ποιοτική κλιμάκωση της επικινδυνότητας από 1 έως 5. Κάθε μία από τις 5 αυτές βαθμίδες επικινδυνότητας συνοδεύεται από τις ληπτές ενέργειες οι οποίες επίσης διαβαθμίζονται αντίστοιχα.

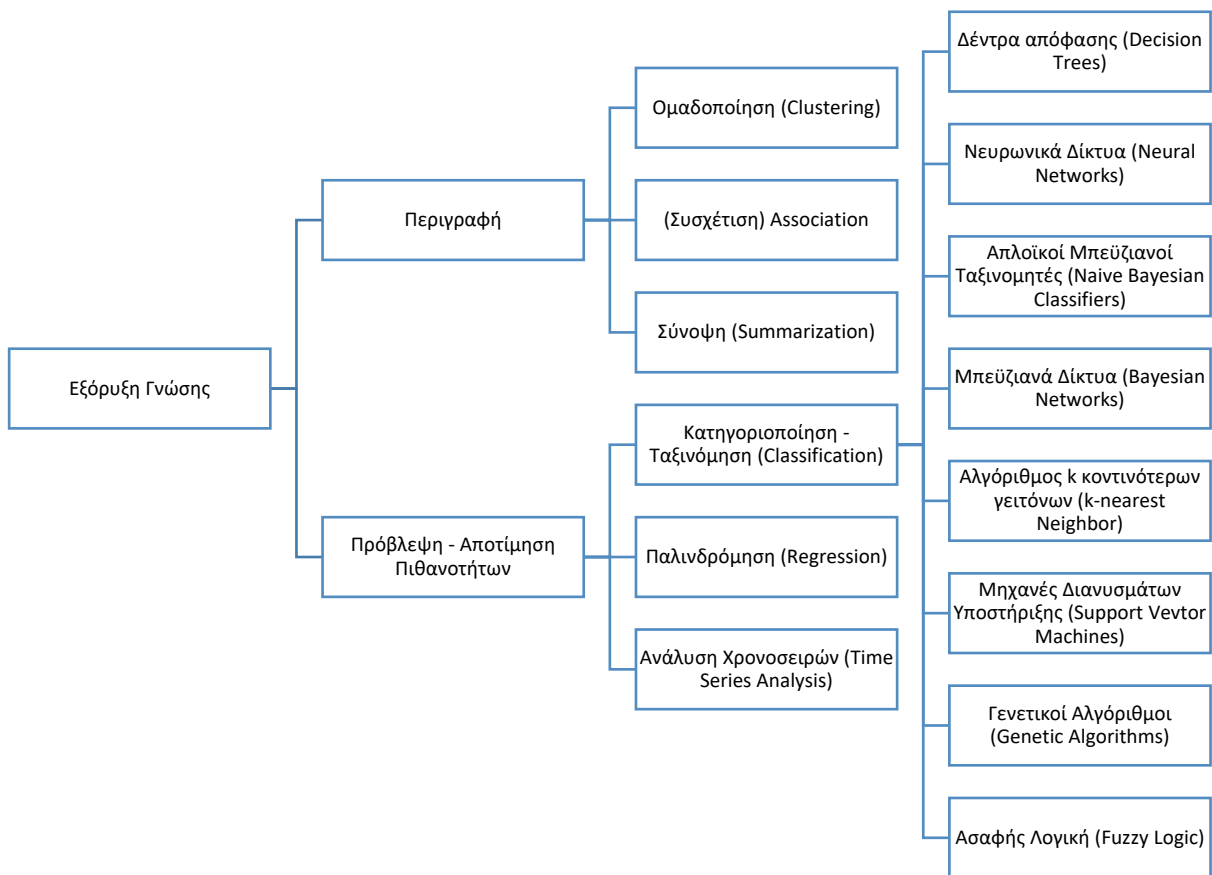
Πίνακας 6: Κλίμακα της επικινδυνότητας

Τιμή της επικινδυνότητας R	Περιγραφή επικινδυνότητας	Ενέργειες
R<16	Αμελητέα: Η επικινδυνότητα είναι ασήμαντη και δεν ενδέχεται να αυξηθεί στο εγγύς μέλλον χωρίς αλλαγή των συνθηκών εργασίας.	Δεν κρίνεται απαραίτητη η λήψη μέτρων.
16<R<32	Χαμηλή: Η επικινδυνότητα είναι ελεγχόμενη, χωρίς να αποκλείεται η εκδήλωση του ανεπιθύμητου συμβάντος.	Απαιτείται παρακολούθηση και ενέργειες για τη μείωση του κινδύνου. Η άμεση λήψη μέτρων δεν κρίνεται απαραίτητη.
32<R<64	Μέτρια: Η επικινδυνότητα δεν ελέγχεται αποτελεσματικά ή δεν αποκλείεται η εκδήλωση σοβαρού ανεπιθύμητου συμβάντος.	Απαιτείται ο προγραμματισμός λήψης μέτρων μείωσης του κινδύνου.
64<R<128	Υψηλή: Η επικινδυνότητα δεν ελέγχεται αποτελεσματικά και υπάρχει πιθανότητα εκδήλωσης σοβαρού ανεπιθύμητου συμβάντος.	Απαιτείται ο προγραμματισμός ενεργειών για την εξάλειψη του κινδύνου και η άμεση λήψη μέτρων για τον περιορισμό του κινδύνου.
R>128	Κρίσιμη: Υπάρχει πιθανότητα απώλειας ζωής ή επίκειται άμεσα η εκδήλωση σοβαρού ανεπιθύμητου συμβάντος.	Άμεση προτεραιότητα σε ενέργειες εξάλειψης του κινδύνου.

2.3 Εξόρυξη γνώσης

“Today, we are drowning in data and starved for information” (Naisbitt, 1982) [13]

Αποτελεί κοινή διαπίστωση το γεγονός ότι υφίσταται πλήθος δεδομένων σε όλο το φάσμα δραστηριοτήτων, με τη χρησιμότητά τους όμως να αποκτά υπόσταση μόνο αν τα δεδομένα αυτά αναλυθούν, οδηγώντας έτσι στην απόκτηση της σχετικής κάθε φορά γνώσης. Ζητούμενο λοιπόν αποτελεί η ανακάλυψη γνώσης από δεδομένα (Knowledge Discovery in Data – KDD) μια διαδικασία η οποία μπορεί να οριστεί ως μια «μη τετριμμένη διαδικασία για την εξαγωγή έγκυρων, πρωτότυπων, πιθανώς χρήσιμων και οπωσδήποτε κατανοητών προτύπων (patterns) μέσα στα δεδομένα» [14]. Η διαδικασία εξόρυξης γνώσης (Data Mining) αποτελεί μέρος της ευρύτερης διαδικασίας KDD και αφορά τη χρήση αλγορίθμων και τεχνικών για την εξαγωγή προτύπων.



Σχήμα 3: Συνοπτική παρουσίαση τεχνικών εξόρυξης γνώσης

Στην παρούσα άσκηση, χρησιμοποιείται η διαδικασία της ταξινόμησης η οποία μπορεί να οριστεί ως «η προσπάθεια πρόβλεψης της κατηγορίας σε ήδη κατηγοριοποιημένα δεδομένα μέσω της δόμησης μοντέλου βασισμένου σε κάποιες μεταβλητές πρόβλεψης [15].

2.3.1 Θεωρία Bayes

Η συλλογιστική της συγκεκριμένης θεωρίας βασίζεται στην υπόθεση πως οι ποσότητες που μελετώνται κάθε φορά ακολουθούν πιθανοτικές κατανομές. Η βέλτιστη απόφαση που αφορά το εκάστοτε πρόβλημα μπορεί να προκύψει από αυτές τις κατανομές σε συνδυασμό με την προϋπάρχουσα γνώση και τα παρατηρούμενα δεδομένα. Ένα συχνό πρόβλημα προς επίλυση στη μηχανική μάθηση είναι η εύρεση της καλύτερης υπόθεσης σε ένα χώρο H με βάση τα γνωστά δεδομένα D , με τον όρο «καλύτερη» να αποδίδεται ουσιαστικά με τον όρο «πιθανότερη». Για μια υπόθεση λοιπόν h το θεώρημα Bayes παρέχει έναν άμεσο τρόπο υπολογισμού της πιθανότητάς της, σύμφωνα με τη σχέση

$$P(h|D) = \frac{P(D|h) P(h)}{P(D)}$$

όπου:

$P(h|D)$ είναι η πιθανότητα να ισχύει η υπόθεση h με βάση τα γνωστά (όπως προέρχονται από την παρατήρηση δεδομένα D και καλείται εκ των υστέρων πιθανότητα (posterior probability) της h .

$P(D|h)$ είναι η πιθανότητα να παρατηρηθούν τα δεδομένα D σε κάποιο χώρο που η υπόθεση h ισχύει και λέγεται πιθανοφάνεια (likelihood) των δεδομένων D , γνωρίζοντας την υπόθεση h και το ότι αυτή ισχύει.

$P(h)$ είναι η πιθανότητα να ισχύει η υπόθεση h πριν την παρατήρηση των δεδομένων και λέγεται εκ των προτέρων πιθανότητα (prior probability) της h .

$P(D)$ είναι η πιθανότητα να παρατηρηθούν τα δεδομένα D ανεξαρτήτως της υπόθεσης που ισχύει και λέγεται εκ των προτέρων πιθανότητα των δεδομένων D .

Για την εύρεση λοιπόν της πιθανότερης υπόθεσης σε ένα χώρο υποθέσεων H με βάση τα γνωστά δεδομένα D λαμβάνονται υπόψη τα δεδομένα εκπαίδευσης. Στην περίπτωση αυτή η υπόθεση h λέγεται μέγιστη εκ των υστέρων (maximum a posteriori - MAP) υπόθεση, με την προαναφερόμενη θεωρία να εφαρμόζεται για κάθε υπόθεση του χώρου H και να επιλέγεται η μέγιστη.

$$h_{MAP} = \operatorname{argmax}_{h \in H} P(h|D) = \operatorname{argmax}_{h \in H} \frac{P(D|h) P(h)}{P(D)} = \operatorname{argmax}_{h \in H} P(D|h) P(h)$$

(με την πιθανότητα $P(D)$ να παραλείπεται αφού είναι σταθερή (ανεξάρτητη) για όλες τις εξεταζόμενες υποθέσεις).

Σε περιπτώσεις έλλειψης εκ των προτέρων γνώσης για τις υποθέσεις h και θεωρώντας πως είναι ισοπίθανες (με τον όρο $P(h)$ να είναι επομένως σταθερός και να μπορεί να απαλειφεί από την παραπάνω σχέση) η παραπάνω σχέση δίνει την υπόθεση μέγιστης πιθανοφάνειας (maximum likelihood — ML) και διαμορφώνεται ως εξής

$$h_{MAP} = \operatorname{argmax}_{h \in H} P(D|h)$$

Σύμφωνα με τα παραπάνω αναζητείται η πιθανότερη υπόθεση σε ένα χώρο υποθέσεων H με βάση τα γνωστά δεδομένα D . Πρακτικά αυτή η αναζήτηση επεκτείνεται στην περίπτωση της πιθανότερης τιμής μιας συνάρτησης-στόχου ενός νέου στιγμιότυπου με γνωστά δεδομένα (η οποία μπορεί να είναι και η ίδια η MAP). Η ταξινόμηση των διάφορων στιγμιότυπων γίνεται μέσω του βέλτιστου ταξινομητή Bayes (Bayes optimal classifier).

Μέσω της συγκεκριμένης προσέγγισης η πιθανότερη τιμή μιας συνάρτησης-στόχου ενός νέου στιγμιότυπου με γνωστά δεδομένα προκύπτει αν οι προβλέψεις όλων των υποθέσεων σταθμιστούν με την εκ των υστέρων πιθανότητά τους.

Αν υποτεθεί πως το σύνολο τιμών της συνάρτησης – στόχου είναι το πεπερασμένο σύνολο V . τότε η πιθανότητα $P(V_j|x, D)$ εκφράζει την πιθανότητα η V_j να είναι η σωστή τιμή για το στιγμιότυπο x και δίνεται από τη σχέση:

$$P(V_j|x, D) = \sum_{h \in H} P_h(V_j|x)P(h|D)$$

όπου $P_h(V_j|x)$ είναι η πιθανότητα το στιγμιότυπο x να έχει την τιμή V_j σύμφωνα με την υπόθεση h . Η βέλτιστη τιμή (δηλαδή η πιθανότερη τιμή της συνάρτησης-στόχου ενός νέου στιγμιότυπου με γνωστά δεδομένα D) είναι εκείνη που μεγιστοποιεί την $P_h(V_j|x)$

$$V_{opt} = \underset{v_j \in V}{argmax} \sum_{h \in H} P_h(V_j|x)P(h|D)$$

2.3.2 Naïve Bayes

Η εφαρμογή του προαναφερόμενου βέλτιστου ταξινομητή Bayes «μειονεκτεί» ως προς την εφαρμογή του για μεγάλους πεπερασμένους χώρους αλλά και την απαίτηση γνώσης ή εκτίμησης πολλών διαφορετικών πιθανοτήτων, όπως της πιθανοφάνειας $P(D|h)$ των δεδομένων D και της εκ των προτέρων πιθανότητα $P(h)$ για κάθε υπόθεση h . Για την αντιμετώπιση αυτών των μειονεκτημάτων χρησιμοποιείται ο απλοϊκός ταξινομητής Bayes (Naive Bayes classifier - NB), με το πλαίσιο εφαρμογής του να αφορά προβλήματα μάθησης όπου τα χαρακτηριστικά παίρνουν διακριτές τιμές και η συνάρτηση-στόχος παίρνει τιμές σε ένα πεπερασμένο σύνολο V . Η προβλεπόμενη τιμή ενός νέου στιγμιότυπου αναπαρίσταται από το διάνυσμα $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$.

Η ταξινόμηση αυτού του νέου στιγμιότυπου γίνεται με την ανάθεση της πιθανότερης τιμής V_{opt} λαμβάνοντας υπόψη την τιμή του στιγμιότυπου, με την ανάθεση αυτή να εκφράζεται από τη σχέση

$$V_{opt} = \underset{v_j \in V}{argmax} P(v_j|\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n)$$

η οποία μέσω της εφαρμογής του θεωρήματος Bayes γράφεται ως εξής:

$$V_{opt} = \underset{v_j \in V}{argmax} \frac{P(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n|v_j)}{P(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n)} = \underset{v_j \in V}{argmax} P(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n|v_j)P(v_j)$$

Για την εφαρμογή του ταξινομητή επομένως θα πρέπει μέσω της εκπαίδευσης να εκτιμηθούν οι πιθανότητες αυτής της σχέσης. Οι πιθανότητες $P(v_j)$ προκύπτουν από τη συχνότητα εμφάνισης κάθε τιμής v_j στα δεδομένα. Για τις πιθανότητες $P(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n|v_j)$ γίνεται η υπόθεση ότι οι τιμές των χαρακτηριστικών είναι ανεξάρτητες με δεδομένη την τιμή του στιγμιότυπου, με αποτέλεσμα η πιθανότητα της κοινής εμφάνισής τους να προκύπτει από το γινόμενο των επιμέρους πιθανοτήτων εμφάνισης για το καθένα, δηλαδή:

$$P(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n|v_j) = \prod_{i=1}^n P(\alpha_i|v_j)$$

με αποτέλεσμα η σχέση για τον υπολογισμό της πιθανότερης τιμής V_{opt} να διαμορφώνεται ως εξής:

$$V_{NB} = \operatorname{argmax}_{v_j \in V} P(v_j) \prod_{i=1}^n P(a_i | v_j)$$

η οποία αποτελεί και τη σχέση με την οποία ο NB προβαίνει στην ταξινόμηση κάθε νέου στιγμιότυπου. Η εκτίμηση των πιθανοτήτων $P(v_j)$ και $P(a_j | v_j)$ γίνεται κατά τη διάρκεια της εκπαίδευσης του ταξινομητή.

Στα πλεονεκτήματα του NB συμπεριλαμβάνονται η απλότητά του (άρα και η ευκολότερη κατανόησή του), καθώς και η ακρίβειά του ακόμα και σε εφαρμογές όπου δεν υφίσταται η ανεξαρτησία των χαρακτηριστικών.

2.3.3 Δίκτυα Bayes

Ο συγκεκριμένος όρος (Bayesian networks - BNs) αποδίδεται εναλλακτικά με τον όρο δίκτυα πεποίθησης (belief networks) καθώς και με τον όρο πιθανοτικά μοντέλα κατευθυνόμενων ακυκλικών γράφων (ΚΑΓ) (directed acyclic graphs (DAGs)) [16], με την έννοια της πεποίθησης να αναφέρεται στην πιθανότητα του να είναι μια μεταβλητή σε μία συγκεκριμένη κατάσταση [17].

Ένα δίκτυο Bayes (ΔΒ) περιλαμβάνει κόμβους οι οποίοι αναπαριστούν τυχαίες μεταβλητές και κατευθυνόμενους συνδέσμους, οι οποίοι με τη σειρά τους αναπαριστούν εξαρτήσεις μεταξύ των μεταβλητών (γνωστοί και ως πλευρές – edges) [18].

Σε κάθε κόμβο αντιστοιχεί και ένας πίνακας υπό συνθήκη πιθανοτήτων (conditional probability table). 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 . Σημειώνεται ότι ακόμα και οι κόμβοι που δεν έχουν πατέρα έχουν πίνακα υπό συνθήκη πιθανοτήτων για κάθε κατάσταση του κόμβου [17].

Μια παραδοχή των ΔΒ είναι η ανεξαρτησία μεταβλητών που δε συσχετίζονται άμεσα με τη σχέση γονιός-παιδί (όπως αναφέρθηκε και στην προαναφερόμενη θεωρία Bayes). Η παραδοχή αυτή είναι σημαντική γιατί συνεπάγεται τον απλούστερο υπολογισμό της από κοινού συνάρτησης κατανομής πιθανότητας (joint probability distribution function). Ένα ΔΒ χρησιμοποιεί δύο συλλογιστικές συμπερασμού, το συμπερασμό πρόβλεψης (prediction) με τη συλλογιστική από πάνω προς τα κάτω (top-down reasoning) χρησιμοποιώντας τη γνώση που προέρχεται από τους γονείς και των κόμβων που συνδέονται με αυτούς και το συμπερασμό διάγνωσης (diagnosis) με τη συλλογιστική από κάτω προς τα πάνω (bottom-up reasoning) χρησιμοποιώντας γνώση των κόμβων παιδιών και των κόμβων που συνδέονται με αυτούς [18].

2.3.4 Ταξινόμηση κοντινότερου γείτονα

Στη συγκεκριμένη στατιστική προσέγγιση (αλγόριθμος nearest neighbor) κάθε δείγμα (αντικείμενο) περιγράφεται από ένα διάνυσμα n -χαρακτηριστικών και θεωρείται ότι αποτελεί σημείο ενός n -διάστατου χώρου. Το κάθε δείγμα προς ταξινόμηση αντιστοιχίζεται σε μία από τις κατηγορίες του προβλήματος με βάση τη στατιστική ανάλυση των χαρακτηριστικών i του ως προς τα χαρακτηριστικά γνωστών δειγμάτων.

Η Ταξινόμηση Κοντινότερου Γείτονα είναι μια στατιστική μέθοδος επιβλεπόμενης ταξινόμησης, δηλαδή είναι γνωστές οι κατηγορίες του προβλήματος και ένας αριθμός δειγμάτων που ανήκουν σε αυτές. Ο αλγόριθμος της μεθόδου ταξινομεί ένα νέο άγνωστο δείγμα σε εκείνη την κατηγορία από την οποία απέχει λιγότερο, με βάση μία απόσταση.

Η μέθοδος ταξινόμησης Κοντινότερου Γείτονα περιγράφεται παρακάτω για το πρόβλημα ταξινόμησης σε δύο κατηγορίες (παρόμοια βέβαια επεκτείνεται και σε περισσότερες από δύο κατηγορίες).

Ας θεωρήσουμε δύο κατηγορίες $K1$ $K2$ και το προς ταξινόμηση δείγμα p . Το δείγμα p θα ταξινομηθεί στην κατηγορία η οποία έχει κάποιο δείγμα που να απέχει το λιγότερο δυνατό από αυτό. Μπορεί, δηλαδή, να οριστεί μια συνάρτηση απόφασης $f(p)$ ως εξής:

$$f(p) = (\text{Μικρότερη απόσταση από } K1) - (\text{Μικρότερη απόσταση από } K2)$$

Η απόσταση μεταξύ δύο διανυσμάτων x, y διάστασης n μπορεί να είναι:

- Ευκλείδεια Απόσταση $E = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2}$
- Τετραγωνική Απόσταση $S = \max_i |x_i - y_i|$
- ή και κάποια άλλη, όπως απόσταση Hamming, απόσταση Mahalanobis, κ.λπ.

Ο αλγόριθμος υπολογίζει τις αποστάσεις μεταξύ του προς ταξινόμηση δείγματος με όλα τα γνωστά δείγματα και για κάθε κατηγορία κρατά τη μικρότερη. Στη συνέχεια ελέγχει την απόφαση $f(p)$:

- Εάν $f(p) < 0$ τότε το p ανήκει στην κατηγορία $K1$
- Εάν $f(p) > 0$ τότε το p ανήκει στην κατηγορία $K2$

Στην πράξη το πρόβλημα δεν είναι τόσο απλό, καθώς οι κατηγορίες $K1$ και $K2$ δεν είναι τόσο ξεκάθαρα διαχωρίσιμες, όπως προϋποθέτει το παραπάνω κριτήριο διαχωρισμού. Σε πολλές περιπτώσεις ένα δείγμα μπορεί να ανήκει σε μια κατηγορία αλλά να βρίσκεται πλησιέστερα σε μια άλλη. Προκειμένου να αποφευχθεί η δυσκολία αυτή μετράται η απόσταση του p από πολλά δείγματα κάθε κατηγορίας, έτσι ώστε η επίδραση οποιουδήποτε διφορούμενου προτύπου να εξομαλυνθεί. Αυτός ο τρόπος ταξινόμησης ονομάζεται ταξινόμηση **k-κοντινότερων γειτόνων** (k-nearest neighbor ή k-nn), όπου k είναι το πλήθος των γειτονικών προτύπων, ως προς τα οποία μετράται η απόσταση και με βάση τα οποία γίνεται η ταξινόμηση του νέου προτύπου.

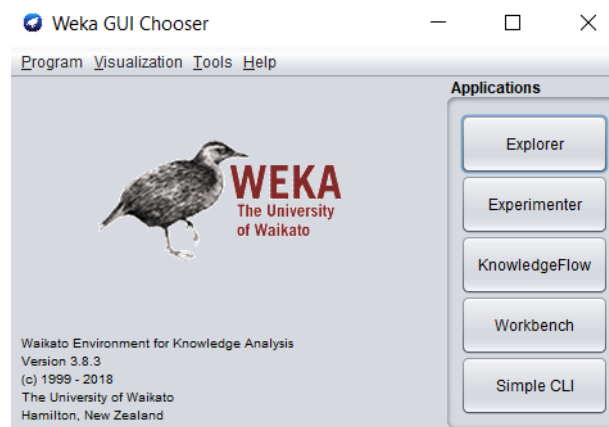
3

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΜΕΡΟΣ

3.1 Προαπαιτούμενα-Χρησιμοποιούμενο Λογισμικό

Για την υλοποίηση της άσκησης θα χρησιμοποιηθεί το λογισμικό WEKA (Waikato Environment for Knowledge Analysis) (έκδοση 3.8.3) [19]. Πρόκειται για ένα λογισμικό το οποίο χρησιμοποιείται ευρέως σε εφαρμογές εξόρυξης δεδομένων και μηχανικής μάθησης. Αναπτύχθηκε στο Πανεπιστήμιο του Waikato της Ν. Ζηλανδίας και πήρε το όνομα του από το Weka, ένα μικρό και υπό εξαφάνιση πουλί της Ν. Ζηλανδίας. Ανήκει στην κατηγορία του λεγόμενου **“ελεύθερου λογισμικού”** (freeware) (ανοικτός κώδικας) και διατίθεται δημοσίως σύμφωνα με τους όρους της άδειας GNU General Public License, η οποία επιτρέπει στους χρήστες να χρησιμοποιούν, αλλά και να τροποποιούν ελεύθερα το λογισμικό. Η ευρεία εφαρμογή του σχετίζεται άμεσα με το δυναμικό και τα χαρακτηριστικά του πλεονεκτήματα όπως το ότι:

- Περιλαμβάνει μεθόδους που αφορούν διάφορες εργασίες εξόρυξης γνώσης (π.χ. κατηγοριοποίηση, παλινδρόμηση, ανάλυση συστάδων, κανόνες συσχέτισης) και ενδιάμεσες υποστηρικτικές διαδικασίες (π.χ. προεπεξεργασία των δεδομένων, οπτικοποίηση)
- Αποτελεί λογισμικό ανοικτού κώδικα (δυναμικά εξελισσόμενο και ενημερωμένο με νέους αλγορίθμους της ερευνητικής βιβλιογραφίας και χωρίς κόστος).
- Είναι γραμμένο σε γλώσσα Java, γεγονός που ενισχύει τη συμβατότητά του με διαφορετικές πλατφόρμες υλικού και λογισμικού.
- Διαθέτει γραφικό περιβάλλον εργασίας, γεγονός που επιτρέπει τη χρήση του χωρίς την απαίτηση γνώσης προγραμματισμού
- Υφίσταται διαθέσιμη μεγάλη ποικιλία βιβλιοθηκών για μηχανική μάθηση και εξόρυξη δεδομένων [14], [20].



Εικόνα 1: Το περιβάλλον διεπαφής του λογισμικού WEKA

3.2 Μεταβλητές

Στους πίνακες που ακολουθούν καταγράφονται οι μεταβλητές εισόδου και εξόδου του συστήματος ως προς το πεδίο κινδύνου με το οποίο σχετίζονται, το είδος και το εύρος τιμών τους [2].

Πίνακας 3.1: Μεταβλητές εισόδου του συστήματος

ΕΙΣΟΔΟΙ		ΚΩΔΙΚΟΣ	ΕΙΔΟΣ	ΕΥΡΟΣ ΤΙΜΩΝ
Μεταβλητές Εργαζόμενου	Ηλικία	F1	Numeric	
	Προϋπηρεσία	F2	Numeric	
	Εκπαίδευση	F3	Nominal	NAI, OXI
	Επανάληψη Εκπαίδευσης τουλάχιστον ανά εξάμηνο	F4	Nominal	NAI, OXI
	Χρήση ΜΑΠ	F5	Nominal	NAI, OXI
	Ικανοποίηση από τις συνθήκες ΥΑΕ	F6	Numeric	1-5
Μεταβλητές επικινδυνότητας χώρου σχετικά με Κτιριακές Υποδομές	Δάπεδα - ολισθηρότητα	F7	Numeric	1-256
	Εμβαδό χώρου εργασίας	F8	Numeric	1-256
	Ύψος χώρου εργασίας	F9	Numeric	1-256
	Όγκος χώρου εργασίας	F10	Numeric	1-256
	Πόρτες - Παράθυρα	F11	Numeric	1-256
	Ελλιπής Φωτισμός	F12	Numeric	1-256
	Ύπαρξη παταριών (υποστύλωση, πρόσβαση)	F13	Numeric	1-256
	Ακάλυπτα ανοίγματα	F14	Numeric	1-256
	Εμπόδια στους διαδρόμους	F15	Numeric	1-256
	Έξοδοι κινδύνου – Οδοί διαφυγής (σε δύο αντίθετες κατευθύνσεις)	F16	Numeric	1-256
	Τοιχοποιία (ανωμαλίες – προβλήματα)	F17	Numeric	1-256
	Τοίχοι με ράφια	F18	Numeric	1-256
	Στέγη - Ψευδοροφές	F19	Numeric	1-256
	Υπόγεια	F20	Numeric	1-256
	Διάδρομοι	F21	Numeric	1-256
	Μόνωση σκεπής (κίνδυνος πτώσης)	F22	Numeric	1-256
	Καθαριότητα – Διευθέτηση χώρου	F23	Numeric	1-256
	Εμπόδια στις θέσεις των πυροσβεστήρων και της εξόδου κινδύνου	F24	Numeric	1-256
	Σήμανση ασφαλείας (έξοδοι κινδύνου – οδοί διαφυγής και διάσωσης, πυροσβεστικά μέσα, φαρμακείο)	F25	Numeric	1-256
	Πρωτόκολλο συντήρησης	F26	Numeric	1-256

Άσκηση 2 - Χρήση αλγορίθμων μηχανικής μάθησης για την αξιολόγηση και τη βελτίωση της υγείας και της ασφάλειας των εργαζομένων σε νοσοκομεία – θεραπευτήρια

Μεταβλητές επικινδυνότητας χώρου σχετικά με Μηχανές - Εξοπλισμό	Έλλειψη μέτρων ασφαλείας κατά τη χρήση	F27	Numeric	1-256
	Προφυλακτήρες στα όργανα εκκίνησης για αποφυγή τυχαίας εκκίνησης	F28	Numeric	1-256
	Προφυλακτήρες (μηχανισμού μετάδοσης, επιφάνειας εργασίας και οργάνων χειρισμού)	F29	Numeric	1-256
	Εκτινασσόμενα σωματίδια	F30	Numeric	1-256
	Σήμανση CE	F31	Numeric	1-256
	Εργασίες Κοπής	F32	Numeric	1-256
	Ανυψωτικά Μηχανήματα	F33	Numeric	1-256
	Οχήματα μεταφοράς υλικών	F34	Numeric	1-256
	Φορητές Κλίμακες	F35	Numeric	1-256
	Έλλειψη μέτρων ασφαλείας δικτύου αέρα	F36	Numeric	1-256
	Ανελκυστήρες	F37	Numeric	1-256
	Άλλα μηχανήματα	F38	Numeric	1-256
	Μη χρήση ατομικών μέσων προστασίας	F39	Numeric	1-256
	Ασφάλεια χρήσης συσκευών υπό πίεση ή κυκλωμάτων	F40	Numeric	1-256
	Πρόσβαση σε κλιμακοστάσια, φρεάτια, δεξαμενές, σιλό	F41	Numeric	1-256
Μεταβλητές επικινδυνότητας χώρου σχετικά με Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις	Ακαταλληλότητα εγκαταστάσεων (φθαρμένες μονώσεις, κρεμασμένες πρίζες και διακόπτες, σύνδεση πολλών φορτίων κτλ.)	F42	Numeric	1-256
	Ακαταλληλότητα χρήσης	F43	Numeric	1-256
	Ακαταλληλότητα εγκαταστάσεων σε εκρήξιμες ατμόσφαιρες	F44	Numeric	1-256
	Έλλειψη μέτρων ασφαλείας κατά την χρήση των εγκαταστάσεων	F45	Numeric	1-256
	Έλλειψη μέτρων ασφαλείας κατά τις εργασίες συντήρησης των εγκαταστάσεων	F46	Numeric	1-256
	Επικίνδυνες ουσίες (π.χ. υγρά από γεννήτριες ή μπαταρίες)	F47	Numeric	1-256
Μεταβλητές επικινδυνότητας χώρου σχετικά με Επικίνδυνες ουσίες	Τοξικές ουσίες (κόλλες κτλ.)	F48	Numeric	1-256
	Καυστικές ουσίες	F49	Numeric	1-256
	Διαβρωτικές ουσίες	F50	Numeric	1-256
	Ερεθιστικές ουσίες	F51	Numeric	1-256
	Οξειδωτικές ουσίες	F52	Numeric	1-256
	Εκρηκτικές ουσίες (γκαζάκια κτλ.)	F53	Numeric	1-256
	Εύφλεκτες πρώτες ύλες - ουσίες	F54	Numeric	1-256

Μεταβλητές επικινδυνότητας χώρου σχετικά με Πυρκαγιά	Παρουσία και χρήση κατάλληλων ερμαρίων για εναπόθεση εύφλεκτων και εκρήξιμων υλικών	F55	Numeric	1-256
	Σήμανση (ύπαρξη ανάλογης με την ουσία)	F56	Numeric	1-256
	Σήμανση απαγόρευσης καπνίσματος	F57	Numeric	1-256
	Σήμανση απαγόρευσης χρήσης φλογός	F58	Numeric	1-256
	Αποθήκευση εύφλεκτων υλικών	F59	Numeric	1-256
	Έλλειψη κατάλληλων συστημάτων πυρανίχνευσης και πυρασφάλειας	F60	Numeric	1-256
	Εκπαίδευση σχεδίου πυρασφάλειας	F61	Numeric	1-256
	Φορητοί Πυροσβεστήρες	F62	Numeric	1-256
	Ελλείψεις στην ενημέρωση, πληροφόρηση και εκπαίδευση από την επιχείρηση	F63	Numeric	1-256
Μεταβλητές επικινδυνότητας χώρου σχετικά με Χημικούς Παράγοντες	Σκόνη	F64	Numeric	1-256
	Ίνες αμιάντου	F65	Numeric	1-256
	Καπνοί - Ατμοί	F66	Numeric	1-256
	Σωματιδιακοί Ρύποι	F67	Numeric	1-256
	Άλλες ουσίες	F68	Numeric	1-256
	Εμβλαπτίσεις – Εκτινάξεις - Πιτσιλίσματα	F69	Numeric	1-256
Μεταβλητές επικινδυνότητας χώρου σχετικά με Φυσικούς Παράγοντες	Θόρυβος	F70	Numeric	1-256
	Δονήσεις - Κραδασμοί	F71	Numeric	1-256
	Ακτινοβολίες	F72	Numeric	1-256
	Φωτισμός	F73	Numeric	1-256
	Μικροκλίμα	F74	Numeric	1-256
Μεταβλητές επικινδυνότητας χώρου σχετικά με Βιολογικούς Παράγοντες	Βακτηρίδια	F75	Numeric	1-256
	Μύκητες	F76	Numeric	1-256
	Ιοί	F77	Numeric	1-256
	Άλλοι παράγοντες	F78	Numeric	1-256
Μεταβλητές επικινδυνότητας χώρου σχετικά με εγκαρσίους ή οργανωτικούς κίνδυνους	Οργάνωση εργασίας (χειρωνακτική διακίνηση φορτίων, φθοροποιός εργασία, σχέσεις, χωροταξία, καταμερισμός, εργασιακές σχέσεις κ.α.)	F79	Numeric	1-256
	Ψυχολογικοί Παράγοντες	F80	Numeric	1-256
	Έλλειψη προγραμμάτων επέμβασης για την προστασία και πρόληψη του επαγγελματικού κινδύνου	F81	Numeric	1-256
	Εργονομία	F82	Numeric	1-256
	Αντίξοες συνθήκες	F83	Numeric	1-256

Πίνακας 2: Μεταβλητές εξόδου του συστήματος

ΕΞΟΔΟΙ	ΚΩΔΙΚΟΣ	ΕΙΔΟΣ	ΤΙΜΕΣ
Συμβάν – Πτώση (Falling)	Y1	Nominal	NAI, OXI
Συμβάν – Τρύπημα (Needlestick/Cut)	Y2	Nominal	NAI, OXI
Συμβάν - Άλλο (Incident)	Y3	Nominal	NAI, OXI
Ατύχημα (Accident)	Y4	Nominal	NAI, OXI
Ασφάλεια (Safety)	Y5	Nominal	NAI, OXI

3.2.1 Εισαγωγή τιμών επικινδυνότητας

Στη συγκεκριμένη ενότητα επεξηγείται η προσέγγιση που θα πρέπει να έχει η εκτίμηση της επικινδυνότητας από την πλευρά του Τεχνικού Ασφαλείας ή του εκάστοτε διαχειριστή του προτεινόμενου συστήματος, έτσι ώστε να μεγιστοποιείται η χρησιμότητά του και να έχει πρακτικό νόημα η εκάστοτε εκτίμηση – βαθμολόγηση [2].

Θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη πως μπορεί να συγχέεται η ταξινόμηση ανάμεσα στις κλάσεις incident – accident (συμβάν – ατύχημα) αφού δεν είναι δυνατό να υπάρχει η πρότερη γνώση για το αν και πόσες μέρες αναρρωτική μπορεί να πάρει ο εργαζόμενος. Εκ των προτέρων και με βάση την εμπειρία του ΤΑ, μπορεί να εκτιμηθεί η συγκεκριμένη παράμετρος και επομένως να χαρακτηριστεί η συγκεκριμένη κλάση.

Είναι σημαντικό σε κάθε περίπτωση η εισαγωγή των τιμών επικινδυνότητας να «εκφράζει» το αν πρόκειται για εκτίμηση συμβάντος ή ατυχήματος, εισάγοντας το σωστό συνδυασμό τιμών σύμφωνα με τη σχετική μεθοδολογία.

Η λήψη μέτρων με γνώμονα τη μεγιστοποίηση της ΥΑΕ απαιτείται και στις δύο περιπτώσεις (με τη λογική δηλαδή του “near miss”, της κατάστασης δηλαδή που θα οδηγήσει δυναμικά σε ατύχημα, πόσο μάλλον όταν αυτά τα συμβάντα είναι επαναλαμβανόμενα). Επίσης, δεν πρέπει να παραβλεφθεί το γεγονός ότι σε περιπτώσεις συγκεκριμένων συμβάντων (ειδικότερα του τύπου τρυπήματος/κοψίματος ή σημαντικής μυοσκελετικής καταπόνησης ή χρόνιας έκθεσης του αναπνευστικού σε επικίνδυνους παράγοντες) υφίσταται ο κίνδυνος επαγγελματικής ασθένειας, η οποία από νομικής άποψης έχει εξισωθεί με το εργατικό ατύχημα.

Ο διαχωρισμός των κλάσεων σε συμβάν – ατύχημα για το σύστημα έχει σημασία αφού τα δεδομένα εκπαίδευσης – ελέγχου περιλαμβάνουν διακριτές τις δύο κλάσεις (με τον περαιτέρω διαχωρισμό της κλάσης του συμβάντος σε τρύπημα/κόψιμο και σε πτώση να καταδεικνύεται από τη συχνότητα των συγκεκριμένων συμβάντων).

Συνοπτικά, το “alert” για τη λήψη μέτρων αφορά το σύνολο των κλάσεων που διαφέρουν από εκείνη της ασφάλειας, με ιδιαίτερα ενδιαφέρον εκείνο το σημείο κατά το οποίο η αλλαγή μιας βαθμολογίας συνεπάγεται τη μετάπτωση από μια κλάση σε μια άλλη.

Τα μέτρα αυτά αποσκοπούν στην εξάλειψη του κινδύνου, κατάσταση η οποία δεν μπορεί πάντοτε να επιτευχθεί στην πράξη. Στις περιπτώσεις αυτές, όταν δηλαδή δεν μπορεί να εξαλειφθεί πλήρως ο κίνδυνος, πρέπει να λαμβάνονται μέτρα για την μείωσή του σε χαμηλότερα επίπεδα. Η σχέση του κόστους και της πρακτικής εφαρμογής και του επιδιωκόμενου επιπέδου κινδύνου, καθορίζεται από την αρχή ALARP - As Low As

Reasonable Practicable σύμφωνα με την οποία το επίπεδο κινδύνου θα πρέπει να μειωθεί όσο αυτό είναι πρακτικά εφικτό.

Επομένως, είναι ιδιαίτερα σημαντικό να γίνει αντιληπτό πως κατά την εκτίμηση της επικινδυνότητας και την εισαγωγή των αντίστοιχων τιμών από τον Τεχνικό Ασφαλείας ή τον εκάστοτε διαχειριστή του προτεινόμενου συστήματος, δεν έχει πρακτικά νόημα η εισαγωγή των ελάχιστων τιμών επικινδυνότητας στην κλάση της ασφάλειας, αφού κάτι τέτοιο δεν είναι πάντα πρακτικά εφικτό τόσο από πλευράς κόστους όσο και από πλευράς εγγενούς κινδύνου (του κινδύνου δηλαδή που διέπει μια πρακτική εργασίας ακόμα και μετά τη λήψη όλων των σχετικών μέτρων που την καθιστούν ασφαλή). Στον αντίποδα, δεν θα πρέπει κατά την εκτίμηση της επικινδυνότητας να εφαρμόζεται η «λογική της πανοπλίας» δηλαδή η εισαγωγή μέγιστων τιμών προκειμένου να διασφαλιστεί ότι αναγνωρίζεται και επισημαίνεται υπερβολικά η εκάστοτε πηγή κινδύνου.

3.3 Εφαρμογή σεναρίου

3.3.1 Ενημέρωση σχετικού αρχείου

Στην παρούσα φάση οι φοιτητές καλούνται να δράσουν ως Τεχνικοί Ασφαλείας ή Επιθεωρητές ΥΑΕ σε ένα νοσοκομειακό περιβάλλον εργασίας.

Ο Τεχνικός Ασφαλείας/Επιθεωρητής ΥΑΕ κατά τη διάρκεια ελέγχων του σε συγκεκριμένα τμήματα του Νοσοκομείου, αναγνωρίζει και εκτιμά κινδύνους, συμπληρώνοντας τις αντίστοιχες μεταβλητές επικινδυνότητας για το χώρο καθώς και τις αντίστοιχες μεταβλητές για τους εργαζόμενους στα τμήματα ελέγχου (μέσω επικοινωνίας με το πίνακα προσωπικού και συνέντευξης με τους ίδιους τους εργαζόμενους). Παράλληλα, προτείνει μέτρα για τον περιορισμό – εξάλειψη αυτών των κινδύνων και εισάγει τις τιμές των μεταβλητών επικινδυνότητας που θα προκύψουν μετά από τη λήψη αυτών των μέτρων (ή καλύτερα που θα πρέπει να προκύψουν, ώστε να περιοριστεί – εξαιρεθεί η εκάστοτε πηγή κινδύνου).

Πίνακας 3.2: Πίνακας ενδεικτικού σεναρίου

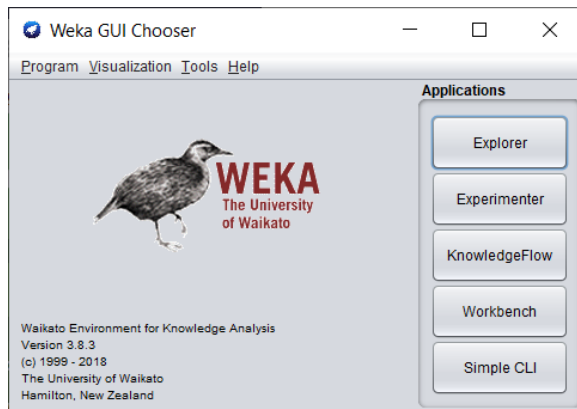
Μεταβλητές επικινδυνότητας εργαζομένου	Μεταβλητές επικινδυνότητας χώρου	Output	Περιγραφή Συμβάντος
		Falling	Πτώση από φορητή κλίμακα
		Safety	Ασφάλεια
		Falling	Πτώση σε επίπεδο
		Safety	Ασφάλεια
		Needlestick/Cut	Κόψιμο λόγω μη καλής λειτουργίας μικροτόμου
		Safety	Ασφάλεια
		Needlestick/Cut	Τρύπημα λόγω υπερκόπωσης εργαλειοδότριας
		Safety	Ασφάλεια
		Incident	Χτύπημα από κινούμενο μέρος εξοπλισμού
		Safety	Ασφάλεια
		Incident	Πόνος στη μέση τραπεζοκόμου

		Safety	Ασφάλεια
--	--	--------	----------

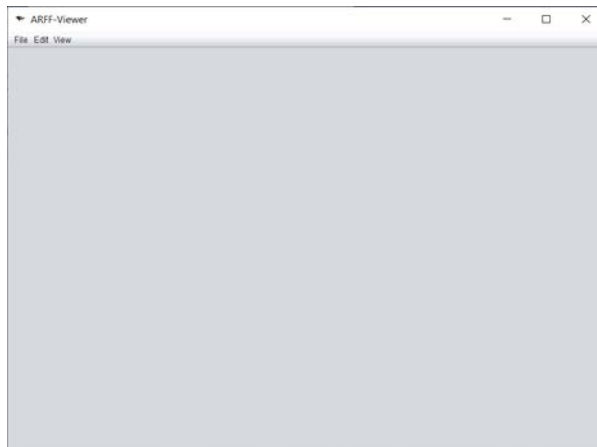
Ενημερώνεται το σχετικό αρχείο excel και γίνεται προεπεξεργασία των δεδομένων για εισαγωγή τους στο Weka.

3.3.2 Εισαγωγή δεδομένων στο Weka

1. Αρχικά ανοίγουμε το Πρόγραμμα από τη σχετική συντόμευση
2. Εμφανίζεται το παράθυρο διεπαφής του προγράμματος.



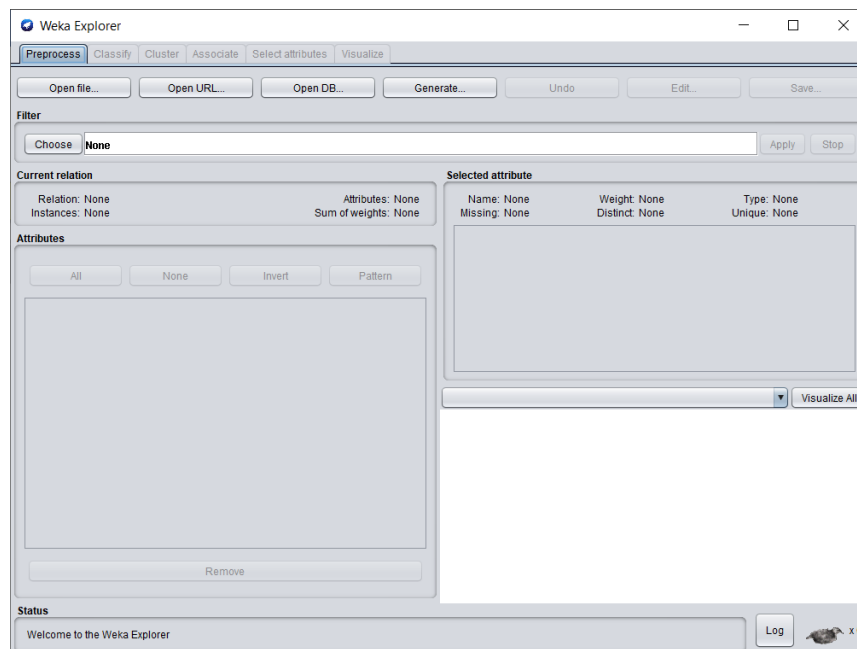
3. Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε κάποιο online «εργαλείο» για τη μετατροπή του αρχείου σε μορφή .csv ή να σώσετε το αρχείο ως csv.
4. Κατεβάζουμε (για on-line μετατροπή) και σώζουμε το αρχείο .csv σε γνωστή θέση
5. Από τη διαδρομή Tools / ArffViewer ανοίγουμε τον ARFF Viewer του WEKA



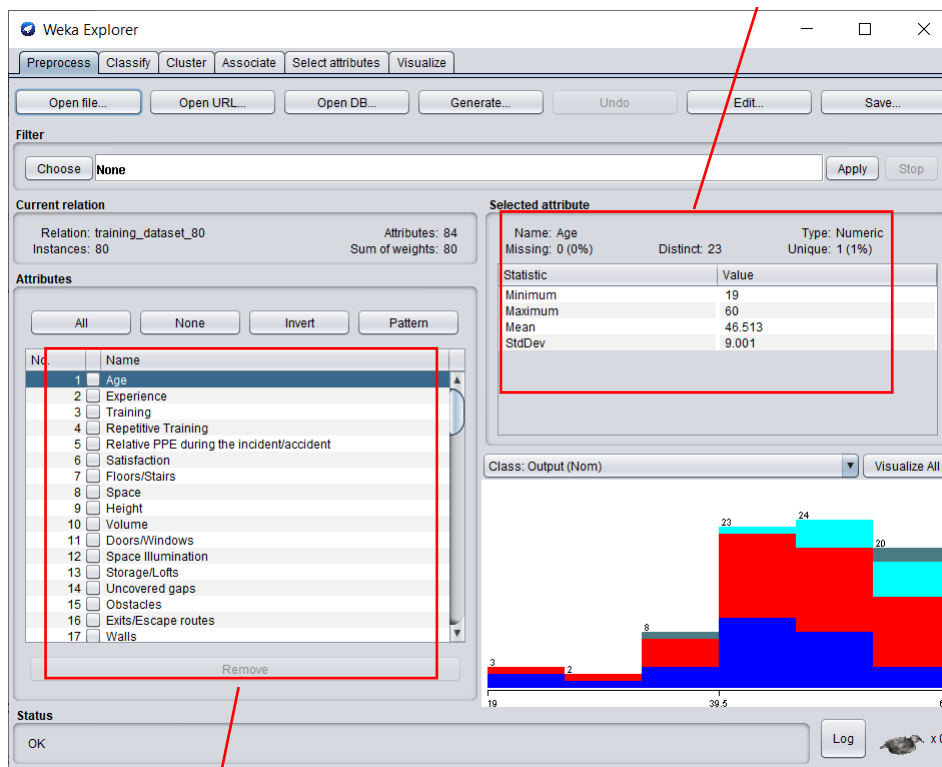
6. Από τη διαδρομή File / Open επιλέγουμε το .csv αρχείο που κατεβάσαμε παραπάνω. Σε αυτό το σημείο πρέπει να επιλέξουμε από το dropdown menu με ετικέτα "Files of Type" την επιλογή "CSV data files (*.csv)" προκειμένου να εμφανίζονται αρχεία αυτού του τύπου.
7. Αν το αρχείο ανοίξει σωστά (ενδεχόμενο λανθασμένης μετατροπής σε csv) θα έχει την ακόλουθη μορφή

34: Transport Vehicles	35: Ladders	36: Pneumatic tools	37: Elevators	38: Machinery	39: Non Usage of PPE
Numeric	Numeric	Numeric	Numeric	Numeric	Numeric
12.0	12.0	12.0	12.0	96.0	72.0
12.0	12.0	12.0	12.0	24.0	24.0
12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0
12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0
12.0	12.0	12.0	12.0	72.0	96.0
12.0	12.0	12.0	12.0	24.0	24.0
12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0
12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0
12.0	96.0	12.0	12.0	12.0	12.0
12.0	24.0	12.0	12.0	12.0	12.0
12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	96.0
12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	24.0
12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	96.0
12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	24.0
12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	36.0
12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	24.0
12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0
12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0
12.0	12.0	12.0	12.0	96.0	96.0
12.0	12.0	12.0	12.0	24.0	24.0
12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	36.0
12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	24.0
12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	96.0
12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	24.0
12.0	12.0	12.0	12.0	72.0	96.0

8. Μέσω της διαδρομής File - Save As αποθηκεύουμε το αρχείο ως .arff.. Σε αυτό το σημείο πρέπει να επιλέξουμε από το dropdown menu με ετικέτα "Files of Type" την επιλογή "Arff Data Files" ώστε να αποθηκεύσουμε στην επιθυμητή μορφή.
9. Κλείνουμε τον ArffViewer
10. Επιλέγουμε το μενού Explorer οπότε και εμφανίζεται η κύρια διεπαφή του Weka

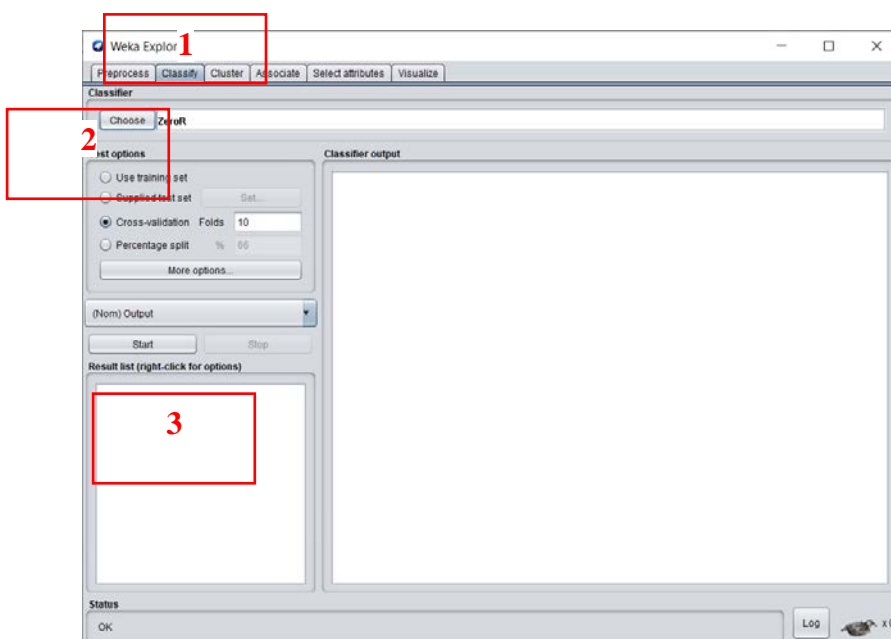


11. Για την εισαγωγή του αρχείου arff: Επιλογή Open file / Επιλογή αρχείου / Open. Η μορφή του Explorer μετά το άνοιγμα του αρχείου θα έχει ως εξής:

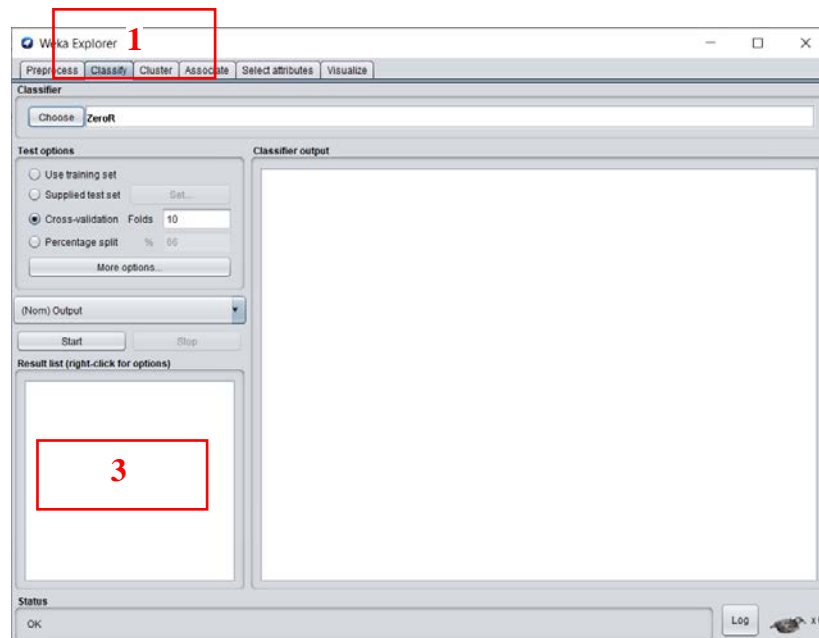


Χαρακτηριστικά

12. Για να εφαρμόσουμε ταξινόμηση στα δεδομένα μας επιλέγουμε την καρτέλα Classify (1) / Δεξί κλικ.
13. Στη συνέχεια από την επιλογή Choose (2) επιλέγουμε τη μεθοδολογία που θέλουμε να εφαρμόσουμε. Επιλέγουμε την παράμετρο use training set (2) για να εισαχθούν τα αρχικά δεδομένα στον αλγόριθμο (ή εναλλακτικά μπορούμε να τα «φορτώσουμε» μέσω της επιλογής supplied test set.



14. Μπορούμε να σώσουμε το μοντέλο που εκπαιδεύσαμε με δεξί κλικ στην περιγραφή που θα εμφανιστεί στην περιοχή (3) και επιλέγοντας Save as....
15. Για να φορτώσουμε οποιοδήποτε μοντέλο επιλέγουμε την καρτέλα Classify (1) / Δεξί κλικ στο Result List (3) / Load Model



16. Από το πεδίο Test Options και την Supplied test set / Set επιλέγουμε το αρχείο που θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε για την προσομοίωση.
 17. Δεξί κλικ στο μοντέλο και επιλέγουμε Re-evaluate model under current test set
- Για την αναγνώριση των καταστάσεων των κλάσεων όπως αυτές επισημάνθηκαν από τον Τεχνικό Ασφαλείας χρησιμοποιούνται διάφορα μοντέλα μηχανικής μάθησης με αποτελέσματα του τύπου όπως το ακόλουθο

=== Re-evaluation on test set ===

User supplied test set

Relation: test_set_unknown

Instances: unknown (yet). Reading incrementally

Attributes: 84

=== Summary ===

Correctly Classified Instances	11	91.6667 %
Incorrectly Classified Instances	1	8.3333 %
Kappa statistic	0.875	
Mean absolute error	0.0697	
Root mean squared error	0.1959	
Total Number of Instances	12	

=== Detailed Accuracy By Class ===

Άσκηση 2 - Χρήση αλγορίθμων μηχανικής μάθησης για την αξιολόγηση και τη βελτίωση της υγείας και της ασφάλειας των εργαζομένων σε νοσοκομεία – θεραπευτήρια

TP Rate	FP Race	Precision	ROC Area	Class
1,000	0,100	0,667	0,950	Needlestick/Cut
1,000	0,000	1,000	1,000	Safety
0,500	0,000	1,000	0,900	Incident
1,000	0,000	1,000	1,000	Falling
0,917	0,017	0,944	0,975	

=== Confusion Matrix ===

a	b	c	d	<-	classified as
2	0	0	0	a =	Needlestick/Cut
0	6	0	0	b =	Safety
1	0	1	0	c =	Incident
0	0	0	2	d =	Falling

4

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΑΥΤΟΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

1. Ποιες είναι οι 3 μεταβλητές που συνθέτουν την έννοια της επικινδυνότητας;

- Σοβαρότητα
- Πιθανότητα
- Συχνότητα

2. Βάλτε στη σειρά τα στάδια της διαδικασίας εκτίμησης επαγγελματικού κινδύνου.

- Εξακρίβωση των κινδύνων έκθεσης (2)
- Εντοπισμός των πηγών κινδύνου (1)
- Επανεξέταση και επαναθεώρηση (5)
- Λήψη Μέτρων (4)
- Εκτίμηση των κινδύνων έκθεσης (3)

3. Επιλέξτε ποιες από τις παρακάτω μεθόδους εντάσσονται στην κατηγορία Πρόβλεψης – Αποτίμησης Πιθανοτήτων της γενικότερης διαδικασίας Εξόρυξης Γνώσης

Genetic Algorithms	<input checked="" type="checkbox"/>
Association	<input type="checkbox"/>
k-nn	<input checked="" type="checkbox"/>
Naïve Bayes	<input checked="" type="checkbox"/>
Clustering	<input type="checkbox"/>
Neural Networks	<input checked="" type="checkbox"/>

4. Η ταξινόμηση που εφαρμόζουμε στην εφαρμογή της άσκησης είναι επιβλεπόμενη;

NAI	<input checked="" type="checkbox"/>
OXI	<input type="checkbox"/>

5. Τι λάθος ταξινόμησης βλέπετε από τον ακόλουθο πίνακα σύγχυσης;

a	b	c	d	<—	classified as
2	0	0	0	a =	Needlestick/Cut
0	6	0	0	b =	Safety
1	0	1	0	c =	Incident
0	0	0	2	d =	Falling

- 1 incident έχει ταξινομηθεί λανθασμένα ως needlestick/cut

Βιβλιογραφία

- [1] Κ. Κοκλώνης, “Εκτίμηση Επαγγελματικού Κινδύνου.” Τεχνικός Ασφαλείας - Σύμβουλος Ποιότητας, 2019.
- [2] Κ. Κοκλώνης, “Ανάπτυξη ευφών υπολογιστικών μεθόδων για την αξιολόγηση και τη βελτίωση της υγείας και της ασφάλειας των εργαζομένων σε νοσοκομεία – θεραπευτήρια.” Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, 2019.
- [3] E. Alexopoulos, “Greek and International Experience of Work Accidents and Occupational Diseases in Hospitals,” 2007.
- [4] D. Elsler, J. Takala, and J. Remes, “An international comparison of the cost of work-related accidents and illnesses,” *Eur. Agency Saf. Heal. Work*, p. 8, 2017.
- [5] K. Dimoulas, G. Kollias, C. Bagavos, and T. Ganetaki, “Work and health problems in Greece,” 2015.
- [6] K. Koklonis, A. Anastasiou, O. Petropoulou, D. Iliopoulou, and D. Koutsouris, “Utilizing Key Item Method to Manage Musculoskeletal Disorders in the Hospital Workplace,” in *41st Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC)*, 2019.
- [7] EU-OSHA, “Good OSH is good for business,” 2019. [Online]. Available: <https://osha.europa.eu/el/themes/good-osh-is-good-for-business>. [Accessed: 10-Dec-2019].
- [8] ΦΕΚ 84, “Νόμος 3850 Κύρωση του Κώδικα νόμων για την υγεία και την ασφάλεια των εργαζομένων.” 2010.
- [9] Ελληνική Στατιστική Αρχή, “Ερευνα Εργατικών Ατυχημάτων 2017,” Αθήνα, 2019.
- [10] Κ. Κοκλώνης, “Πρόταση επισκόπησης συστημάτων μηχανικής μάθησης και e-tools στον τομέα της Υγείας και Ασφάλειας της Εργασίας,” 2019.
- [11] Greek Statistical Authority, “Percentage of workers who consider themselves at work to be exposed to factors harmful to health, by sector of the economic activity of the enterprise where they work,” Athens, 2013.
- [12] Directorate-General for Employment in Labor Relations and Social Affairs (DG V) of the European Union, *Memorandum on Occupational Risk Assessment*. 1997.
- [13] E. D. Brown, “Drowning in Data, Starved for Information,” 2014. [Online]. Available: <https://ericbrown.com/drowning-in-data-starved-for-information.htm>. [Accessed: 30-Dec-2019].
- [14] Δ. Κοπανάκη, “Εξόρυξη Γνώσης από Δεδομένα - Το εργαλείο WEKA.” 2009.
- [15] L. Witten and E. Frank, “Data Mining Practical Machine Learning Tools.” 2000.
- [16] M. I. Jordan and T. . Sejnowski, “Graphical Models: Foundations of Neural Computation,” *MIT Press*, 2001.
- [17] Α. Σκούρα, “Μπεϋζιανά και Νευρωνικά Δίκτυα.” 2013.
- [18] Αποθετήριο Κάλλιπος, “Μεθοδολογίες με γράφους.” 2019.
- [19] Waikato University, “Home - Weka Wiki,” 2019. [Online]. Available: <https://waikato.github.io/weka-wiki/>. [Accessed: 30-Dec-2019].
- [20] Ε. Κύρκος, “Οδηγός WEKA.” 2015.