ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
Τομέας Προγραμματισμού
και Διαχείρισης Τεχνικών Έργων

Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών-
Δομοστατικός Σχεδιασμός και Ανάλυση των Κατασκευών

Διπλωματική Εργασία:

Ανάλυση Δικαστικών Αποφάσεων για αξιώσεις Κατασκευαστικών Έργων-εφαρμογές Τεχνητής Νοημοσύνης

Ευαγγελία Κουτσογούλα

Επιβλέπων:
Ιωάννης-Πάρις Παντουβάκης

Αθήνα 2014

NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY OF ATHENS
DAPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
Department of Planning
and Construction Management

Msc in Analysis and Design
of Earthquake Resistant Structures

Diploma Thesis:

Analysis of Court Decisions on Construction Claims - applications of Artificial Intelligence

Evangelia Koutsogoula

Supervisor:
Prof. John-Paris Pantouvakis

Athens 2014

Ευχαριστίες

Ήταν… μια δραστήρια διπλωματική!

Αναμφισβήτητα μου πρόσφερε πολλά: εμπειρία, γνώση, επαφές, κούραση και το σημαντικότερο, κατανόηση του όρου έρευνα. Της έρευνας που δεν περιορίζεται μόνο στο διαδίκτυο αλλά αυτής που εξελίσσεται σε πραγματικό χρόνο, με συζητήσεις και πρόσωπα.

Όταν φτάνω, βέβαια, σε αυτό το σημείο δεν μπορώ να μη σκεφτώ, πρόσωπα τα οποία συντέλεσαν σε αυτή την εργασία, ακόμα, και με τον πιο απλό τρόπο: με μια πρόταση, με μια λέξη ή και με συστηματική βοήθεια και καθοδήγηση.

Ευχαριστίες αποδίδονται, καταρχάς, στον επιβλέποντα μου, κ. Πάρι Παντουβάκη, Πολιτικό Μηχανικό και Αναπληρωτή Καθηγητή του Τομέα Προγραμματισμού και Διαχείρισης Τεχνικών Έργων, για το θέμα που μου πρότεινε, για το χρόνο που μου διέθεσε καθώς και για τις επισημάνσεις του κατά τη διάρκεια της εργασίας. Η απτή απόδοση του θέματος, η έμφαση του σε σημεία βαρύτητας αλλά και η λεπτότητα του στην αξιολόγηση μου, με βοήθησαν σημαντικά.

Δε θα παραλείψω να ευχαριστήσω, ακόμη, τον Σίμο Σαμαρά, Δικηγόρο Θεσσαλονίκης και Υποψήφιο Διδάκτορα Νομικής Πανεπιστημίου Αθηνών για την πολύτιμη συμβολή και καθοδήγηση του στην κατανόηση και ορθή απόδοση των νομικών όρων, όπως και για ορισμένες παρατηρήσεις και την τυπογραφική εμφάνιση της παρούσας εργασίας. Σίγουρα, η συνέπεια και η ακρίβεια του συντέλεσαν ώστε η εργασία να έχει τη σημερινή της μορφή.

Θερμές ευχαριστίες αποδίδονται και στον Ηλεκτρόλογο Μηχανολόγο Μηχανικό, Μανόλη Βλατάκη Γκαραγκούνη για τις παρατηρήσεις του στο κείμενο, μα κυρίως, για το ότι μετέφερε την αγάπη του για τον προγραμματισμό και στη δικιά μου εργασία.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω, ακόμα, για τη συνεισφορά τους, τον Κωνσταντίνο, τη Βαγγελίτσα και την Ανθούλα. Καθετί φαίνεται ομορφότερο όταν ξέρεις πως έχεις ανθρώπους δίπλα σου!

Και… φυσικά ευχαριστώ τον Κύριο μου, που για άλλη μια φορά, ήταν δίπλα μου.

Τέλος, θα ήθελα να αφιερώσω την εργασία μου στον κ. Μπουκοβάλα Γεώργιο γιατί ήταν αυτός που πυροδότησε την αρχή και «έγραψε μαζί μου» το τέλος.

Λία

Περίληψη

Αντικείμενο της εργασίας είναι η ανάλυση δικαστικών αποφάσεων ως προς τις μεταβλητές που χρειάζονται για την δημιουργία μοντέλου τεχνητής νοημοσύνης, ώστε να προβλέπει δικαστικές αποφάσεις για αξιώσεις από εκτέλεση δημοσίων έργων. Για αυτό, συλλέγεται δείγμα 260 δικαστικών αποφάσεων, προερχόμενες από το Συμβούλιο της Επικρατείας, το οποίο αναλύεται και επεξεργάζεται στατιστικά με το λογισμικό R.

Στα πλαίσια της ανάλυσης, προκύπτει πως το πιο σύνηθες είδος αξίωσης στον ελληνικό κατασκευαστικό χώρο, είναι οι αξιώσεις λόγω εκτελέσεως νέων εργασιών και το αίτημα που συνήθως προβάλλεται, είναι η νομιμοποίηση των νέων εργασιών από τον κύριο του έργου, δηλαδή το Δημόσιο.

Για το ανωτέρω αίτημα, αναλύουμε 34 δικαστικές αποφάσεις και εξάγουμε τις μεταβλητές που ορίζουν την δικαστική του έκβαση. Τελικώς, συγκεντρώνουμε 29 μεταβλητές από τις οποίες ξεχωρίζουμε τις 6, ως πιο κρίσιμες, με εμπειρική εκτίμηση και με εφαρμογή των τυχαίων δασών και των δέντρων αποφάσεων.

Προκύπτει πως η αναγκαιότητα εκτέλεσης των νέων εργασιών, η τήρηση της ενδικοφανούς διαδικασίας από τον ανάδοχο, η γνώση για το ποιος πήρε την πρωτοβουλία για την εκτέλεση τους, το αν η εργασίες εκτελέστηκαν για την κάλυψη ζημιών από απρόβλεπτο συμβάν, το αν το αίτημα δεν εκδικάστηκε από το διοικητικό εφετείο λόγω μη τήρησης της ενδικοφανούς διαδικασίας καθώς και αν ο ανάδοχος παρουσιάζει το αίτημα του αυτούσιο καθ ’όλη την ενδικοφανή διαδικασία, είναι οι μεταβλητές που ορίζουν την δικαστική έκβαση του αιτήματος.

Abstract

Subject of the current research is the analysis of court decisions in order to extract the factors that are used as input data for the training of an artificial intelligence model, so that it can predict the litigation outcome of public-works claims. For this reason, a sample of 260 court decisions is collected from the Supreme Court, which is analyzed and processed statistically with R.

After analysis, we come to the conclusion that extra work claims are those who are the most common in Greek construction sector while the most common claim type is the extra works' legalization from the owner, which is the Greek public.

For the claim mentioned above, we analyze 34 court decisions and extract the factors that define their litigation outcome. Finally, we extract 29 factors from which we keep 6, as the most important, after experience and application of random forests as well as decision trees.

The necessity of extra works, the correct remedy applied from the contractor, the knowledge of who took the initiative for the extra works, whether the work took place in order to cover damages from unpredictable event as well as whether the claim was not judged by the Appellate Court because of incorrect application of quasi judicial process and whether the contractor presented the request unchanged throughout the quasi-judicial process, are the variables that define the legal outcome of the claim.

Περιεχόμενα

	Σελ.
Ευχαριστίες	5
Περίληψη	7
Abstract	9
Περιεχόμενα	11
Πίνακας Συντμήσεων	13
Κατάλογος Σχημάτων	15
Κατάλογος Πινάκων	17
1. Εισαγωγή	19
1.1 Σκοπός- Στόχοι Εργασίας	19
1.2 Διατύπωση του προβλήματος	20
1.3 Περιγραφή του τρόπου εργασίας	20
1.4 Ευκαιρίες-περιορισμοί περιβάλλοντος	21
1.5 Βασικά συμπεράσματα	21
1.6 Δομή εργασίας	22

2. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση 25

2.1 Αξιώσεις από συμβάσεις τεχνικών έργων 25
2.1.1 Ορισμοί 25
2.1.2 Αιτίες εμφάνισης αξιώσεων από συμβάσεις τεχνικών έργων 27
2.1.3 Είδη αξιώσεων από συμβάσεις τεχνικών έργων 30
2.1.4 Τρόποι επίλυσης των αξιώσεων 31
2.1.5 Ενδικοφανής διαδικασία και δικαστική επίλυση 33

2.2 Μοντέλα Τεχνητής Νοημοσύνης 35
2.2.1 Τεχνητή Νοημοσύνη 35
2.2.2 Επεξεργασία φυσικής γλώσσας (NLP) 36
2.2.3 Αναπαράσταση γνώσης (KR) 37
2.2.4 Αυτοματοποιημένη συλλογιστική και Συλλογιστική κατά περίπτωση (CBR) 37
2.2.5 Μοντέλα Μηχανικής Μάθησης 38
2.2.5.1 Μηχανές Διανυσμάτων Υποστήριξης (SVM) 42
2.2.5.2 Μπεϋζιανοί ταξινομητές 43
2.2.5.3 Δέντρα Αποφάσεων 45
2.2.5.4 Τυχαία Δάση 46
2.2.5.5 Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα 47
2.2.6 Αξιολόγηση μοντέλου 50
2.2.7 Αύξηση ακρίβειας συστήματος 52
2.2.7.1 Αλγόριθμοι ενδυνάμωσης 52
2.2.7.2 Διασταυρωμένη επικύρωση (cross validation) 53

2.3 Προηγούμενη Έρευνα 54
2.3.1 Πρόβλεψη δικαστικών αποφάσεων για αξιώσεις από συμβάσεις τεχνικών έργων 54
2.3.2 Πρόβλεψη δικαστικών αποφάσεων 62

2.4 Συμπεράσματα- Σχόλια 62

3. Μεθοδολογία 69

3.1 Περιγραφή Μεθοδολογίας 70
3.2 Συλλογή του δείγματος 72
3.3 Κωδικοποίηση αποφάσεων 73
3.4 Στατιστική επεξεργασία δείγματος 74
3.5 Τρόπος εξαγωγής μεταβλητών 74
3.6 Κωδικοποίηση μεταβλητών 75
3.7 Επεξεργασία μεταβλητών 75
3.8 Μέθοδοι εξαγωγής μεταβλητών 76

4. Αποτελέσματα 81

4.1 Είδη αξιώσεων στα δημόσια έργα 81
4.2 Μεταβλητές 88
4.3 Σημαντικές Μεταβλητές 88
4.4 Συμπεράσματα- Σχόλια 96

5. Συμπεράσματα -Προτάσεις 101

5.1 Συμπεράσματα 101
5.2 Προτάσεις για μελλοντική έρευνα 103

Βιβλιογραφικές Αναφορές 105

Παράρτημα Α 109
Παράρτημα Β 115
Παράρτημα Γ 123

Πίνακας Συντμήσεων

ΑΚ	=	Αστικός Κώδικας
ΑΠΕ	=	Ανακεφαλαιωτικός Πίνακας Εργασιών
άρθ.	=	άρθρο
ΔΕ	=	Διοικητικό Εφετείο
ΔΥ	=	Διευθύνουσα Υπηρεσία
ΚΠολΔ	=	Κώδικας Πολιτικής Δικονομίας
Ν.	=	Νόμος
ΝΠΔΔ	=	Νομικό Πρόσωπο Δημοσίου Δικαίου
ΟΤΑ	=	Οργανισμός Τοπικής Αυτοδιοίκησης
ΠΑ	=	Προϊσταμένη Αρχή
παρ.	=	παράγραφος
Π.Δ	=	Προεδρικό Διάταγμα
Σελ.	=	Σελίδα
ΣΠ	=	Συγκριτικός Πίνακας
ΣΣ	=	Συμπληρωματική Σύμβαση
ΣτΕ	=	Συμβούλιο της Επικρατείας
ΤΣΜΕΔΕ	=	Ταμείου Συντάξεως Μηχανικών Εργοληπτών Δημοσίων Εργων
Υ.Α	=	Υπουργική Απόφαση
ΥΠΕΧΩΔΕ	=	Υπουργείο Περιβάλλοντος Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων
ΥΠΟΜΕΔΙ	=	Υπουργείο Υποδομών, Μεταφορών και Δικτύων

Κατάλογος Σχημάτων

Αριθμός	Τίτλος	Σελ.
Σχήμα 2.1	Σχηματική απεικόνιση των αιτιών που οδηγούν σε διαφορές (Kumaraswamy, 1997).	29
Σχήμα 2.2	Απεικόνιση βημάτων ενδικοφανούς διαδικασίας για θέματα αξιώσεων από συμβάσεις δημοσίων έργων κατά την ελληνική νομοθεσία.	34
Σχήμα 2.3	Απεικόνιση της σχέσης που συνδέει την ανεξάρτητη μεταβλητή x με την εξαρτημένη μεταβλητή μεταβλητή y.	40
Σχήμα 2.4	Κατηγοριοποίηση των δεδομένων του δείγματος σε δύο διακριτές κλάσεις.	41
Σχήμα 2.5	Μη δυνατός ο γραμμικός διαχωρισμός των δεδομένων σε δύο κλάσεις.	42
Σχήμα 2.6	Αναγωγή των δεδομένων του δείγματος σε δεδομένα υψηλότερων διαστάσεων μέσω της συνάρτησης πυρήνα φ ώστε να είναι είναι γραμμικά διαχωρίσιμα (Shawe-Taylor & Cristianini, 2000).	44
Σχήμα 2.7	Ταξινόμηση των δεδομένων στις κλάσεις A, B, C βάση δέντρου αποφάσεων.	46
Σχήμα 2.8	Μη γραμμικός διαχωρισμός δεδομένων με τη χρήση τεχνικών νευρωνικών δικτύων.	47
Σχήμα 2.9	Δομή τεχνητού νευρωνικού δικτύου.	48
Σχήμα 2.10	Απεικόνιση των μεγεθών TP, TN, FP, FN.	51
Σχήμα 2.11	Απεικόνισης καμπύλης ROC.	52

(συνέχεια)

Αριθμός	Τίτλος	Σελ.
Σχήμα 2.12	Συγκριτική παρουσίαση των δομών των μοντέλων που χρησιμοποίησε στις εργασίες του ο Arditi (Arditi et al, 1998- 2009; Arditi et al, 2009; Arditi et al, 2009-2010).	57
Σχήμα 2.13	Συχνότητα χρησιμοποιούμενων μεθόδων στη πρόβλεψη δικαστικών αποφάσεων.	67
Σχήμα 2.14	Μέση τιμή ακρίβειας για κάθε μοντέλο από όλες τις έρευνες που χρησιμοποιήθηκε.	68
Σχήμα 3.1	Σχηματική απεικόνιση μεθοδολογίας που ακολουθήθηκε.	72
Σχήμα 3.2	Μεταβλητή x1, 4 διαστάσεων, πριν και μετά την αναδιάταξη.	78
Σχήμα 3.3	Κώδικας στην R με εφαρμογή τυχαίων δασών, για την εξαγωγή των σημαντικών μεταβλητών.	79
Σχήμα 3.4	Κώδικας στην R με εφαρμογή δέντρων αποφάσεων, για την εξαγωγή των σημαντικών μεταβλητών.	80
Σχήμα 4.1	Ποσοστά των αξιώσεων επί του συνόλου του δείγματος.	84
Σχήμα 4.2	Αιτήματα του αναδόχου στις αξιώσεις λόγω νέων εργασιών.	85
Σχήμα 4.3	Αιτήματα του αναδόχου στις αξιώσεις λόγω περικοπής εργολαβικού ανταλλάγματος.	85
Σχήμα 4.4	Αιτήματα του αναδόχου στις αξιώσεις λόγω υπερημερίας.	86
Σχήμα 4.5	Αιτήματα στις αξιώσεις λόγω νέων εργασιών.	87
Σχήμα 4.6	Αιτήματα στις αξιώσεις λόγω περικοπής εργολαβικού ανταλλάγματος.	87
Σχήμα 4.7	Αιτήματα στις αξιώσεις λόγω υπερημερίας.	88
Σχήμα 4.8	Διάγραμμα ροής για την έκβαση δικαστικής απόφασης στο αίτημα νομιμοποίησης νέων εργασιών από το Δημόσιο, βάση εμπειρικής εκτίμησης.	91
Σχήμα 4.9	Σημαντικές μεταβλητές ως προς την παράμετρο MeanDecreaseGini, με τη μέθοδο των τυχαίων δασών.	92
Σχήμα 4.10	Σχηματική αναπαράσταση δέντρου αποφάσεων για την έκβαση δικαστικών αποφάσεων σχετικά με τη νομιμοποίηση των νέων εργασιών.	94

Κατάλογος Πινάκων

Αριθμός	Τίτλος	Σελ.
Πίνακας 2.1	Δείγμα τριών δικαστικών αποφάσεων. Κάθε δεδομένο του δείγματος αναλύεται στις ανεξάρτητες μεταβλητές x1-x4 και την εξαρτημένη y .	39
Πίνακας 2.2	πολογισμός πιθανοτήτων για την χρήση του Μπεϋζιανού ταξινομητή.	44
Πίνακας 2.3	Δομή πίνακα σύγχυσης.	50
Πίνακας 2.4	Αποτελέσματα της έρευνας του Arditi στην πρόβλεψη δικαστικών αποφάσεων στο χρονικό διάστημα 1998-2010.	59
Πίνακας 2.5	Αποτελέσματα εργασίας του Chau(2006) στην πρόβλεψη δικαστικών αποφάσεων.	60
Πίνακας 2.6	Αποτελέσματα της δουλειάς του Mahfouz (2009), στην πρόβλεψη δικαστικών αποφάσεων.	61
Πίνακας 3.1	Μορφή δείγματος δικαστικών αποφάσεων μετά την κωδικοποίηση.	75
Πίνακας 4.1	Σημαντικές μεταβλητές με την εφαρμογή των τυχαίων δασών.	93
Πίνακας 4.2	Συμψήφιση μεταβλητών από την εμπειρική μέθοδο, τα τυχαία δάση και τα δέντρα αποφάσεων.	96
Πίνακας 4.3	Σημαντικότερες μεταβλητές για το αίτημα νομιμοποίησης νέων εργασιών.	95
Πίνακας 4.4	Κατανομή αιτημάτων βάση της πιθανότητας έκβασης υπέρ ενός από τους δύο συμβαλλόμενους (ανάδοχος ή Δημόσιο).	98
Πίνακας 5.1	Συνηθέστερα είδη αξιώσεων και αιτημάτων στα δημόσια έργα.	103

Πίνακας 5.2 Αιτήματα, που βάση στατιστικής επεξεργασίας, εξάγονται σημαντικά υπέρ κάποιου από τους συμβαλλόμενους. 104

1 Εισαγωγή

1.1 Σκοπός- Στόχοι Εργασίας

Αντικείμενο της παρούσας εργασίας είναι η ανάλυση δικαστικών αποφάσεων γι' αξιώσεις από εκτέλεση δημοσίων έργων ώστε να είναι δυνατή η μετέπειτα δημιουργία μοντέλου τεχνητής νοημοσύνης που θα προβλέπει τη δικαστική τους έκβαση.

Μέσα από τη βιβλιογραφική έρευνα, ως επιμέρους στόχοι τίθενται

- Η παρουσίαση του τρόπου με τον οποίο μοντέλα τεχνητής νοημοσύνης προβλέπουν την έκβαση δικαστικών αποφάσεων.
- Η παρουσίαση και η αξιολόγηση των μοντέλων τεχνητής νοημοσύνης που έχουν αναπτυχθεί ως σήμερα, για την πρόβλεψη δικαστικών αποφάσεων που αφορούν αξιώσεις από εκτέλεση τεχνικών έργων.
- Η εύρεση του μοντέλου που θεωρείται καταλληλότερο για την πρόβλεψη δικαστικών αποφάσεων που αφορούν αξιώσεις από εκτέλεση τεχνικών έργων.
- Η εύρεση των στοιχείων που θεωρούνται κρίσιμα για το σχεδιασμό μοντέλων τεχνητής νοημοσύνης που προβλέπουν δικαστικές αποφάσεις.

Μέσα από την ανάλυση των δικαστικών αποφάσεων, ως επιμέρους στόχοι τίθενται

- Η παρουσίαση των αξιώσεων που εγείρονται κατά την εκτέλεση δημόσιων έργων στον ελληνικό χώρο.
- Η παρουσίαση των αιτημάτων που αφορούν οι αξιώσεις δημοσίων έργων.
- Η παρουσίαση των αιτημάτων για τα οποία η δικαστική απόφαση έχει υψηλή πιθανότητα να εκδοθεί υπέρ του αναδόχου ή υπέρ του Δημοσίου.
- Η επιλογή του αιτήματος που καθίσταται καταλληλότερο για τη δημιουργία μοντέλου τεχνητής νοημοσύνης.
- Η εξαγωγή των στοιχείων που ορίζουν τη λήψη δικαστικών αποφάσεων για το αίτημα που επιλέξαμε.

1.2 Διατύπωση του προβλήματος

Η εμφάνιση διαφορών μεταξύ του κυρίου του έργου και του αναδόχου, κατά τη διάρκεια εκτέλεσης ενός τεχνικού έργου, δεν είναι σπάνιο φαινόμενο. Όταν τα δύο μέρη δεν μπορούν να βρουν μια από κοινού λύση, οδηγούνται στα δικαστήρια. Εκεί, το κάθε μέρος έχει τη δυνατότητα να αιτήσει από τον άλλο (αξιώσει) όσα του επιτρέπει ο νόμος. Ως αξίωση καλούμε το δικαίωμα να απαιτήσει κάποιος από άλλον, μια πράξη ή μια παράλειψη (ΑΚ 247).

Ωστόσο, η δικαστική οδός, αν και είναι η τελευταία λύση για τη διευθέτηση του θέματος είναι και η πιο ασύμφορη, εφόσον επιφέρει μεγάλο κόστος, είναι μια χρόνια διαδικασία (κάποιες υποθέσεις διευθετούνται μετά και από δέκα χρόνια), χαλάει τις σχέσεις των εμπλεκομένων και επιφέρει δυσφήμιση. Διαπιστώνεται, λοιπόν, πως κάθε μέρος είναι καλό να αποφεύγει τη συγκεκριμένη επιλογή. Διαφορετικά, να εμπλέκεται σε αυτή, μόνο αν γνωρίζει ότι η έκβαση της δίκης είναι σημαντικά υπέρ του.

Η γνώση αυτή, σήμερα, μπορεί να αποκτηθεί με την ανάπτυξη μοντέλων τεχνητής νοημοσύνης που δίνουν τη δυνατότητα πρόβλεψης δικαστικών αποφάσεων. Ως μοντέλα τεχνητής νοημοσύνης νοούνται τα μοντέλα εκείνα που χαρακτηρίζονται από ευφυΐα (McCarthy, 2007).

Εργασίες των Arditi (1998; 1999; 2005; 2009; 2009; 2010), Chau (2006) με πιο πρόσφατη τη μελέτη του Mahfouz (2009; 2010; 2012) αποδεικνύουν το ενδιαφέρον της επιστημονικής κοινότητας στο συγκεκριμένο θέμα.

Στην εργασία αυτή, γίνεται ένα πρώτο βήμα για τη δημιουργία ενός τέτοιου μοντέλου, το οποίο θα προβλέπει τις δικαστικές αποφάσεις που αφορούν αξιώσεις από εκτέλεση δημοσίων έργων.

Τα μοντέλα αυτά χρησιμοποιούν ένα σύνολο μεταβλητών για να κάνουν την πρόβλεψη και στόχος μας είναι να εξάγουμε τις μεταβλητές αυτές, για ένα συγκεκριμένο αίτημα, που προβάλλεται στις αξιώσεις από εκτέλεση δημοσίων έργων.

1.3 Περιγραφή του τρόπου εργασίας

Η παρούσα εργασία συντάχθηκε με έρευνα στο διαδίκτυο και στη βιβλιογραφία. Από την έρευνα, μελετήθηκαν άρθρα επιστημονικών περιοδικών και βιβλία ενώ συλλέχθηκε δείγμα δικαστικών αποφάσεων, το οποίο επεξεργαστήκαμε στατιστικά με το λογισμικό R. Ας σημειωθεί, πως για την πλήρη κατανόηση και απόδοση του θέματος, παρακολουθήθηκε σειρά ιντερνετικών διαλέξεων για ανάλυση δεδομένων (data analytics) από το Τεχνολογικό Ίδρυμα της Μασαχουσέτης (MIT) με ανάθεση και παράδοση εργασιών. Τέλος, η συγγραφέας ήρθε σε επαφή με τον δικηγόρο και υποψήφιο διδάκτορα, Σαμαρά Σίμο για την ορθή απόδοση του νομικού μέρους της εργασίας.

1.4 Ευκαιρίες-περιορισμοί περιβάλλοντος

Το ενδιαφέρον της συγγραφέως για τα μοντέλα μηχανικής μάθησης και τη διαχείριση τεχνικών έργων, μέσα από το αντίστοιχα μαθήματα του μεταπτυχιακού προγράμματος, έθεσαν τις βάσεις για την ανάπτυξη της παρούσας εργασίας.

Τα μοντέλα μηχανικής μάθησης, λόγω της δυνατότητας τους, να δίνουν απαντήσεις σε μελλοντικές καταστάσεις αξιολογώντας παλιότερες, αποδεικνύονται σημαντικά εργαλεία για τη λήψη αποφάσεων άρα και για τη διαχείριση έργων. Από την άλλη πλευρά, θέματα νομικής για την εκτέλεση τεχνικών έργων τα οποία είναι απαραίτητα μεν, αλλά όχι αρκετά οικεία για τους πολιτικούς μηχανικούς δε, τους οδηγούν αρκετές φορές σε κακή ερμηνεία άρα και εφαρμογή του νόμου, δημιουργώντας διαφορές με τον κύριο του έργου, επιπλέον σπατάλες και εμπόδια στην εκτέλεση των εργασιών. Τα ανωτέρω, αποτέλεσαν ευκαιρία για την εφαρμογή των μοντέλων μηχανικής μάθησης σε θέματα νομικής σχετικά με τη διαχείριση τεχνικών έργων.

Παρά ταύτα, η έρευνα διεξάχθηκε σε μια δύσκολη περίοδο, εφόσον ο μειωμένος προϋπολογισμός του Πολυτεχνείου, έθετε αδύνατη την πρόσβαση σε ηλεκτρονικές ακαδημαϊκές πηγές ενώ οι συνεχόμενες καταλήψεις και τα μειωμένα ωράρια λειτουργίας της βιβλιοθήκης του ιδρύματος, δημιουργούσαν παύσεις στην έρευνα. Ακόμη, η συλλογή του δείγματος των δικαστικών αποφάσεων που απαιτούνταν για την ανάλυση, έγινε με δυσκολία εφόσον δεν ήταν ελεύθερη η ηλεκτρονική πρόσβαση και χρειαζόταν συνδρομή. Η πρόσβαση τελικώς έγινε δυνατή, με τη συνεργασία δικηγόρου, αλλά δόθηκε λίγος χρόνος για τη συλλογή του, περιορίζοντας το μέγεθος του.

1.5 Βασικά συμπεράσματα

Από την ανάλυση των δικαστικών αποφάσεων, προκύπτει πως οι νέες εργασίες είναι η κύρια αιτία εμφάνισης αξιώσεων στα ελληνικά δημόσια έργα. Σε σχέση με αυτές, το πιο σύνηθες αίτημα αφορά την νομιμοποίηση των νέων εργασιών και κατ' επέκταση την πληρωμή τους.

Όταν το αίτημα φτάνει στο Συμβούλιο της Επικρατείας η έκδοση του υπέρ του αναδόχου ή του Δημοσίου, εξαρτάται από την αναγκαιότητα εκτέλεσης των νέων εργασιών, την τήρηση της ενδικοφανούς διαδικασίας από τον ανάδοχο, τη γνώση για το ποιος πήρε την πρωτοβουλία για την εκτέλεση τους, το αν οι εργασίες εκτελέστηκαν για την κάλυψη ζημιών από απρόβλεπτο συμβάν, το αν το αίτημα δεν εκδικάστηκε από το διοικητικό εφετείο λόγω μη τήρησης της ενδικοφανούς διαδικασίας καθώς και αν ο ανάδοχος παρουσιάζει το αίτημα του αυτούσιο σε όλη τη διαδικασία. Αυτές είναι και οι μεταβλητές, που αν εισαχθούν σε ένα μοντέλο τεχνητής νοημοσύνης, αυτό με τη σειρά του, μπορεί να προβλέπει τη δικαστική έκβαση του αιτήματος.

1.6 Δομή εργασίας

Κεφάλαιο 1^{0}: Εισαγωγή

Παρουσιάζεται το αντικείμενο και οι στόχοι της διπλωματικής εργασίας. Γίνεται περιγραφή της προβλήματος καθώς και των λόγων που οδήγησαν στην συγγραφή της.

Κεφάλαιο 2^{0}: Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

Ορίζονται οι δύο κύριοι όροι της εργασίας, οι οποίοι είναι οι αξιώσεις από τις εκτέλεση δημοσίων έργων καθώς και τα μοντέλα τεχνητής νοημοσύνης. Για τις αξιώσεις, παρουσιάζεται ο τρόπος γέννησης τους, τα είδη τους, όλοι οι διατιθέμενοι τρόποι επίλυσης τους ενώ δίνεται έμφαση στην επίλυση τους μέσω της δικαστικής οδού. Για τα μοντέλα τεχνητής νοημοσύνης, παρουσιάζεται ο τρόπος λειτουργίας τους, οι εφαρμογές τους καθώς και οι τρόποι με τους οποίους μπορούμε να αξιολογήσουμε την αξιοπιστία τους.

Ακόμη, παρουσιάζεται η έρευνα που έχει πραγματοποιηθεί από την επιστημονική κοινότητα στο θέμα της πρόβλεψης δικαστικών αποφάσεων, γενικότερα, αλλά και της πρόβλεψης αποφάσεων για αξιώσεις από εκτέλεση τεχνικών έργων, ειδικότερα.

Περιγράφονται τα μοντέλα που έχουν αναπτυχθεί σε κάθε έρευνα, συγκρίνονται μεταξύ τους και συμπεραίνουμε ποιο είδος μοντέλου θεωρείται καταλληλότερο για τη φύση του προβλήματος που μελετάμε.

Κεφάλαιο 3^{ο}: Μεθοδολογία

Γίνεται περιγραφή του τρόπου εργασίας. Περιγράφονται υπό ποιές συνθήκες συλλέχθηκε το δείγμα των δικαστικών αποφάσεων, από πού, πως έγινε η ανάλυση και η κωδικοποίηση του, καθώς και η επεξεργασία του. Αναφέρονται τα προβλήματα κατά την επεξεργασία και οι παραδοχές που έγιναν για την υπερπήδηση τους. Ακόμα, παρουσιάζονται οι μέθοδοι που χρησιμοποιήθηκαν για την επεξεργασία, περιγράφεται ο τρόπος λειτουργίας τους αλλά και οι δείκτες που χρησιμοποιήθηκαν για την ερμηνεία των αποτελεσμάτων.

Κεφάλαιο 4^{ο}: Αποτελέσματα ανάλυσης

Γίνεται καταγραφή και παρουσίαση των αποτελεσμάτων της ανάλυσης. Τα αποτελέσματα ερμηνεύονται και σε κάποιο βαθμό, αιτιολογούνται. Στο σημείο αυτό, αποκτούμε εικόνα για τα είδη των αξιώσεων στον ελληνικό χώρο, για τα αιτήματα που αυτά αφορούν, υπέρ ποιού (Δημόσιο/ανάδοχος) εξάγεται το αποτέλεσμα της δικαστικής απόφασης ανά αίτημα ενώ επιλέγεται το είδος του αιτήματος που είναι καταλληλότερο για ανάλυση.

Για το συγκεκριμένο αίτημα, παρουσιάζονται οι μεταβλητές εκείνες, στις οποίες βασίζουν τη γνώμη τους οι δικαστές για να ορίσουν την απόφαση τους.

Κεφάλαιο 5ο: Συμπεράσματα- Προτάσεις για μελλοντική έρευνα

Περιγράφονται τα σημαντικότερα συμπεράσματα που εξήχθησαν από την έρευνα και τα οποία μπορούν να αποτελέσουν βάση για μελλοντική εργασία. Ακόμη, δίνονται προτάσεις για θέματα που μπορούν να αναπτυχθούν στο ίδιο επιστημονικό πεδίο, τα οποία θα βελτιώσουν και θα ολοκληρώσουν το μελετηθέν αντικείμενο.

Βιβλιογραφικές αναφορές

Τα άρθρα επιστημονικών περιοδικών, τα πρακτικά συνεδριών, τα βιβλία, οι διπλωματικές εργασίες και οι ηλεκτρονικοί σύνδεσμοι που αποτέλεσαν βάση της παρούσας έρευνας παρουσιάζονται στο τέλος της εργασίας.

Παραρτήματα

Σε αυτά παρατίθεται πρόσθετη πληροφορία η οποία αν και ήταν σημαντική, δεν μπορούσε να συμπεριληφθεί στο κύριο κορμό της διπλωματικής, λόγω του μεγάλου της όγκου. Ο αναγνώστης καλείται να ανατρέξει σε αυτά, για καλύτερη κατανόηση του θέματος της εργασίας αλλά και για μια πιο λεπτομερή παρουσίαση των αποτελεσμάτων της έρευνας.

2

Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

2.1 Αξιώσεις από συμβάσεις τεχνικών έργων

Αντικείμενο μελέτης είναι η ανάλυση δικαστικών αποφάσεων που πραγματεύονται αξιώσεις από εκτέλεση δημοσίων έργων και για αυτό θέτουμε ως πρώτο στόχο, την πλήρη κατανόηση τους.

Στο κεφάλαιο αυτό εστιάζουμε στο να

- Ορίσουμε τις βασικές έννοιες στις συμβάσεις δημοσίων έργων
- Διαχωρίσουμε την έννοια της αξίωσης από την έννοια του αιτήματος
- Παρουσιάσουμε τις αιτίες που προκαλούν αξιώσεις
- Παρουσιάσουμε τους τρόπους επίλυσης των αξιώσεων από συμβάσεις τεχνικών έργων
- Παρουσιάσουμε την ενδικοφανή διαδικασία και την δικαστική επίλυση των ανωτέρω αξιώσεων

2.1.1 Ορισμοί

Ως **έργο** νοείται κάθε νέα κατασκευή ή επέκταση ή ανακαίνιση ή επισκευή ή συντήρηση και η οικονομικά ή τεχνικά αυτοτελής λειτουργία, καθώς και κάθε σχετική ερευνητική εργασία, που απαιτεί τεχνική γνώση και επέμβαση (άρθ. 3 Ν.3669/2008).

Ως **τεχνικό έργο** νοείται το αποτέλεσμα ενός συνόλου οικοδομικών εργασιών ή εργασιών πολιτικού μηχανικού που προορίζεται να πληρεί αυτό καθεαυτό μια οικονομική ή τεχνική λειτουργία.

Πιο συγκεκριμένα ως τεχνικό έργο νοείται κάθε κατασκευή δομική και ηλεκτρομηχανολογική ή άλλης φύσεως κατασκευή που συνδέεται με οποιοδήποτε τρόπο με το έδαφος ήτοι κάθε ανέγερση και συναρμολόγηση νέου

έργου και κάθε επέκταση, ανακαίνιση, επισκευή, διαρρύθμιση, συντήρηση και λειτουργία υφιστάμενου ή νέου έργου καθώς και κάθε άλλη εργασία τεχνικής ή ερευνητικής φύσεως και κάθε συναφής δραστηριότητα που απαιτεί τεχνική γνώση, μελέτη και επέμβαση (άρθ. 2 §1 Υ.Α 50516/ 1040)

Τα **δημόσια έργα** είναι έργα υποδομής της χώρας που καλύπτουν βασικές ανάγκες του κοινωνικού συνόλου, συμβάλλουν στην ανάπτυξη των παραγωγικών δυνατοτήτων, στην αύξηση του εθνικού προϊόντος, στην ασφάλεια της χώρας και γενικά αποσκοπούν στη βελτίωση της ποιότητας ζωής του λαού (άρθ. 1 Ν.3669/2008).

Από τεχνική άποψη, τα δημόσια έργα συνδέονται με οποιονδήποτε τρόπο με το έδαφος, το υπέδαφος ή τον υποθαλάσσιο χώρο, όπως και τα πλωτά τμήματα των τεχνικών έργων.

Για να κατασκευαστεί ένα δημόσιο έργο, προαπαιτείται η υπογραφή της σύμβασης.

Σύμβαση είναι η γραπτή συμφωνία μεταξύ εργοδότη ή του φορέα κατασκευής του έργου και του αναδόχου για την κατασκευή του έργου με όλα τα σχετικά τεύχη, σχέδια και προδιαγραφές (άρθ. 1 Ν.3669/2008).

Στις συμβάσεις δημοσίων έργων, συμβάλλονται δύο κυρίως μέρη, ο κύριος του έργου/ φορέας κατασκευής του έργου και ο ανάδοχος. Συγκεκριμένα, ορίζουμε ως

Κύριο του έργου ή εργοδότη, το δημόσιο ή άλλο νομικό πρόσωπο του δημοσίου τομέα για λογαριασμό του οποίου καταρτίζεται η σύμβαση ή κατασκευάζεται το έργο (άρθ. 1 Ν.3669/2008).

Φορέα κατασκευής είναι η αρμόδια αρχή ή υπηρεσία που έχει την ευθύνη παραγωγής και διοίκησης του έργου (άρθ. 1 Ν.3669/2008).

Ανάδοχο εργολήπτη ή **Ανάδοχο** την επιχείρηση στην οποία έχει ανατεθεί με σύμβαση η κατασκευή του έργου (Τζίκα-Χατζοπούλου, 2009).

Στην διαδικασία, όμως, της εκτέλεσης εμπλέκονται και τα ακόλουθα μέρη με τους εξής ρόλους:

Προϊσταμένη αρχή ή εποπτεύουσα αρχή (ΠΑ) είναι η υπηρεσία που εποπτεύει την κατασκευή του έργου και ιδίως αποφασίζει για κάθε μεταβολή των όρων της σύμβασης ή άλλων στοιχείων της, όπως ορίζεται από τον νόμο ή τα διατάγματα (Τζίκα-Χατζοπούλου, 2009).

Διευθύνουσα υπηρεσία ή Επιβλέπουσα Υπηρεσία (ΔΥ) είναι η τεχνική υπηρεσία η αρμόδια για την παρακολούθηση, επίβλεψη, έλεγχο και διοίκηση κατασκευής του έργου. Η διευθύνουσα υπηρεσία δρα υπό την εποπτεία της προϊσταμένης αρχής (Τζίκα-Χατζοπούλου, 2009).

Η ΠΑ καθώς και η ΔΥ δρουν εκ μέρους του δημοσίου.

Για να γίνουν κατανοητοί οι ανωτέρω ορισμοί, θα φέρουμε το ακόλουθο παράδειγμα. Για την κατασκευή του δημόσιου έργου «1ο Νηπιαγωγείο Μεγάρων»,

- ο εργοδότης/ κύριος του έργου είναι ο δήμος Μεγάρων
- Ο φορέας κατασκευής είναι ο δήμος Μεγάρων

- Η προϊστάμενη αρχή/ εποπτεύουσα αρχή είναι το δημοτικό συμβούλιο Μεγάρων που έχει έδρα τα Μέγαρα ή το ΥΠΟΜΕΔΙ (πρώην ΥΠΕΧΩΔΕ).
- Η διευθύνουσα/επιβλέπουσα υπηρεσία για την κατασκευή του έργου, είναι η δ/νση τεχνικών υπηρεσιών του δήμου Ο ανάδοχος είναι η τεχνική ανώνυμη εταιρία με την επωνυμία «».

Όπως είναι γνωστό, τα τεχνικά έργα περιλαμβάνουν πολλά ρίσκα, γιατί τα σχέδια σπάνια ταυτίζονται με την πραγματικότητα. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα, κατά την εκτέλεση του έργου να παρατηρούνται αποκλίσεις από τα συμφωνηθέντα, στη σύμβαση ή το νομοθετικό πλαίσιο που ορίζει τα δημόσια έργα. Οι αποκλίσεις αυτές οδηγούν σε διαφορές (disputes) μεταξύ των συμβαλλομένων.

Διαφορά (dispute) είναι μια διαφωνία μεταξύ αναδόχου και κυρίου του έργου, η οποία μπορεί να επιλυθεί σε επίπεδο έργου (Bramble & Cipollini, 1995).

Στις σχέσεις δημοσίου και ιδιωτικού τομέα, η διαφορά μπορεί να ονομαστεί και διοικητική διαφορά.

Συνεπώς, βάση του Ράϊκου (2009), ως ορισμός **διοικητικής διαφοράς** νοείται η διαφορά που αναφύεται μεταξύ του κυρίου του έργου αφενός και αφετέρου του εκδοχέως της απαίτησης του αναδόχου για το εργολαβικό αντάλλαγμα και έχει ως αντικείμενο την καταβολή του ανταλλάγματος ή νομιμότητα της υποκατάστασης τρίτου στην εκτέλεση της σύμβασης

Ως **αξίωση** ορίζεται το δικαίωμα να απαιτήσει κάποιος από άλλον μια πράξη ή μια παράλειψη (ΑΚ 247).

Από τον ανωτέρω ορισμό, προκύπτει και ο ορισμός του **αιτήματος**, ως μια πιο στενή έννοια της αξίωσης και που πρακτικά αφορά το αντικείμενο της.

Συνεπώς, έχει βάση να ειπωθεί πως «ο ανάδοχος έχει αξιώσεις λόγω νέων εργασιών με αίτημα τον κανονισμό μονάδας για αυτές».

Το αποτέλεσμα είναι οι αξιώσεις να αποτελούν ένα σχεδόν αναπόσπαστο τμήμα των τεχνικών έργων. Είναι σημαντικό να τονιστεί ότι η αξίωση δεν είναι πάντα μια αρνητική ενέργεια, ούτε οδηγεί πάντα σε αντιπαράθεση. Οι περισσότερες αξιώσεις επιλύονται τυπικά με την ικανοποίηση και των δύο μελών.

2.1.2 Αιτίες εμφάνισης αξιώσεων από συμβάσεις τεχνικών έργων

Οι αξιώσεις γεννιούνται από διαφορές, με τον τρόπο που ορίστηκαν ανωτέρω. Με βάση τον Williamson(1979) οι διαφορές προκύπτουν από τρεις βασικούς λόγους όπως είναι

- Ανθρώπινος παράγοντας
- Ασάφειες στις συμβάσεις
- Τεχνικά προβλήματα λόγω εξωτερικών παραγόντων

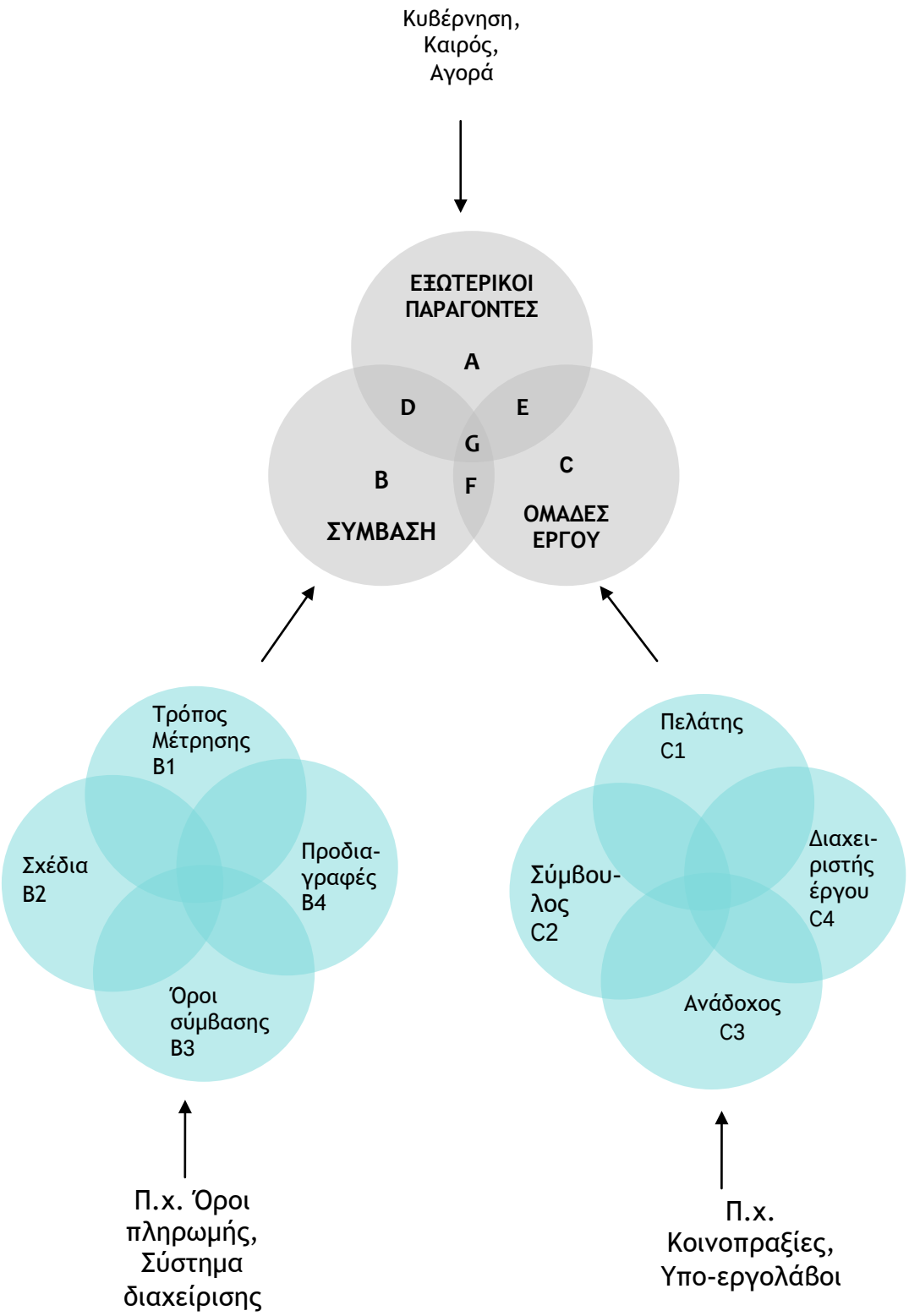
Στον ανθρώπινο παράγοντα, αναφερόμαστε στον τρόπο επικοινωνίας των μελών, την εμπιστοσύνη μεταξύ τους, στις διαφορετικές προσωπικότητες, κουλτούρες, και η επαγγελματική τους εμπειρία. Οι φιλοδοξίες τους, η εικόνα που έχουν για τον εαυτό τους και πως αυτή θέλουν να επιβεβαιώνεται μέσα από το έργο τους αλλά και η ανάγκη για αναγνώριση είναι επιπλέον παράγοντες που μπορούν να δημιουργήσουν διαφορές μεταξύ των εμπλεκόμενων (Vorster,1993).

Στον τομέα του ανθρώπινου παράγοντα συμπεριλαμβάνονται έλλειψη καλής διαχείρισης του έργου, επίβλεψης και συνεργασίας, καθυστερήσεις των εργασιών, αδυναμία σχεδιασμού και εκτέλεσης σε περίπτωση μεταβολής του έργου, αδυναμία για σωστή κοστολόγηση εργασιών, προγραμματισμό εργασιών καθώς και έλλειψη πρωτοβουλίας από τον ανάδοχο για να ζητήσει διευκρινήσεις ή να ενημερώσει (Carmicheal, 2002). Ακόμη, αδυναμία διαπραγμάτευσης ή διάθεσης για υποχώρηση (Cheung & Yiu, 2007).

Ασάφειες ως προς την εκτέλεση του έργου όπως αναγράφονται στη σύμβαση είναι μια επιπλέον πηγή διαφορών. Πολλές διαφορές προκαλούνται από ασάφειες, παρερμηνεία και ελλειπή γνώση για το εκτελεσθέν έργο (Hohns, 1979). Πιο συγκεκριμένα, λάθη στα σχέδια των μελετών ή και στα κείμενα των συμβάσεων απαιτούν από τον ανάδοχο επιπλέον εργασίες για την εκτέλεση του έργου. Τα λάθη αυτά οδηγούν σε διαφοροποίηση του αντικειμένου του έργου, παράταση υλοποίησης του, καθυστέρηση πληρωμών και ουτοπικές απαιτήσεις από τον κύριο του έργου (Kumaraswamy &Yogeswaran, 1998)

Τέλος, αιτία διαφορών είναι τα τεχνικά προβλήματα λόγω εξωτερικών παραγόντων. Σε αυτά αναφερόμαστε σε αναπάντεχα γεγονότα ή συνθήκες, όπως οι πραγματικές συνθήκες του εργοταξίου να είναι διαφορετικές από αυτές που προβλέπονται στη σύμβαση (για παράδειγμα διαφορετικό ύψος υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα ή διαφορετική γεωλογική σύσταση), αντίξοες καιρικές συνθήκες, καταστάσεις ανωτέρω βίας όπως σεισμοί, τυφώνες, πόλεμοι, απεργίες, τρομοκρατία. Τέλος, ένας άλλος παράγοντας που αποτελεί βάση για άρση διαφορών, είναι η καθυστέρηση του εξοπλισμού από τους προμηθευτές.

Στο Σχήμα 2.1, ακόμη, φαίνονται με τη μορφή διαγράμματος, οι ανωτέρω αιτίες όπως παρουσιάζονται στην εργασία του (Kumaraswamy, 1997). Σε αναλογία με όσα αναφέρθηκαν, διαφορές προκύπτουν λόγω των συμβάσεων, των εξωτερικών παραγόντων και των ομάδων έργου, οι οποίες ορίστηκαν ως ανθρώπινος παράγοντας, με βάση τα ανωτέρω.



Σχήμα 2.1 *Σχηματική απεικόνιση των αιτιών που οδηγούν σε διαφορές (Kumaraswamy, 1997).*

2.1.3 Είδη αξιώσεων στις συμβάσεις τεχνικών έργων

Οι αξιώσεις γεννιούνται από τη σύμβαση ή τη νομοθεσία που ορίζει τα τεχνικά έργα και από τα αυτής, εδάφια. Με βάση λοιπόν την πηγή, ορίζουμε και τα είδη των αξιώσεων. Παρά τη διαφορετική νομοθεσία από χώρα σε χώρα καθώς τις διαφορετικές συμβάσεις, υπάρχουν κάποια είδη αξιώσεων τα οποία παρουσιάζονται στην πλειοψηφία των περιπτώσεων και αναφέρονται παρακάτω:

1. **Αξιώσεις λόγω μεταβολής έργου**
   (Changes claims)

Η επιθυμία του ιδιοκτήτη για αλλαγή των όρων ή του αντικειμένου της σύμβασης, είναι ο συχνότερη αιτία εμφάνισης αξιώσεων. Οι μεταβολές μπορεί να αφορούν το είδος των εργασιών, την ποσότητα τους ή και τη μέθοδο εκτέλεσης τους.

2. **Αξιώσεις λόγω νέων εργασιών**
   (Extra-work claims)

Ως **νέες εργασίες** εννοούνται εκείνες οι οποίες δεν προβλέπονται από τη σύμβαση κατασκευής του έργου και δη στο συμβατικό τιμολόγιο (ΣτΕ 2688/2001).

Ο κύριος του έργου έχει το δικαίωμα να προβεί σε αυτές λόγω κάποιου απρόβλεπτου γεγονότος που τις κατέστησε αναγκαίες για την τελειοποίηση του έργου. Σε αυτές τις περιπτώσεις, ο κύριος του έργου προβαίνει σε συμπληρωματική σύμβαση με τον ανάδοχο, για την εκτέλεση τους, χωρίς αυτό να είναι και αναγκαία συνθήκη.

3. **Αξιώσεις λόγω υπερημερίας**
   (Delay claims)

Η έννοια της υπερημερίας συνδέεται με την έννοια της καθυστέρησης. Η υπερημερία μπορεί να προκύπτει από τον ανάδοχο, τον κύριου του έργου, τρίτα πρόσωπα και από κάποιο απρόβλεπτο φυσικό ή τεχνητό αίτιο (σεισμός). Συνήθως, το αίτημα είναι χρηματική ποινή για το μέρος το οποίο κατέστη υπερήμερο.

4. **Αξιώσεις λόγω διαφορετικών συνθηκών εργοταξίου**
   (Different site conditions Claims)

Αν οι πραγματικές συνθήκες του εργοταξίου, διαφοροποιούνται από τις προβλεπόμενες στη σύμβαση ή από αυτές που υπέθετε ο ανάδοχος όταν υπέβαλε την προσφορά και επιφέρουν επιπλέον εργασίες ή ακόμα και αδυναμία εκτέλεσης του έργου, ο ανάδοχος ζητάει αποζημίωση για να καλύψει το κόστος των επιπλέον εργασιών ή/και παράταση χρόνου.

5. **Αξιώσεις λόγω επιτάχυνσης**
   (Acceleration claims)

Στις περιπτώσεις αυτές ο κύριος του έργου ζητάει από τον ανάδοχο την ολοκλήρωση ή την προσπάθεια ολοκλήρωσης του έργου νωρίτερα από το προβλεπόμενο στη σύμβαση ή ακόμα την ολοκλήρωση του έργου με πρόσθετες εργασίες στο προβλεπόμενο από τη σύμβαση, χρόνο. Η αίτηση για επιτάχυνση μπορεί να πραγματοποιηθεί είτε στο στάδιο μελέτης ή/και κατασκευής του έργου. Σε αυτή την περίπτωση ο ανάδοχος πρέπει να αποδείξει πως έλαβε σαφείς ενέργειες για να αυξήσει την παραγωγικότητα του εργοταξίου και να ζητήσει αποζημίωση.

6. **Αξιώσεις λόγω ανωτέρας βίας**
   (Force Majeur claims)

Συνήθως αναφέρονται στις ζημίες που υφίσταται ο ανάδοχος τόσο από άποψη χρόνου όσο και κόστους, οι οποίες προκαλούνται από δυσμενείς καιρικές συνθήκες ή γεγονότα που ήταν αδύνατο να προβλεφθούν. Ο ανάδοχος αιτεί καταβολή αποζημίωσης για τις ζημίες.

7. **Αξιώσεις από κακή περιγραφή του αντικειμένου της σύμβασης (**Defective & Deficient Contract Documents claims**)**

Αυτός το είδος αξίωσης αφορά λάθη και παραλείψεις στα σχέδια, τις προδιαγραφές και το κείμενο της σύμβασης. Αν ο ανάδοχος εκτελεί το έργο με βάση τα παρεχόμενα σχέδια και προδιαγραφές, ο ανάδοχος δεν είναι υπεύθυνος για τα ελαττώματα στην κατασκευή λόγω των πλημμελών σχεδίων. Συνεπώς, αρνείται την αποκατάσταση τους, ως συμβατική του υποχρέωσης ή χωρίς την καταβολή πρόσθετης πληρωμής.

2.1.4 Τρόποι επίλυσης των αξιώσεων

Αναφορικά με την επίλυση των αξιώσεων πρέπει να αναφερθεί ότι οι περισσότερες συμβάσεις περιέχουν διατάξεις σχετικά με τον τρόπο διευθέτησης τους. Η διαδικασία συνήθως ξεκινά με απλές μεθόδους επίλυσης και προχωρά προοδευτικά σε πιο σύνθετες, με τελευταία, τα δικαστήρια.

Η πρώτη μέθοδος είναι η **διαπραγμάτευση** (negotiation). Η συνηθέστερη μέθοδος επίλυσης διαφορών, στην οποία τα μέρη επιχειρούν να επιλύσουν μόνα τους τη διαφορά. Είναι η πιο άμεση μέθοδος και απαιτεί ειδικές ικανότητες, ώστε να μειωθεί το χάσμα μεταξύ των διαφωνούντων. Συχνά ζητείται και η γνώμη ανεξάρτητων ειδικών ή συμβούλων. Στόχος των διαπραγματεύσεων είναι μια λύση, που θα είναι αποδεκτή και από τα δύο μέρη.

Η δεύτερη μέθοδος είναι η **διαμεσολάβηση** (mediation, Ν. 2898/2010). Όταν αποτύχουν οι διαπραγματεύσεις είτε από έλλειψη εμπιστοσύνης είτε από έλλειψη ικανοτήτων, μπορεί να κληθεί ένας μεσολαβητής, ώστε να βοηθήσει

τους διαφωνούντες να συγκλίνουν. Ο μεσολαβητής μπορεί να είναι ένα άτομο ή μια ομάδα. Πρέπει να δείξει ουδετερότητα και υπομονή και να συγκεντρώσει πρώτα όλα τα στοιχεία, πριν αρχίσει να κάνει προτάσεις. Συνήθως συναντιέται με κάθε ομάδα χωριστά και αν υπάρχει ενθαρρυντικό κλίμα, κανονίζει και μια γενική συνάντηση. Εάν επέλθει διευθέτηση της διαφοράς, τότε τα μέρη μπορεί να περιλάβουν αυτή σε ειδική γραπτή συμφωνία.

Η τρίτη μέθοδος για τη διένεξη των αξιώσεων είναι οι **επιτροπές επίλυσης διαφορών** (dispute review boards). Αντί να περιμένουν όλοι μέχρι το τέλος του έργου, για να διευθετηθούν οι διαφορές, αυτές οι ομάδες επιλύουν τις διαφορές, όταν προκύπτουν. Ο κύριος του έργου και ο ανάδοχος επιλέγουν αυτήν την ανεξάρτητη, ουδέτερη ομάδα με κατασκευαστική εμπειρία, όταν υπογράφεται το συμβόλαιο, και συμφωνούν να ζητούν τη βοήθειά της στην επίλυση των διαφορών που προκύπτουν κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης του έργου.

Οι μέχρι τώρα μέθοδοι είναι μη δεσμευτικές που σημαίνει ότι η λύση μπορεί να αλλάξει μορφή μέχρι να γίνει αποδεκτή και από τα δύο μέρη. Κανένας από τους δύο δεν είναι δεσμευμένος, μέχρι να αποδεχτεί την προτεινόμενη λύση.

Η **διαιτησία** (arbitration) είναι μια πιο επίσημη διαδικασία που εκτελείται από έναν ανεξάρτητο επαγγελματία διαιτητή. Οι διαιτητές είναι ειδικοί μηχανικοί οι οποίοι όμως δεν έχουν την εξουσία δικαστή. Αποφασίζουν τελεσίδικα επί της διαφοράς, με βάση σχετικό νόμο (αρ. 867- 903 ΚΠολΔ). Η διαιτησία δεν απαιτεί την παρουσία δικηγόρων, αν και είναι σύνηθες το φαινόμενο να παρίστανται δικηγόροι και από τις δύο πλευρές. Σε αντίθεση με την αντιδικία που περιγράφεται στη συνέχεια, η διαιτησία δεν περιορίζεται από τις περίπλοκες και δεσμευτικές διαδικασίες των δικαστηρίων, ο διαιτητής έχει περισσότερη ελευθερία και το αποτέλεσμα δεν αργεί τόσο να έρθει. Ακύρωση της απόφασης από δικαστήριο γίνεται πρακτικά μόνον σε περιπτώσεις κακοδικίας ή παρατυπίας στη διαδικασία ή στην απόφαση.

Τέλος, η αντιδικία (litigation) ξεκινά συνήθως από μια **αγωγή ή προσφυγή,** όταν καμία από τις προηγούμενες μεθόδους δεν έχει αποτέλεσμα. Η διευθέτηση γίνεται πλέον στα δικαστήρια. Υπάρχουν φορές που τα χρήματα που ξοδεύονται σε νομικά έξοδα είναι περισσότερα από αυτά που αποκομίζει ο κερδισμένος από την έκβαση της δίκης. Για το λόγο αυτό, συνήθως αποφεύγεται.

2.1.5 Ενδικοφανής διαδικασία και δικαστική επίλυση

Ως τελικό στάδιο, επίλυσης των διαφορών παρουσιάζεται η αντιδικία, η οποία για να πραγματοποιηθεί προαπαιτείται η άσκηση συγκεκριμένων βημάτων (ενδικοφανής διαδικασία) όπως αυτή παρουσιάζεται στο Σχήμα 2.2. Εφόσον τα βήματα αυτά, πραγματοποιηθούν, τότε ο ανάδοχος μπορεί να ασκήσει προσφυγή ενώπιον διοικητικού δικαστηρίου.

Πιο συγκεκριμένα, εφόσον κοινοποιηθεί στον ανάδοχο μια βλαπτική πράξη προς το συμφέρον του αυτός υποχρεούται μέσα σε χρονικό διάστημα 15 ημερών από την κοινοποίηση να καταθέσει ένσταση στην διευθύνουσα υπηρεσία (άρθ. 76 §1 Ν.3669/2008).

Με τον όρο **ένσταση**, αναφερόμαστε στην γραπτή διαμαρτυρία του αναδόχου όταν το συμφέρον του θίγεται από πράξη της διευθύνουσας υπηρεσίας (Τζίκα-Χατζοπούλου, 2009).

Η ένσταση κατατίθεται στην διευθύνουσα υπηρεσία αλλά απευθύνεται στην προϊσταμένη αρχή. Η προϊσταμένη αρχή ελέγχει την υπόθεση και υποχρεούται να απαντήσει μέσα σε 2 μήνες από την κατάθεση της ένστασης (άρθ. 76 §2 Ν.3669/2008).

Σε περίπτωση που η προϊσταμένη αρχή δεν απαντήσει (σιωπηρή απόρριψη) ή ο ανάδοχος δε συμφωνεί με την απάντηση της, έχει δικαίωμα ασκήσεως αίτησης θεραπείας εντός 3 μηνών από την κοινοποίηση της απόφασης της προϊσταμένης αρχής επί της ενστάσεως ή της παρόδου άπρακτου διμήνου από την υποβολή της ένστασης (άρθ. 76 §2 Ν.3669/2008).

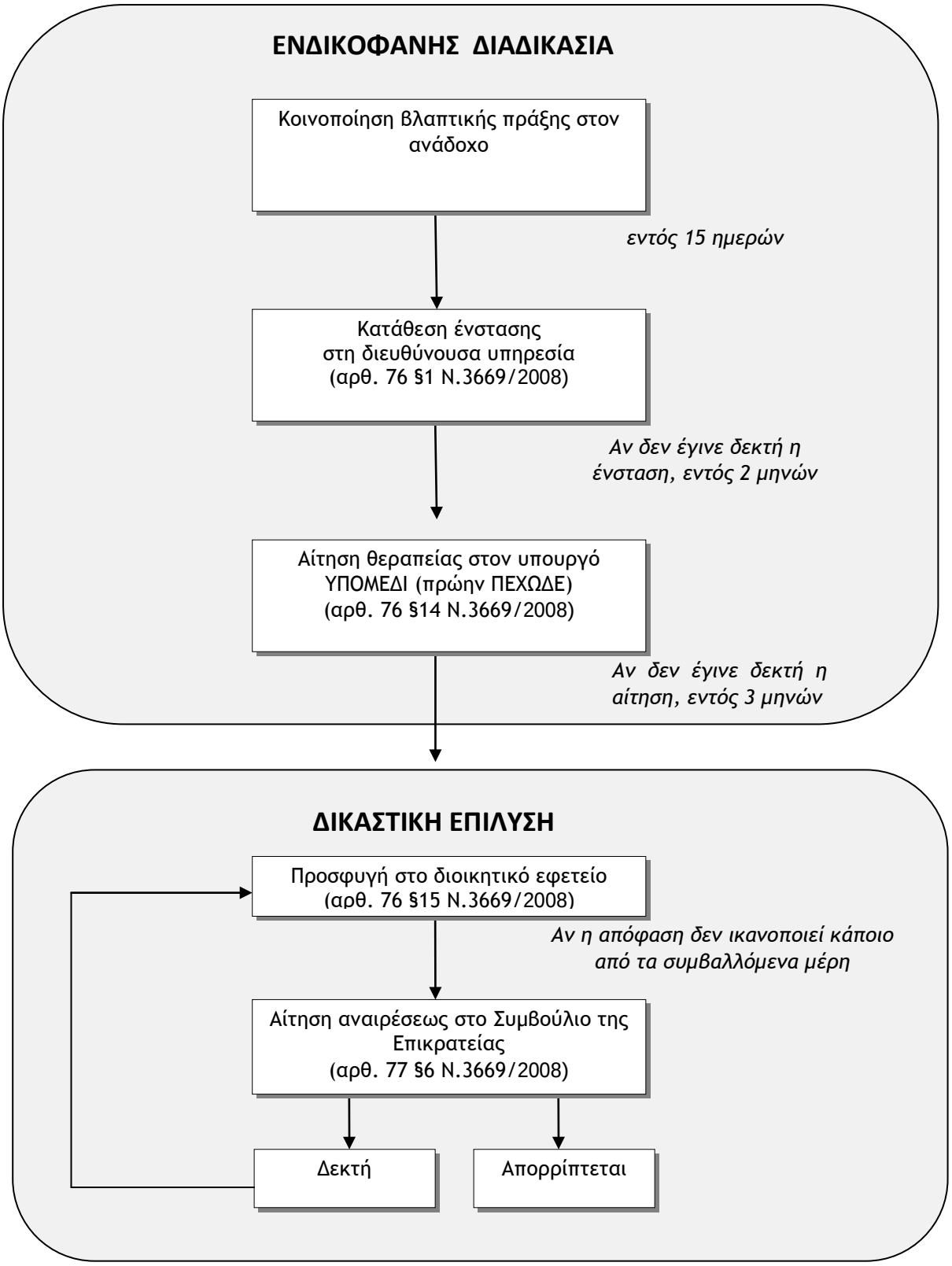
Η αίτηση θεραπείας απευθύνεται συνήθως προς τον υπουργό ΥΠΟΜΕΔΙ (πρώην ΥΠΕΧΩΔΕ), ο οποίος υποχρεούται να απαντήσει εντός 3 μηνών από την επίδοση της αίτησης (άρθ. 76 §14 Ν.3669/2008).

Αν ο υπουργός δεν απαντήσει εντός των ανωτέρω 3 μηνών ή ο ανάδοχος δε συμφωνεί με την απόφαση του, ο τελευταίος έχει το δικαίωμα να προσφύγει στο τοπικό διοικητικό εφετείο (άρθ. 76 §15 Ν.3669/2008).

Η απόφαση του διοικητικού εφετείου, αν δεν ικανοποιεί κάποιο από τα δύο συμβαλλόμενα μέρη, μπορεί να προσβληθεί με αναίρεση στο Συμβούλιο της Επικρατείας (άρθ. 77 §6 Ν.3669/2008). Το Συμβούλιο της Επικρατείας είτε αναιρεί την απόφαση του διοικητικού εφετείου και την στέλνει για επανεξέταση σε αυτό ή την δέχεται ως έχει.

Η προσφυγή πρέπει να περιλαμβάνει τα ίδια αιτήματα που παρουσιάστηκαν στην ένσταση και στην αίτηση θεραπείας. Διαφορετικά, νέα αιτήματα που παρουσιάζονται για πρώτη φορά στην προσφυγή, δε γίνονται δεκτά από το δικαστήριο και απορρίπτονται.

Σε περίπτωση που η αίτηση απορριφθεί από το Συμβούλιο της Επικρατείας, τότε αυτό αποτελεί και το τελικό στάδιο της διαδικασίας εφόσον, η υπόθεση δεν μπορεί να επανεξεταστεί.



Σχήμα 2.2 *Απεικόνιση βημάτων ενδικοφανούς διαδικασίας για θέματα αξιώσεων από συμβάσεις δημοσίων έργων κατά την ελληνική νομοθεσία.*

2.2 Μοντέλα Τεχνητής Νοημοσύνης

Για τη δημιουργία μοντέλων πρόβλεψης ή λήψης αποφάσεων γενικότερα, χρησιμοποιούνται μοντέλα έχουν αναπτυχθεί στο πεδίο της τεχνητής νοημοσύνης. Τα μοντέλα αυτά, έχουν χρησιμοποιηθεί και για την πρόβλεψη δικαστικών αποφάσεων για αξιώσεις από συμβάσεις τεχνικών έργων όπως θα δούμε παρακάτω.
Προαπαιτείται, λοιπόν, μια καλή γνώση των μοντέλων αυτών, τόσο για να μπορεί να είναι κατανοητή η έρευνα που έχει πραγματοποιηθεί στο πεδίο όσο και για να μπορούν να εξαχθούν οι μεταβλητές με ορθό τρόπο ώστε να χρησιμοποιηθούν, αργότερα, για την παραγωγή ενός αντίστοιχου μοντέλου.

Μέσα από τη συγκεκριμένη ενότητα, στοχεύουμε να αποκτήσουμε

- μια πλήρη εικόνα για τα διατιθέμενα μοντέλα τεχνητής νοημοσύνης.
- εκτενής περιγραφή των μοντέλα που έχουν χρησιμοποιηθεί στη πρόβλεψη δικαστικών αποφάσεων για αξιώσεις τεχνικών έργων (συλλογιστική κατά περίπτωση, επεξεργασία φυσικής γλώσσας, δέντρα αποφάσεων, μηχανές διανυσμάτων υποστήριξης, Μπεϋζιανοί ταξινομητές, τεχνητά νευρωνικά δίκτυα) δίνοντας περισσότερη έμφαση στο πεδίο εφαρμογής τους και στη γενική περιγραφή του τρόπου λειτουργίας τους.
- Πλήρη περιγραφή του τρόπου λειτουργίας των νευρωνικών δικτύων, ως ενδεικτικό μοντέλο για την κατανόηση της λειτουργίας και των υπόλοιπων.

2.2.1 Τεχνητή Νοημοσύνη

Έχει επικρατήσει, ως τεχνητή νοημοσύνη να ονομάζουμε εκείνο το κλάδο της επιστήμης, που έχει επικεντρωθεί στη δημιουργία ευφυών υπολογιστικών συστημάτων, συστημάτων που μπορούν να δρουν και να σκέφτονται σαν τον άνθρωπο. Για να ορίσουμε πληρέστερα τι σημαίνει «σκέφτομαι σαν τον άνθρωπο» παραθέτουμε την προσέγγιση της δοκιμασίας Turing. Η δοκιμασία Turing (Turing test), η οποία προτάθηκε από τον πατέρα της θεωρητικής πληροφορικής Alan Turing (1950), σχεδιάστηκε για να παρέχει ένα ικανοποιητικό επιχειρησιακό ορισμό της νοημοσύνης. Στην δοκιμασία αυτή, το υπολογιστικό μοντέλο εγκρίνεται σαν τυπικό μοντέλο τεχνητής νοημοσύνης αν ο άνθρωπος-εξεταστής, αφού θέσει μερικές γραπτές ερωτήσεις δεν μπορεί να συμπεράνει αν οι απαντήσεις δόθηκαν από άνθρωπο ή όχι.

Το υπολογιστικό μοντέλο θα πρέπει να έχει τις εξής ιδιότητες:

- Επεξεργασία φυσικής γλώσσας, ώστε να μπορεί να επικοινωνεί ικανοποιητικά σε μια γλώσσα, όπως τα αγγλικά.
- Αναπαράσταση γνώσης, ώστε να αποθηκεύει αυτά που γνωρίζει ή αντιλαμβάνεται μέσω των ερεθισμάτων που δίνονται από πιθανούς αισθητήρες του.

- Αυτοματοποιημένη συλλογιστική, ώστε να χρησιμοποιεί τις αποθηκευμένες πληροφορίες για να απαντά σε ερωτήσεις και να παράγει συμπεράσματα.
- Μηχανική μάθηση, ώστε να προσαρμόζεται σε νέες περιστάσεις και να συμπεραίνει πρότυπα.

Από τα τέσσερα αυτά αιτήματα, γεννιόνται και οι αντίστοιχοι κλάδοι επιστήμης που ορίζουν. Στην συνέχεια, παρουσιάζονται κάποια από τα κυριότερα μοντέλα που αναπτύχθηκαν σε αυτούς τους κλάδους και συναντούμε συχνά στην βιβλιογραφική έρευνα για την πρόβλεψη δικαστικών αποφάσεων, δίνοντας μεγαλύτερη έκταση στο τελευταίο κλάδο, αυτόν της μηχανικής μάθησης.

- Επεξεργασία φυσικής γλώσσας (Natural Language Processing, NLP)
- Αναπαράσταση γνώσης (Knowledge Representation, KR)
- Αυτοματοποιημένη συλλογιστική (Auto-Reasoning) :
    - Συλλογιστική κατά περίπτωση (Case Based Reasoning, CBR)
- Τεχνικές μηχανικής μάθησης (Machine Learning Techniques):

2.2.2 Επεξεργασία φυσικής γλώσσας (NLP)

Γενικά, ως **επεξεργασία φυσικής γλώσσας** (Natural Language Processing) νοείται ο κλάδος που έχει ως αντικείμενο τον σχεδιασμό και υλοποίηση υπολογιστικών μοντέλων για την αναγνώριση και την κατανόηση της ανθρώπινης γλώσσας, καθώς και την παραγωγή της.

Η επεξεργασία της φυσικής γλώσσας περιλαμβάνει τη μετατροπή του κειμένου σε πιο επίσημες παραστάσεις, όπως δομές λογικής πρώτης τάξεως (συγκεκριμένα σε τύπους Horn ή CNF κανονική μορφή) που είναι πιο εύκολο να τις χειριστεί ο ηλεκτρονικός υπολογιστής μέσω αλγορίθμων συμπερασμού και ικανοποιησιμότητας λογικών εκφράσεων. Επιπλέον, εμπλέκει τον προσδιορισμό της σημασιολογίας από τις πολλές πιθανές ερμηνείες που μπορούν να προκύψουν από μια έκφραση σε φυσική γλώσσα, η οποία συνήθως λαμβάνει τη μορφή οργανωμένων σημειώσεων των εννοιών. Στην επιστήμη αυτή, η φυσική γλώσσα διακρίνεται σε επιμέρους επίπεδα όπως φωνολογικό, μορφολογικό, συντακτικό, σημασιολογικό, πραγματολογικό.

Οι εφαρμογές της συγκεκριμένης περιοχής αφορούν τον κλάδο της αλληλεπίδρασης ανθρώπου-μηχανής όπως διάλογο με τον υπολογιστή, τη μηχανική μετάφραση από γλώσσα σε γλώσσα, από γλώσσα σε βάση δεδομένων και αντίστροφα, το φιλτράρισμα κειμένων φυσικής γλώσσας. Οι δύο πιο διάσημες εμπορικές εφαρμογές είναι η γλωσσική ανάλυση στην μηχανή αναζήτησης της Google και της μηχανής μαθηματικών υπολογισμών.

2.2.3Αναπαράσταση γνώσης (KR)

Η **αναπαράσταση γνώσης** (Knowledge Representation, KR) είναι το πεδίο της τεχνητής νοημοσύνης που αναπτύχθηκε και που έχει σαν αντικείμενο την ανεύρεση των αφαιρετικών οντοτήτων που περιγράφονται από την φυσική γλώσσα και πως θα αποθηκευτούν συναφείς έννοιες εσωτερικά του υπολογιστικού συστήματος .

Η αναπαράσταση γνώσης λειτουργικά είναι ο ενδιάμεσος κρίκος μεταξύ όλων των υπολοίπων τεχνικών. Για παράδειγμα αν η φυσική επεξεργασία γλώσσας μας επέστρεψε μια φορμαλιστική μαθηματική πληροφορία λογικής πρώτης τάξης και η αυτοματοποιημένη συλλογιστική χρησιμοποιεί μοντέλα αβεβαιότητας ή ασάφειας, η αναπαράσταση γνώσης είναι υπεύθυνη για να διατελέσει τον διαμεσολαβητή των δύο λειτουργιών. Ο πυρήνας της τεχνικών αναπαράστασης γνώσης είναι η ανίχνευση των συναφών οντοτήτων από την πληροφορία που έχει προσφερθεί από την φυσική γλώσσα. Για παράδειγμα σε μια δικαστική απόφαση, να ομαδοποιήσει αποθηκευτικά όλους τους νόμους , τα αίτια, τα αποτελέσματα, τα φυσικά πρόσωπα, ενώ αναλόγως των χαρακτηριστικών να τα αποθηκεύσει σε μια δομή δεδομένων από ένα απλό διάνυσμα μεταβλητών πληροφοριών έως και κάποιο περίτεχνο ισοσκελισμένο δέντρο για γρήγορη αναζήτηση.

Οι τεχνικές της αναπαράστασης γνώσης χρησιμοποιήθηκαν στην δημιουργία του Semantic Web, δηλαδή την δημιουργία tags (μετά-ετικετών) που βοήθησαν στην κατηγοριοποίηση των παγκόσμιου ιστού και της τεράστιας πληροφορίας που χρειάστηκε να οργανώσει. Αντιστοίχως στα κοινωνικά δίκτυα, για την διασύνδεση ατόμων που καταλογραφούνται σε ίδια ενδιαφέροντα. Τέλος στα μοντέλα των νευρωνικών δικτύων, μας προσφέρει τεχνικές για την σωστή εξαγωγή των σημαντικών μεταβλητών που θέλουμε να ασχοληθεί το νευρωνικό σχήμα μας.

2.2.4 Αυτοματοποιημένη συλλογιστική και Συλλογιστική κατά περίπτωση (CBR)

Η **Αυτοματοποιημένη Συλλογιστική** (Automated Reasoning) είναι ο κλάδος που έχει ως αντικείμενο την εύρεση των βέλτιστων στρατηγικών για εξαγωγή συμπερασμάτων από την βάσης της υπάρχουσας γνώσης του ευφυούς μοντέλου. Συγκεκριμένα, η Συλλογιστική κατά περίπτωση (Case Based Reasoning, CBR) βασίζεται στη χρήση προηγούμενης εμπειρίας/ περιστατικών για την κατανόηση και επίλυση νέων προβλημάτων (Kolodner, 1992).

Στην τεχνική αυτή, ανατρέχουμε και βρίσκουμε ένα περιστατικό που έχει παρόμοια χαρακτηριστικά με το τρέχον και το χρησιμοποιούμε ως βάση για την επίλυση του τωρινού. Η συλλογιστική κατά περίπτωση, προϋποθέτει την ανάλυση των περιστατικών σε ένα σύνολο μεταβλητών, ώστε να είναι δυνατή η σύγκριση τους, ευθύνη της τεχνικής της αναπαράστασης γνώσης. Εφόσον βρεθούν τα περιστατικά τα οποία είναι πιο κοντά στο τρέχον, τα οποία συχνά αποκαλούνται συναφή, προσαρμόζουμε την λύση τους ώστε να ικανοποιεί τα

τωρινά δεδομένα. Για παράδειγμα, ο δικηγόρος που υποστηρίζει ένα συγκεκριμένο αποτέλεσμα σε δίκη με βάση νομικά προηγούμενα χρησιμοποιεί σκεπτικό παρόμοιο με τη συλλογιστική κατά περίπτωση.

Οι μεταβλητές ενός προβλήματος είναι αυτές που καθορίζουν εάν μια περίπτωση είναι κατάλληλη για να εφαρμοσθεί προσεγγιστικά η μέθοδος.

2.2.5 Μοντέλα Μηχανικής Μάθησης

Η **μηχανική μάθηση** είναι ο κλάδος της τεχνητής νοημοσύνης που στοχεύει στην ανάπτυξη γενικών μεθόδων εκπαίδευσης, πρόβλεψης και ανατροφοδότησης αποτελεσμάτων του υπολογιστικού συστήματος με βάση την προηγούμενη και στόχο την επόμενη πληροφορία που εμφανίζεται δυναμικά στην διάρκεια της εκτέλεσης του.

Οι **τεχνικές μηχανικής μάθησης** είναι αλγόριθμοι οι οποίοι εκπαιδεύονται από δεδομένα του παρελθόντος, ώστε να αποκτήσουν εμπειρία και να προβλέψουν μελλοντικά δεδομένα.

Στις τεχνικές μηχανικής μάθησης, απλοποιημένα, θα λέγαμε, πως έχουμε μια **εξαρτημένη μεταβλητή y** η οποία εξαρτάται από ένα σύνολο άλλων **ανεξάρτητων μεταβλητών x_i.** Το σύνολο των ανεξάρτητων μεταβλητών συνιστούν ένα διάνυσμα $\vec{x}$. Οι ανεξάρτητες μεταβλητές συνιστούν και τις **διαστάσεις** του διανύσματος.

Για παράδειγμα[1], η μεταβλητή y μπορεί να είναι η έκβαση μιας δικαστικής απόφασης, η οποία εξαρτάται από άλλες, ανεξάρτητες μεταβλητές, όπως :

- x_1 - το είδος της υπόθεσης (εγκληματική ενέργεια, φοροδιαφυγή, συμβάσεις δημοσίων έργων),
- x_2 - τον βαθμό του δικαστηρίου (Ειρηνοδικείο, Εφετείο, Συμβούλιο της Επικρατείας κτλ)
- x_3 – το είδος του κατηγορουμένου (ιδιώτης, δημόσιο)
- x_4 – τον ιδεολογικό προσανατολισμό του δικαστηρίου (φιλελεύθερο, συντηρητικό)

Η έκβαση της δικαστικής απόφασης μπορεί να είναι είτε υπέρ του προσφεύγον (αυτός που κάνει την προσφυγή) , είτε υπέρ του καθ' ου η προσφυγή (κατά αυτού που στρέφεται η προσφυγή).

- Το διάνυσμα $\vec{x}$ είναι το $\vec{x} = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \end{pmatrix}$ με 4 διαστάσεις.

Κάθε $y = f(x_1, x_2, \dots x_v)$ συνιστά και μια **υπόθεση**(case) ή **δεδομένο**.

[1] Η δομή του παραδείγματος προέρχεται από τις ηλεκτρονικές σημειώσεις του μαθήματος «MITx: 15.071x The analytics Edge» που παρέχεται από την διαδικτυακή πλατφόρμα Edx

Το σύνολο των δεδομένων y το καλούμε και **δείγμα**. Στον Πίνακα 3.1, που ακολουθεί, βλέπουμε ένα τέτοιο δείγμα με τέσσερα δεδομένα, για το ανωτέρω παράδειγμα.

	x_1	x_2	x_3	x_4	y
Α/Α	είδος υπόθεσης	βαθμός δικαστηρίου	είδος κατηγορούμενου	ιδεολογικός προσανατολισμός δικαστηρίου	απόφαση δικαστηρίου
1	Δημόσιες συμβάσεις	Εφετείο	Δημόσιο	Συντηρητικός	Προσφεύγον
2	Δημόσιες Συμβάσεις	ΣτΕ	Ιδιώτης	Φιλελεύθερος	Καθ' ου η προσφυγή
3	Φοροδιαφυγή	Ειρηνοδικείο	Δημόσιο	Συντηρητικός	Καθ' ου η προσφυγή
4	Δημόσιες συμβάσεις	Εφετείο	Ιδιώτης	Φιλελεύθερος	Προσφεύγον

Πίνακας 2.1 *Δείγμα τριών δικαστικών αποφάσεων. Κάθε δεδομένο του δείγματος αναλύεται στις ανεξάρτητες μεταβλητές $x_1 - x_4$ και την εξαρτημένη y.*

Το πλήθος των δεδομένων του δείγματος, καλείται **μέγεθος του δείγματος** ενώ το σύνολο του δείγματος με τον αλγόριθμο συνιστούν το **μοντέλο.**

Τα δεδομένα που εισέρχονται στο μοντέλο και στη συνέχεια επεξεργάζονται ονομάζονται **δεδομένα εισόδου** (input data) ενώ το αποτέλεσμα της επεξεργασίας, ονομάζεται **δεδομένα εξόδου** (output data). Τα δεδομένα εισόδου είναι το διάνυσμα $\vec{x}$ ενώ το δεδομένο εξόδου είναι η τιμή του y.

Για να μπορεί το μοντέλο να προβλέψει νέα δεδομένα, προαπαιτείται η **εκπαίδευση** του (training), δηλαδή η εισαγωγή στο μοντέλο δεδομένων εισόδου και εξόδου, ώστε να μπορεί να προβλέπει, με όσο το δυνατόν μεγαλύτερη επιτυχία, την έξοδο νέων δεδομένων.

Για την εκπαίδευση του συστήματος, χρησιμοποιούμε ένα μέρος από το σύνολο των δεδομένων του δείγματος που το ονομάζουμε **δεδομένα εκπαίδευσης** (train data) ενώ το υπόλοιπο μέρος, **δεδομένα έλεγχου** (test data), το χρησιμοποιούμε για την αξιολόγηση του συστήματος. Δηλαδή, για να ελέγξουμε κατά πόσο το μοντέλο μπορεί να προβλέψει σωστά νέα δεδομένα.

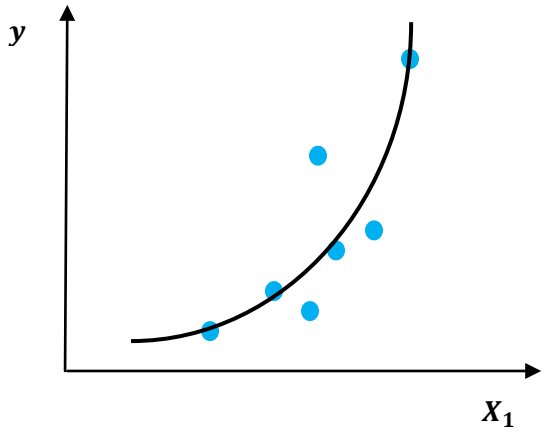
Πολλές φορές, κατά την εκπαίδευση του μοντέλου, παρουσιάζεται το φαινόμενο της **υπερειδίκευσης** (overfitting),κατά το οποίο το μοντέλο μπορεί να προβλέψει ικανοποιητικά την έξοδο των δεδομένων εκπαίδευσης αλλά όχι και

την έξοδο των δεδομένων έλεγχου. Λέμε, πως το μοντέλο υστερεί δυνατότητας γενίκευσης.

Οι μέθοδοι μηχανικής μάθησης χρησιμοποιούνται σε προβλήματα παρεμβολής και ταξινόμησης.

Στα **προβλήματα παρεμβολής** (regression problems), προσπαθούμε να ορίσουμε τη σχέση μεταξύ του y και του $\vec{x}$ χρησιμοποιώντας τα δεδομένα του δείγματος. Έτσι, για καινούργιες τιμές του $\vec{x}$, εξόν του δείγματος, μπορούμε να προβλέψουμε, μέσω της σχέσης, την τιμή της ανεξάρτητης μεταβλητής y.

Στα προβλήματα αυτά, προσπαθούμε να βρούμε εκείνη την γραμμή η οποία απέχει το ελάχιστο δυνατό από το σύνολο των δεδομένων του δείγματος μέσω μεθόδων βελτιστοποίησης (optimization methods), όπως φαίνεται και στο Σχήμα 2.3.



Σχήμα 2.3 *Απεικόνιση της σχέσης που συνδέει την εξαρτημένη μεταβλητή y με την ανεξάρτητη μεταβλητή x_1.*

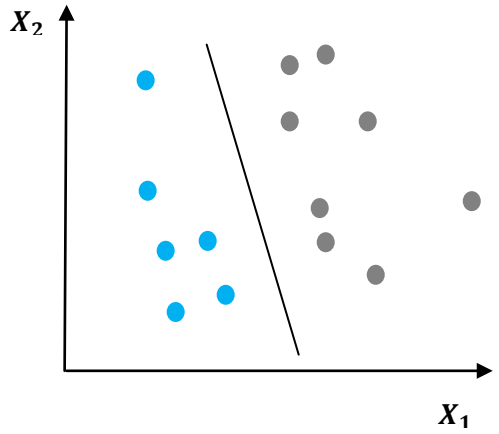
Στα **προβλήματα ταξινόμησης** (classification problems), η εξαρτημένη μεταβλητή y παίρνει διακριτές τιμές, όπου κάθε μια από αυτές ορίζει μια κλάση, όπως $y = 0$ ή $y = 1$. Συνεπώς, όσα δεδομένα του δείγματος έχουν $y = 0$, ανήκουν στην μια κλάση και όσα έχουν $y = 1$, ανήκουν στην άλλη.

Στόχος, λοιπόν, είναι να ορίσουμε τις κλάσεις ή πιο συγκεκριμένα, τα όρια των κλάσεων. Με αυτό τον τρόπο, μπορούμε να κατηγοριοποιήσουμε τη μεταβλητή y σε κάποια κλάση για ένα καινούργιο σύνολο χαρακτηριστικών $x_1, x_2, \dots x_v$.

Στα προβλήματα αυτού του τύπου, ζητάτε να βρούμε τη διαχωριστική ευθεία που διαχωρίζει στο βέλτιστο, το σύνολο των δεδομένων με χρήση μεθόδων βελτιστοποίησης (optimization methods).

Στο Σχήμα 2.4, παρουσιάζεται κατηγοριοποίηση των δεδομένων του δείγματος σε δύο διακριτές κλάσεις. Στο πρόβλημα μας, τα δεδομένα του δείγματος έχουν αναλυθεί ως προς δύο μεταβλητές x_1 και x_2 και με βάση αυτές, γίνεται η

κατηγοριοποίηση τους. Στο σχήμα απεικονίζεται ακόμα και η διαχωριστική γραμμή των κλάσεων, που εν προκειμένω είναι ευθεία.



Σχήμα 2.4 *Κατηγοριοποίηση των δεδομένων του δείγματος σε δύο διακριτές κλάσεις.*

Η ταξινόμηση διακρίνεται σε δύο ειδών. Σε δυαδική ταξινόμηση (binary classification) και σε πολλαπλή ταξινόμηση (multi classification).

Στην πρώτη περίπτωση, η εξαρτημένη μεταβλητή παίρνει δύο τιμές, $y = 0$ ή $y = 1$, οπότε ορίζονται μόνο δύο κλάσεις π.χ η απόφαση του δικαστηρίου να είναι υπέρ του κατήγορου ($y = 1$) ή του κατηγορούμενου ($y = 0$).

Στη δεύτερη περίπτωση, η εξαρτημένη μεταβλητή μπορεί να πάρει περισσότερες των δύο τιμών, οπότε ορίζονται περισσότερες των δύο κλάσεις π.χ σε προβλήματα ϊατρικής, που πρέπει βάση των συμπτωμάτων να προβλέψουμε την ασθένεια του πάσχοντος. Οι δυνατές ασθένειες μπορεί να είναι περισσότερες των δύο.

Υπάρχουν δύο κύριες μορφές μηχανικής μάθησης: **μάθηση με επίβλεψη** (supervised learning) και **μάθηση χωρίς επίβλεψη** (unsupervised learning).

Στη **μάθηση με επίβλεψη** το μοντέλο καλείται να "μάθει" μια έννοια ή συνάρτηση από το διατιθέμενο δείγμα. Σε αυτό, για κάθε δεδομένο είναι γνωστό η τιμή του y και οι τιμές του $\vec{x}$ που του αντιστοιχούν.

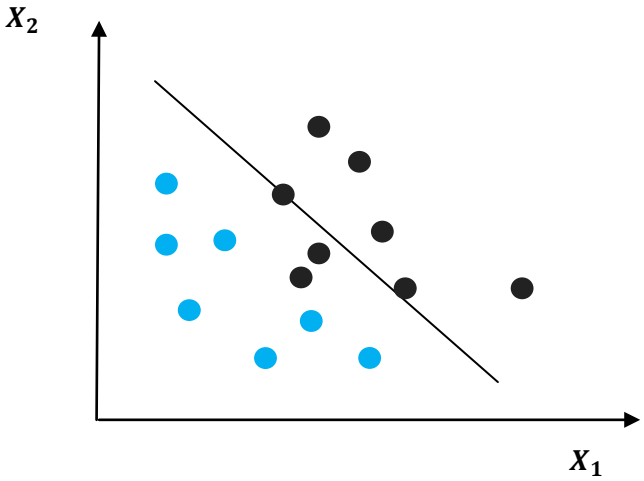
Αντιθέτως, στη **μάθηση χωρίς επίβλεψη** το μοντέλο πρέπει μόνο του να ανακαλύψει τις συσχετίσεις ή τις κλάσεις με βάση το δείγμα, όπου για κάθε δεδομένο του δείγματος, είναι γνωστά μόνο οι τιμές του $\vec{x}$ και όχι του y.

Ακολούθως, γίνεται μια σύντομη αναφορά στις σημαντικότερες τεχνικές μηχανικής μάθησης με επίβλεψη, οι οποίες έχουν χρησιμοποιηθεί για την πρόβλεψη δικαστικών αποφάσεων για αξιώσεις τεχνικών έργων.

2.2.5.1 *Μηχανές Διανυσμάτων Υποστήριξης*
Support Vector Machines (SVM)

Η συγκεκριμένη τεχνική βρίσκει εφαρμογή όταν τα δεδομένα του δείγματος δεν είναι γραμμικά διαχωρίσιμα, δηλαδή δεν μπορούν να διαχωριστούν με μια ευθεία γραμμή.

Στο Σχήμα 2.5, έχουμε ένα πρόβλημα κατηγοριοποίησης, δύο κλάσεων όπου τα δεδομένα δεν μπορούμε να τα διαχωρίσουμε σε δύο κλάσεις με τη χρήση γραμμής. Ίσως απαιτείται η χρήση μιας καμπύλης γραμμής, η οποία αναπαρίσταται ως μη γραμμική σχέση μεταξύ των παραγόντων x_1, x_2. Στην περίπτωση αυτή, βέβαια, αυξάνουμε την πολυπλοκότητα του συστήματος.



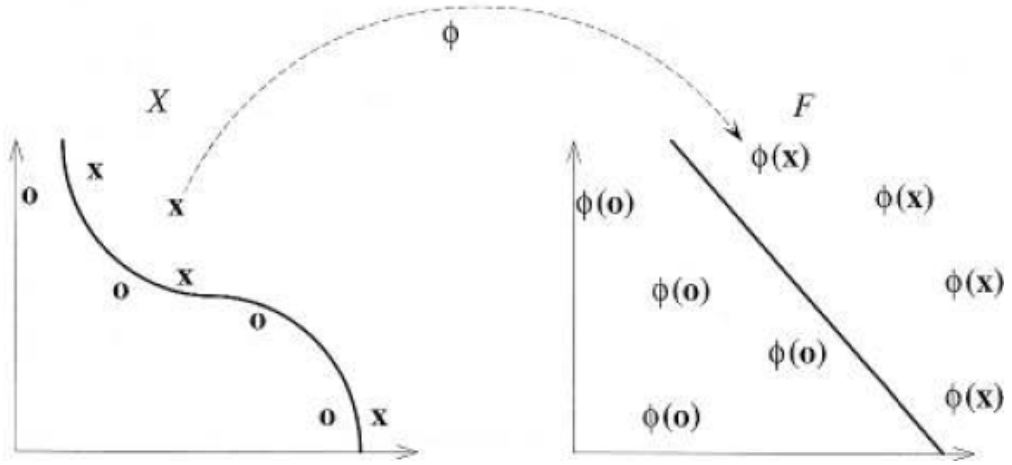
Σχήμα 2.5 *Μη δυνατός ο γραμμικός διαχωρισμός των δεδομένων σε δύο κλάσεις.*

Τα δεδομένα, παρά ταύτα, μπορούν να διαχωριστούν γραμμικά αν τα ανάγουμε σε χώρο υψηλότερων διαστάσεων (Shawe-Taylor & Cristianini, 2000). Αυτό αποτελεί και τη βασική αρχή λειτουργίας της τεχνικής SVM.

Τα SVM μετατρέπουν τα δεδομένα εισόδου σε δεδομένα υψηλότερων διαστάσεων, μέσω μιας συνάρτησης πυρήνα (kernel function) ώστε να είναι γραμμικά διαχωρίσιμα.

$$x = (x_1, \ldots, x_n) \rightarrow \varphi(x) = (\varphi_1(x_1), \ldots, \varphi_n(x_n)) \quad (2.1)$$

$$k(x, y) = [\varphi(\chi).\varphi(y)] \quad (2.2)$$



Σχήμα 2.6 *Αναγωγή των δεδομένων του δείγματος σε δεδομένα υψηλότερων διαστάσεων μέσω της συνάρτησης πυρήνα φ, ώστε να είναι είναι γραμμικά διαχωρίσιμα (Shawe-Taylor & Cristianini, 2000).*

Η συνάρτηση πυρήνα είναι της μορφής $\mathrm{K}(x_i, x_j) = \varphi(x_i)\varphi^T(x_j)$, δεδομένου πως το διάνυσμα $\vec{x}$ είναι δύο διαστάσεων $\vec{x} = (x_i, x_j)^T$

Δημοφιλείς επιλογές για τη συνάρτηση πυρήνα συμπεριλαμβάνουν τον πυρήνα polynomial, τον πυρήνα Radial basis function (RBF), το σιγμοειδή πυρήνα κτλ (Scholkopf et al, 2002).

Αυτή η νέα διατύπωση οδηγεί σε έναν γρήγορο και απλό αλγόριθμο για την παραγωγή ενός γραμμικού ή/και μη γραμμικού ταξινομητή. Το βασικό πλεονέκτημά της είναι ότι έχει μόνο περιορισμούς ισότητας, συνεπώς δίνει τη δυνατότητα της διατύπωσης μιας βέλτιστης λύσης κλειστής μορφής άμεσα από τα δεδομένα εκπαίδευσης, χωρίς να απαιτεί τη χρήση κανενός αλγορίθμου τετραγωνικού προγραμματισμού, αλλά μόνο τη λύση ενός συνόλου γραμμικών εξισώσεων, απαιτώντας έτσι λιγότερο υπολογιστικό χρόνο.

2.2.5.2 Μπεϋζιανοί Ταξινομητές
Naives Bayes Classifiers

Είναι ταξινομητές που αναπτύχθηκαν από τον Bayes και οι οποίοι κατανέμουν την πληροφορία σε κλάσεις, αναλόγως του ποια κλάση έχει την υψηλότερη πιθανότητα. Παραδοχή του συστήματος είναι πως η επίδραση της κάθε ανεξάρτητης μεταβλητής στην εξαρτημένη είναι ανεξάρτητη από την επίδραση των υπολοίπων.

Η πιθανότητα το δεδομένο να ανήκει στην εκάστοτε κλάση, υπολογίζεται ως πολλαπλασιασμός πιθανοτήτων. Συγκεκριμένα, η πιθανότητα το δεδομένο να ανήκει στην κλάση c_i είναι

$$P(c_i) \cdot P(a_1) \cdot P(a_2) \cdot \ldots \cdot P(a_n) \quad (2.3)$$

Όπου:

- α_i είναι οι μεταβλητές
- $P(c_i)$ η πιθανότητα της κλάσης c_i
- $P(\alpha_i)$ η πιθανότητα της μεταβλητής α_i
- i είναι δείκτης που δηλώνει την κλάση

Για την κατανόηση λειτουργίας τους, πάμε να δούμε το επόμενο παράδειγμα. Θα χρησιμοποιήσουμε το δείγμα του Πίνακα 2.1. Με βάση το δείγμα θα παράγουμε έναν πίνακα πιθανοτήτων. Στον Πίνακα 2.2, ορίζουμε, καταρχάς, την πιθανότητα της κάθε κλάσης δηλαδή το πλήθος των δεδομένων της εκάστοτε κλάσης προς το σύνολο των δεδομένων.
Π.χ η κλάση «Δεκτή» περιέχει 3 δεδομένα από τα συνολικά 4.

Στη συνέχεια εξετάζουμε κάθε κλάση ξεχωριστά. Βλέπουμε πόσα από τα δεδομένα της κλάσης έχουν την συγκεκριμένη τιμής της μεταβλητής και υπολογίζουμε την πιθανότητα της ως προς τη μεταβλητή. Π.χ από τα συνολικά 3 δεδομένα της κλάσης «Κατήγορος» το χαρακτηριστικό «Δημόσιες Συμβάσεις» το έχουν 2 άρα η πιθανότητα του χαρακτηριστικού είναι 2/3.

Μεταβλητή	Κλάση 1	Κλάση 2
	Προσφεύγον	Καθ' ου η προσφυγή
πιθανότητα	3/4= 0,75	1/4= 0,25
Δημόσιες συμβάσεις	2/3=0,75	1/1=1
Φοροδιαφυγή	1/3=0,33	0/1=0
Εφετείο	2/3=0,75	0/1=0
Συμβούλιο της Επικρατείας	0/3=0	1/1=1
Ειρηνοδικείο	1/3=0,33	0/1=0
Δημόσιο	2/3=0,75	0/1=0
Ιδιώτης	1/3=0,33	1/1=1
Συντηρητικός	2/3=0,75	0/1=0
Φιλελεύθερος	1/3=0,33	1/1=1

Πίνακας 2.2 *Υπολογισμός πιθανοτήτων για την χρήση του Μπεϋζιανού ταξινομητή.*

Με βάση τα ανωτέρω, πάμε να προβλέψουμε την πιθανότητα το δεδομένο

$$x = \begin{pmatrix} \text{Δημόσιες Συμβάσεις } (x_1) \\ \text{Ειρηνοδικείο } (x_2) \\ \text{Δημόσιο } (x_3) \\ \text{Φιλελεύθερος } (x_4) \end{pmatrix}$$

να ανήκει στην κλάση 1 ή στην κλάση 2.

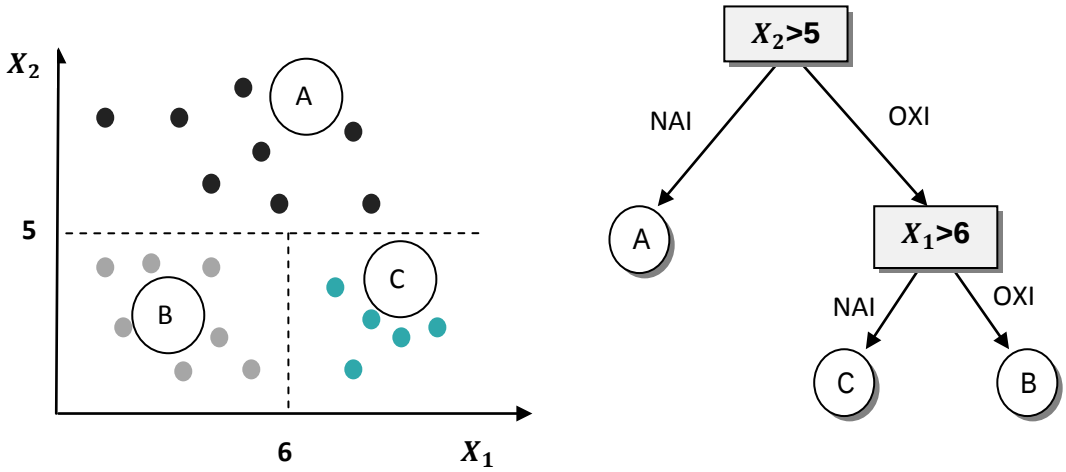
P (κλάση1=Προσφεύγον)= 0,75· 0,33· 0,75· 0,33= 0.0613
P (κλάση2= Καθ' ου η προσφυγή)= 0,25· 1· 0· 0· 1=0

Το δεδομένο έχει 6% πιθανότητα να ανήκει στην κλάση 1 και 0% πιθανότητα να ανήκει στην κλάση 2.

2.2.5.3 Δέντρα Αποφάσεων
Decision Trees

Τα δέντρα αποφάσεων κατηγοριοποιούν τα δεδομένα του δείγματος σε κατηγορίες με βάση ένα σύνολο συνθηκών για τις ανεξάρτητες μεταβλητές.

Στο Σχήμα 2.7 φαίνεται μια ταξινόμηση βάση ενός δέντρου αποφάσεων. Έχουμε τρεις διακριτές κλάσεις A, B, C και με τα δέντρα αποφάσεων ορίζουμε τις διαχωριστικές γραμμές μεταξύ αυτών. Για παράδειγμα, αν η τιμή της ανεξάρτητης μεταβλητής $\mathbf{x_2}$ είναι μεγαλύτερη του 5, το δεδομένο αυτόματα κατατάσσεται στην κλάση A.



Σχήμα 2.7 *Ταξινόμηση των δεδομένων στις κλάσεις A, B, C βάση δέντρου αποφάσεων.*

Οι διαχωριστικές γραμμές προκύπτουν συγκρίνοντας αν τα x_i κάθε δεδομένου, είναι κοντά το ένα στο άλλο. Αν αυτό ισχύει, τότε τα δεδομένα ανήκουν στην ίδια κλάση. Με βάση λοιπόν την εγγύτητα των δεδομένων κατασκευάζει ένα σύνολο από κανόνες αποφάσεων (decision rules) με σκοπό την ταξινόμηση μελλοντικών δεδομένων (test data) στις υπάρχουσες κλάσεις.

Το σημείο όπου διατυπώνεται η συνθήκη για μία ανεξάρτητη μεταβλητή π.χ $x_2 > 5$ είναι αυτό στο οποίο η μεταβλητή χωρίζεται (split) ανάμεσα σε δύο τιμές και ταυτόχρονα χωρίζει τα δεδομένα εκπαίδευσης (train data) σε δύο υποσύνολα (subsets). Σχηματικά, στην απεικόνιση του δένδρου το σημείο αυτό ονομάζεται κόμβος (node). Από το κάθε κόμβο γεννιούνται 2 «κλαδιά» (branches) με την αντίστοιχη απόφαση ή ένα κλαδί το οποίο καταλήγει σε μία κλάση. Όταν καταλήξουμε σε μία κλάση, αυτή βρίσκεται σε ένα «φύλλο» (leaf). Όπως φαίνεται και στο Σχήμα 2.7, έχει τη μορφή ενός «αντίστροφου δέντρου» (τα φύλλα κάτω και η ρίζα στην κορυφή), γι' αυτό και ο αλγόριθμος έχει αυτήν την ιδιαίτερη ονομασία «Δένδρα Αποφάσεων».

2.2.5.4 Τυχαία Δάση
Random Forests

Μία νέα μέθοδος ταξινόμησης δεδομένων είναι τα τυχαία δάση (Random Forests), η οποία είναι αλληλένδετη με την μέθοδο των δέντρων απόφασης/ταξινόμησης, που παρουσιάστηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο. Τα τυχαία δάση είναι ουσιαστικά μία συλλογή από δέντρα αποφάσεων.

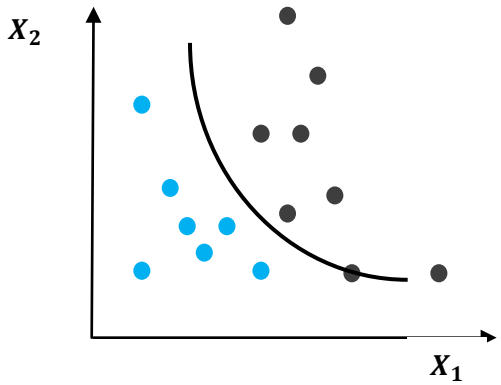
Αρχικά, αναπτύσσονται πολλά δέντρα αποφάσεων όπως περιγράφηκε ανωτέρω. Κάθε δέντρο απόφασης δίνει μία ταξινόμηση ή «Το δέντρο ψηφίζει αυτήν την κλάση». Έτσι, κάθε κλάση έχει έναν αριθμό «ψήφων» (votes). Η τελική και οριστική ταξινόμηση γίνεται με το «δάσος» να διαλέγει την κλάση με τις περισσότερες ψήφους.

Για το λόγο του ότι αναπτύσσονται πάρα πολλά δέντρα αποφάσεων, η δυνατότητα επιτυχημένης πρόβλεψης, αυξάνεται σημαντικά. Αυτό σημαίνει πως το μοντέλο μπορεί να προβλέψει αρκετά ικανοποιητικά νέα δεδομένα που δε χρησιμοποιήθηκαν για την εκπαίδευση του.

2.2.5.5 Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα
Artificial Neural Networks

Στόχος ανάπτυξης των νευρωνικών δικτύων ήταν η δημιουργία ενός συστήματος/ αλγορίθμου που θα χρησιμοποιούνταν κυρίως σε προβλήματα ταξινόμησης.

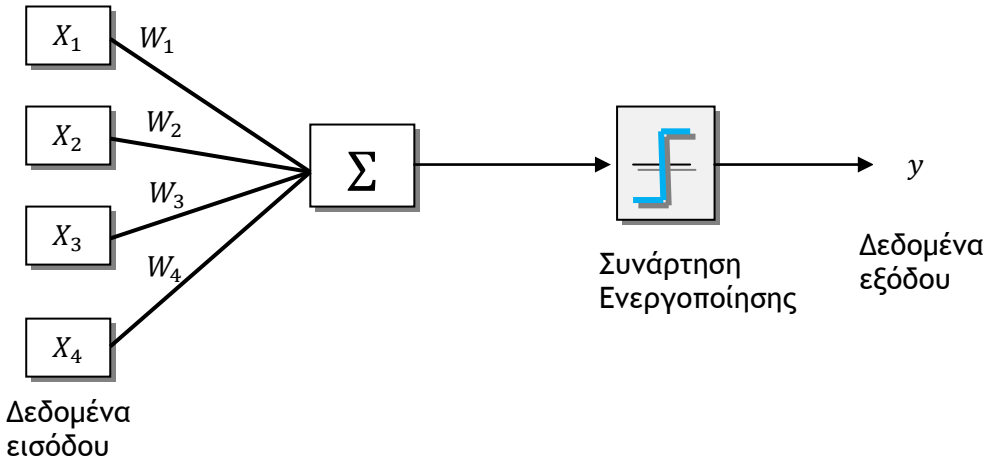
Κύριο χαρακτηριστικό των συγκεκριμένων προβλημάτων ταξινόμησης είναι ότι οι κλάσεις δεν είναι απαραίτητα γραμμικά διαχωρίσιμες αλλά και μη γραμμικά. Στο Σχήμα 2.8 τα δεδομένα διαχωρίζονται με τη καμπύλη του σχήματος η οποία μπορεί να οριστεί από ένα νευρωνικό δίκτυο.



Σχήμα 2.8 Μη γραμμικός διαχωρισμός δεδομένων με τη χρήση τεχνικών νευρωνικών δικτύων.

Για την καλύτερη κατανόηση του τρόπου λειτουργίας των τεχνικών μηχανικής μάθησης, θα προβούμε στην περιγραφή μιας από αυτές, και συγκεκριμένα στα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα, δεδομένου, πως και οι υπόλοιπες ακολουθούν παρόμοια λογική.

Σε αναλογία, λοιπόν, με τον εγκέφαλο, ένα τεχνητό νευρωνικό δίκτυο, συνίστανται από τρία βασικά μέρη.



Σχήμα 2.9 Δομή τεχνητού νευρωνικού δικτύου.

Δεδομένα εισόδου x_i και δεδομένα εξόδου y. Τα επίπεδα συνδέονται μεταξύ τους με νευρώνες. Ο κάθε νευρώνας χαρακτηρίζεται από μια τιμή που ονομάζεται συναπτικό βάρος w_i. Τα συναπτικά βάρη είναι οι συντελεστές των μεταβλητών x_i, στη σχέση που συνδέει τα y με τα x_i και η οποία συνήθως είναι μη γραμμική.

$$y = f(w_i, x_i) \quad (2.4)$$

Ωστόσο, τα w_i είναι οι άγνωστοι παράμετροι του προβλήματος, το οποία ζητάμε να βρούμε. Η εύρεση τους γίνεται μέσα από διαδικασίες βελτιστοποίησης που βασίζονται σε διάφορες μεθόδους με συνηθέστερη την «κατάβαση κλίσης»(gradient descent).

Εφόσον προσδιοριστούν οι μεταβλητές, η σχέση $y = f(w_i, x_i)$ χρησιμοποιείται στη συνάρτηση ενεργοποίησης ή μεταφοράς (activation function ή squashing function) η οποία με τη σειρά της υπολογίζει την πιθανότητα το δεδομένο να ανήκει σε κάποια από τις διατιθέμενες κλάσεις. Με απλούστερα λόγια, η συνάρτηση αυτή, κάνει την ταξινόμηση.

Σήμερα, στα περισσότερα μοντέλα η συνάρτηση ενεργοποίησης είναι μία σιγμοειδής συνάρτηση. Αυτή είναι γενικά μία πραγματική, συνεχής και φραγμένη συνάρτηση, της οποίας η παράγωγος είναι θετική. Το σύνολο τιμών είναι συνήθως το διάστημα [0,1] ή [-1,1].

Ένα από τα πιο γνωστά παραδείγματα σιγμοειδούς συνάρτησης που χρησιμοποιείται ως συνάρτηση ενεργοποίησης είναι η λογιστική συνάρτηση (logistic function), που δίνεται από τον τύπο $P(y) = \frac{1}{1+e^{-y}}$

$$P(y) = \frac{1}{1+e^{-y}} \qquad (2.5)$$

Άλλα παραδείγματα σιγμοειδών συναρτήσεων, που χρησιμοποιούνται ως συναρτήσεις ενεργοποίησης είναι η υπερβολική συνάρτηση (hyperbolic function) και η συνάρτηση τόξου εφαπτομένης (arctangent function). Με την εισαγωγή της συνάρτησης ενεργοποίησης, ο νευρώνας γίνεται μη γραμμικός.

Η διαδικασία εκπαίδευσης προαπαιτεί την είσοδο στο μοντέλο, δεδομένων x_i με γνωστή την έξοδο y (μάθηση με επίβλεψη).

Όταν τα δεδομένα εισέρχονται στο μοντέλο, κάθε μεταβλητή τους αναλαμβάνεται και από έναν νευρώνα. Συνεπώς σε πρώτο στάδιο υπάρχουν τόσοι νευρώνες όσοι και οι μεταβλητές της εισόδου. Για λόγους αριθμητικής βελτιστοποίησης, προστίθεται και ένας επιπλέον νευρώνας (bias) που δε λαμβάνει τιμή εισόδου αλλά έχει ένα συνοπτικό βάρος.

Κάθε φορά που ο νευρώνας αναλαμβάνει μια τιμή x_j η τιμή αυτή πολλαπλασιάζεται με το συναπτικό του βάρος. Η πληροφορία $x_j \cdot \text{συναπτικό βάρος}$ του κάθε νευρώνα αθροίζεται με το γινόμενο των υπόλοιπων νευρώνων και συνιστούν το τοπικό πεδίο (net input, induced local field, activation potential). Παρατηρείται πως ο νευρώνας είναι γραμμικός σε αυτή την περίπτωση.

Στη συνέχεια, ακολουθεί η επεξεργασία με τη συνάρτηση ενεργοποίησης. Η τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής, όπως προβλέφθηκε από το μοντέλο, ελέγχεται με την πραγματική τιμή και η διαφορά τους λαμβάνεται σαν σφάλμα.

Η **συνάρτηση κόστους**, δηλαδή η τετραγωνική ρίζα του αθροίσματος των τετραγώνων των σφαλμάτων στην έξοδο του δικτύου**,** ανανεώνει τη τιμή των συναπτικών βαρών των νευρώνων (ακολουθείται δηλαδή αλγόριθμος μάθησης που ονομάζεται αλγόριθμος οπισθοδιάδοσης (back propagation method)).

Η διαδικασία επαναλαμβάνεται για το επόμενο δεδομένο που εισέρχεται στο μοντέλο, ώστε τελικώς τα συναπτικά βάρη να αποκτήσουν σταθερή τιμή και να είμαστε σε θέση να πούμε πως το μοντέλο εκπαιδεύτηκε.

Με το τέλος της εκπαίδευσης, έχουν δημιουργηθεί οι κλάσεις. Ο αλγόριθμός εκπαίδευσης έχει δημιουργήσει τα όρια διαχωρισμού των κλάσεων και έχει σταθεροποιήσει τα βάρη των νευρώνων.

Θεωρητικά μετά το τέλος της το μοντέλο μπορεί να κατατάξει ικανοποιητικά τη νέα πληροφορία στο σωστή κλάση.

2.2.6 Αξιολόγηση μοντέλου

Το επόμενο βήμα μετά την εκπαίδευση του μοντέλου είναι η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων του. Κατά πόσο, δηλαδή, ταξινομεί σωστά τα δεδομένα σε κλάσεις. Για τον έλεγχο της αξιοπιστίας του συστήματος, χρησιμοποιείται ένα πλήθος δεικτών που παρουσιάζονται αναλυτικά παρακάτω.

Θεωρούμε πως έχουμε μια ταξινόμηση σε δύο κλάσεις και ελέγχουμε πόσο καλά το μοντέλο κατέταξε τα δεδομένα. Θεωρούμε πως η κλάση που αντιστοιχεί στην τιμή $y = 0$ ονομάζεται αρνητική ενώ αυτή που αντιστοιχεί στην τιμή του $y = 1$ ονομάζεται θετική. Κάνοντας τον έλεγχο, λαμβάνουμε τον Πίνακα Σύγχυσης (Confusion Matrix)

		πρόβλεψη	
		$\mathbf{Y = 0}$	$\mathbf{Y = 1}$
πραγματικά	$\mathbf{Y = 0}$	Αληθώς Αρνητικά(TN)	Ψευδώς Θετικά (FP)
	$\mathbf{Y = 1}$	Ψευδώς Αρνητικά (FN)	Αληθώς Θετικά(TP)

Πίνακας 2.3 Δομή πίνακα σύγχυσης.

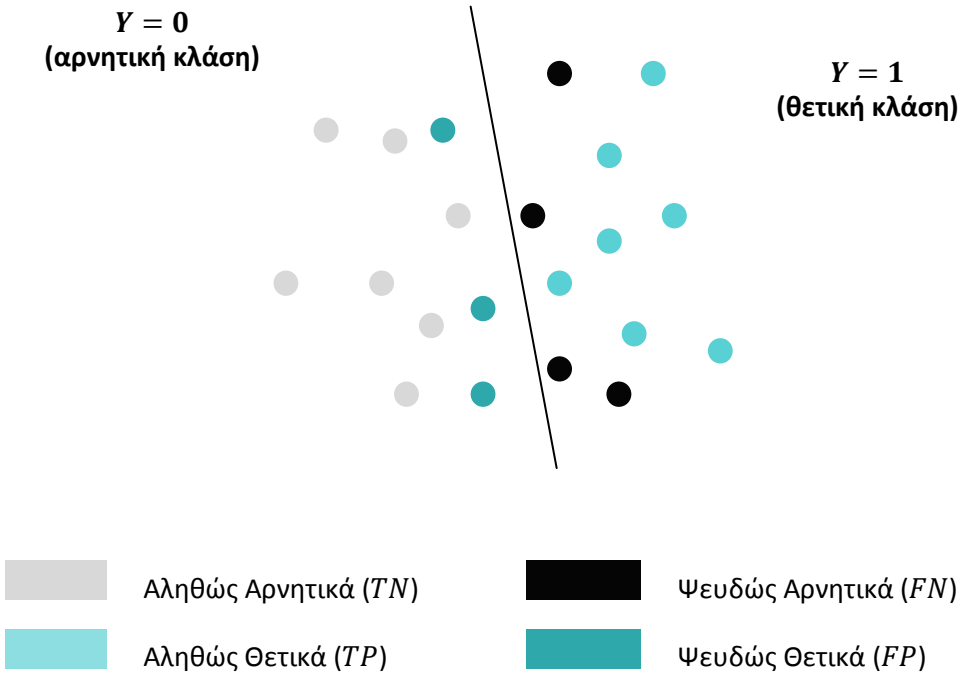
Όπου, ορίζουμε ως

- **Αληθώς Αρνητικά (TN):** το πλήθος των δεδομένων που ήταν όντως αρνητικά $(y = 0)$και κατατάχθηκαν στην αρνητική κλάση $(y = 0)$
- **Αληθώς Θετικά (TP):** το πλήθος των δεδομένων που ήταν όντως θετικά $(y = 1)$ και κατατάχθηκαν στην θετική κλάση $(y = 1)$
- **Ψευδώς Θετικά (FP):** το πλήθος των δεδομένων που ήταν όντως αρνητικά $(y = 0)$ αλλά κατατάχθηκαν στην θετική κλάση $(y = 1)$
- **Ψευδώς Αρνητικά (FN):** το πλήθος των δεδομένων που ήταν όντως θετικά $(y = 1)$ και κατατάχθηκαν στην αρνητική κλάση $(y = 1)$

Με βάση τα ανωτέρω, ορίζουμε τον λόγο

$$\text{Ακρίβεια (Accuracy)} = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \qquad \textbf{(2.6)}$$

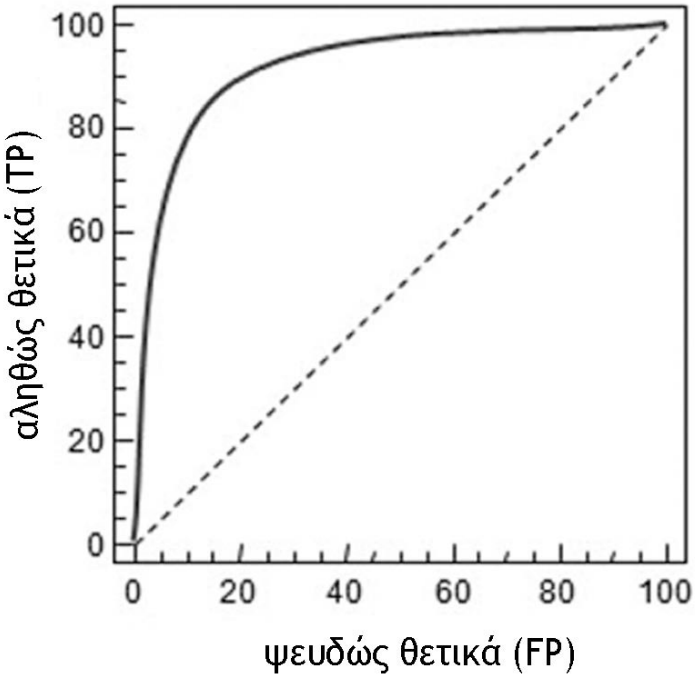
Ως δείκτες σωστής ταξινόμησης της πληροφορίας. Η ακρίβεια λέει από το σύνολο των δεδομένων πόσα προβλέφθηκαν σωστά. Τα ανωτέρω απεικονίζονται στο **Σχήμα 2.10.**



Σχήμα 2.10 Απεικόνιση των μεγεθών TN, TP, FN, FP.

Γίνεται κατανοητό πως όσο υψηλότερα είναι η ακρίβεια (accuracy) τόσο καλύτερα έχει γίνει η κατανομή των δεδομένων στις κλάσεις.

Ένας άλλος σημαντικός δείκτης, αξιολόγησης είναι ο AUC (Area Under roC**).**
Το AUC είναι το εμβαδό της καμπύλης ROC. Η καμπύλη ROC είναι η γραφική απεικόνιση των TP προς FP (Σχήμα 2.11). Όσο μεγαλύτερο είναι αυτό το εμβαδό ή όσο πιο κυρτωμένη είναι η καμπύλη προς το πάνω, αριστερό μέρος του γραφήματος, τόσο καλύτερο είναι το μοντέλο στο να διαχωρίζει τα δεδομένα σε κλάσεις. Συγκεκριμένα το εμβαδόν για ένα άριστο μοντέλο είναι ίσο με 1 (συνεχής καμπύλη) και για ένα ανεπαρκές μοντέλο είναι μικρότερο του 0.5 (διακεκομμένη γραμμή).



Σχήμα 2.11 Απεικόνισης καμπύλης ROC.

2.2.7 Αύξηση ακρίβειας συστήματος

2.2.7.1 Αλγόριθμοι Ενδυνάμωσης
Boosting algorithms

Στόχος των συγκεκριμένων αλγορίθμων είναι να αυξήσουν την ακρίβεια (accuracy) ενός αδύναμου αλγόριθμου. Έχουν παραχθεί αρκετοί με αυτό το σκοπό με τον πιο διαδεδομένο να είναι ο AdaBoost.

Οι αλγόριθμοι παράγουν πολλά μοντέλα από το δείγμα εκπαίδευσης σειριακά. Η βασική ιδέα στην σειριακή εκπαίδευση των ταξινομητών είναι ότι ο ένας παράγεται μετά των άλλο αντί να παραχθούν παράλληλα όπως γίνεται συνήθως. Με αυτόν τον τρόπο, το $\nu - \text{οστό}$ μοντέλο λαμβάνει υπόψη την επίδοση των προηγούμενων $\nu - 1$ μοντέλων για καθένα δεδομένο, επικεντρώνοντας την προσπάθεια του στη σωστή πρόβλεψη εκείνων των δεδομένων που οι προηγούμενοι απέτυχαν να προβλέψουν. Η εστίαση σε αυτά τα δύσκολα μοντέλα γίνεται με τη διατήρηση βαρών για τα δεδομένα. Σε κάθε επανάληψη τα βάρη ενημερώνονται, με τα δεδομένα που προβλέπονται λάθος, να έχουν αυξανόμενο βάρος έναντι των άλλων. Στην επόμενη επανάληψη, θα επιλεχθούν τα δεδομένα με το ψηλότερο βάρος, με αποτέλεσμα το δείγμα για εκπαίδευση να έχει όλο και πιο δύσκολο να προβλεφθούν, δεδομένα.

Τέλος, κάθε ταξινομητής χαρακτηρίζεται με ένα βάρος, βάση της ακρίβειας του. Στο τελικό μοντέλο όλα τα μοντέλα συνδυάζονται μέσω ενός κανόνα και κάθε μοντέλο μετέχει σε ποσοστό ανάλογο του βάρους του.

2.2.7.2 Διασταυρωμένη επικύρωση
Cross validation

Υποθέτοντας ένα μοντέλο βασισμένο σε μηχανική μάθηση και ένα σύνολο δεδομένων εκπαίδευσης, το σύστημα καλείται να προσαρμόσει το μοντέλο του όσον το δυνατόν καλύτερα στα δεδομένα εκπαίδευσης.

Η διαδικασία εφαρμογής της διασταυρωμένης επικύρωσης είναι σχετικά απλή: το σύνολο των δεδομένων εκπαίδευσης χωρίζεται σε k ισομεγέθη (κατά το δυνατόν) τμήματα. Έχοντας k σύνολα δεδομένων εκπαίδευσης, διενεργούνται k πειράματα. Σε κάθε πείραμα, το σύστημα εκπαιδεύεται στην ένωση $k-1$ συνόλων δεδομένων εκπαίδευσης, και αποτιμάται στο εναπομένων σύνολο δεδομένων, το οποίο είναι διαφορετικό σε κάθε πείραμα. Η επίδοση του συστήματος εξάγεται υπολογίζοντας τον μέσο όρο των αποδόσεων που μετρήθηκαν στα πειράματα. Δημοφιλείς τιμές για το k, πλήθος πειραμάτων, αποτελούν οι τιμές 5 και 10, οδηγώντας αντίστοιχα στην πενταπλή και δεκαπλή διασταυρωμένη επικύρωση (5-fold and 10-fold cross validation).

2.3 Προηγούμενη Έρευνα

Στόχος της ενότητας είναι να γίνει μια τεκμηριωμένη βιβλιογραφική έρευνα πάνω σε εργασίες που αφορούν την πρόβλεψη δικαστικών αποφάσεων με τη χρήση μοντέλων τεχνητής νοημοσύνης και πολύ περισσότερο την πρόβλεψη αποφάσεων που αφορούν αξιώσεις από συμβάσεις δημοσίων έργων. Συγκεκριμένα, επί του τελευταίου, μας ενδιαφέρει να μάθουμε

- Ποιοι ερευνητές ασχολήθηκαν με το θέμα
- Ποια μοντέλα χρησιμοποιήθηκαν
- Ποια προβλήματα αντιμετώπισαν

Ακολουθεί αξιολόγηση και σχολιασμός των αποτελεσμάτων αλλά και σύγκριση των αναφερόμενων μοντέλων ώστε να αποφανθούμε ποιο κρίνεται καταλληλότερο για το συγκεκριμένο πρόβλημα.

Αξίζει να σημειώσουμε πως σε αντιστοιχία με το προηγούμενη ενότητα

- Οι δικαστικές αποφάσεις είναι τα δεδομένα του δείγματος εκπαίδευσης
- Οι μεταβλητές είναι τα στοιχεία που εξάγονται από το κείμενο των δικαστικών αποφάσεων και ορίζουν την δικαστική απόφαση
- Η επιτυχία στην πρόβλεψη έχει σημασιολογική έννοια παρόμοια με την ακρίβεια της προηγούμενης ενότητας.

2.3.1 Πρόβλεψη δικαστικών αποφάσεων για αξιώσεις από συμβάσεις τεχνικών έργων

Μια από τις πιο τεκμηριωμένες έρευνες στο χώρο, με τη μελέτη πολλών εναλλακτικών μοντέλων για την πρόβλεψη δικαστικών αποφάσεων έγινε από τον Arditi, ερευνητή στο πανεπιστήμιο του Illinois.

Η πρώτη έρευνα του Arditi ξεκίνησε, το 1998, όταν επιχείρησε να κάνει πρόβλεψη των δικαστικών αποφάσεων με τη χρήση τεχνητών νευρωνικών δικτύων. Στόχος του Arditi ήταν να δημιουργήσει ένα νευρωνικό δίκτυο το όποιο θα προέβλεπε αν η αίτηση του ενάγων έγινε δεκτή ή εάν ακυρώθηκε από το ανώτατο δικαστήριο (Supreme Court) καθώς και υπέρ ποιανού ήταν η απόφαση του δικαστηρίου (κύριο του έργου, ανάδοχο, προμηθευτή, αρχιτέκτονα, μηχανικό, εργολάβο, άλλο).

Για το σκοπό αυτό, ο Arditi εκπαίδευσε το δίκτυο με 114 δικαστικές αποφάσεις (δεδομένα), οι οποίες χρονολογούνταν στο διάστημα 1982-1994 και οι οποίες προέρχονταν από το Appellate Court, αντίστοιχο με το ελληνικό διοικητικό εφετείο.

Ο Arditi, εντόπισε 53 μεταβλητές που δύνανται να επηρεάζουν το αποτέλεσμα των δικαστικών αποφάσεων. Εισάγοντας τις μεταβλητές αυτές, ως δεδομένα εισόδου, στο σύστημα, δημιούργησε ένα νευρωνικό δίκτυο το οποίο είχε 67%

επιτυχία στην πρόβλεψη της δικαστικής απόφασης. Το χαμηλό ποσοστό, αποδόθηκε σε παράγοντες όπως

- Την ανεπάρκεια των μεταβλητών. Θεώρησε πως για να επιτευχθεί ποσοστό επιτυχίας κοντά στο 100% χρειαζόταν να συμπεριληφθούν παράγοντες κοινωνικοί, πολιτικοί, πολιτισμικοί, ψυχολογικοί και περιβαλλοντικοί.
- Το ότι τα δεδομένα εισόδου χρονολογούνταν προ 12-ετίας
- Το ότι οι δικαστικές αποφάσεις που χρησιμοποιήθηκαν για την εκπαίδευση του δικτύου προέρχονταν μόνο από προσφυγές στο «διοικητικό εφετείο»
- Το μικρό πλήθος των δεδομένων εκπαίδευσης.

Η επόμενη έρευνα που ακολούθησε (Arditi, 1999), αφορούσε την πρόβλεψη των δικαστικών αποφάσεων με συλλογιστική κατά περίπτωση (CBR, § 2.2.4). Ο Arditi θεώρησε πως το συγκεκριμένο μοντέλο μπορούσε να περιγράψει καλύτερα τη φύση του προβλήματος σε σχέση με ένα νευρωνικό δίκτυο. Έτσι, χρησιμοποίησε το δείγμα εκπαίδευσης και τις μεταβλητές της προηγούμενης έρευνας. Το νέο μοντέλο οδήγησε σε αύξηση της ακρίβειας σε 83% από 67%, χωρίς αυτό και πάλι να θεωρείται αρκετό.

Η εμφάνιση αλγορίθμων ενδυνάμωσης (boosting algorithms, § 2.2.5.3), το 1999, συντέλεσε στην βελτίωση της ακρίβειας των προηγούμενων μοντέλων. Επειδή μεταξύ των υπαρχουσών μοντέλων μηχανικής μάθησης, τα δέντρα αποφάσεων (decision trees), θεωρούνταν τα απλούστερα, η εφαρμογή του αλγορίθμου ενδυνάμωσης έγινε σε αυτά, σε αντίθεση με τα νευρωνικά δίκτυα ή τη συλλογιστική κατά περίπτωση, που είχαν μελετηθεί σε προηγούμενη έρευνα. Παρατηρήθηκε ακρίβεια μοντέλου ίδια με αυτή των νευρωνικών δικτύων, δηλαδή 67%.

Στα πλαίσια της ίδιας έρευνας, με βελτιώσεις όσον αφορούσε το δείγμα και τις μεταβλητές, το μοντέλο εμπλουτίστηκε με νέους αλγόριθμους και η ακρίβεια του συστήματος έφτασε στο 90%. Οι βελτιώσεις αυτές αφορούσαν

- Μείωση του δείγματος δικαστικών αποφάσεων κατά 9. Φάνηκε πως οι αποφάσεις αυτές, δε θεωρούνταν αντιπροσωπευτικές και επηρέαζαν αρνητικά την ακρίβεια του μοντέλου.
- Προσθήκη 19 μεταγενέστερων δικαστικών αποφάσεων, από το 1990-2000 στο δείγμα εκπαίδευσης.
- Αφαίρεση μεταβλητών που δεν επηρέαζαν σημαντικά τη λήψη απόφασης, καταλήγοντας στους 41 από τους αρχικούς 53.

Ο Arditi (2009) συνέχισε, με συνδυαστικές μεθόδους, την έρευνα του, κατασκευάζοντας νέα, υβριδικά μοντέλα και εμπλουτίζοντας το σύνολο των δεδομένων εκπαίδευσης. Έτσι το 2009 , παρουσιάζει το Παγκόσμιο Μοντέλο Πρόβλεψης (Universal Prediction Model) όπως ο ίδιος αποκάλεσε, το οποίο σε σχέση με τα κλασικά μοντέλα τεχνητής νοημοσύνης, περιείχε ένα στάδιο προεργασίας του δείγματος εκπαίδευσης (pre-processing data), όπως φαίνεται στο Σχήμα 2.12 (γ). Στην προεργασία, γινόταν απαλοιφή των αναξιόπιστων δεδομένων του δείγματος εκπαίδευσης (data consolidation) και επιλέγονταν

εκείνες οι μεταβλητές που σχετίζονταν περισσότερο με την έκβαση της απόφασης (attribute selection).

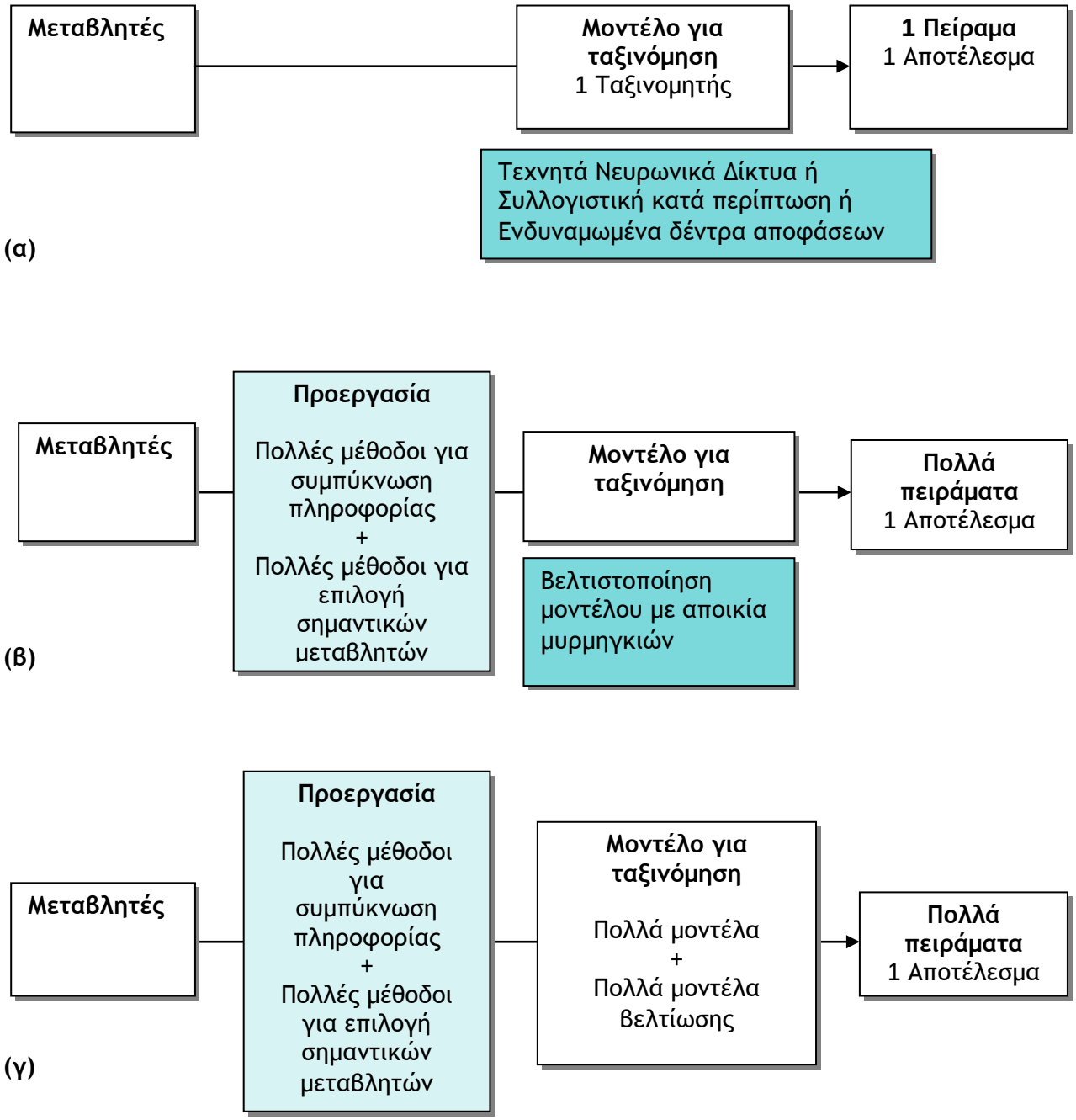
Ακόμη, στο νέο μοντέλο η κατηγοριοποίηση των δεδομένων σε κλάσεις δε γινόταν από ένα μοντέλο ταξινόμησης αλλά από πολλά διαφορετικά μοντέλα που συνδυάζονταν με τους καταλληλότερους ενισχυτικούς αλγορίθμους προκειμένου να αυξηθούν οι πιθανότητες κάθε δεδομένο να κατανεμηθεί στη σωστή κλάση.

Ακόμη, εμπλουτίζει τη βάση δεδομένων εκπαίδευσης με την προσθήκη 18 νέων δικαστικών αποφάσεων από το 2000-2005. Παρά τις βελτιστοποιήσεις του μοντέλου, δεν παρατηρείται σημαντική αύξηση της ακρίβειας η οποία αγγίζει περίπου το 91%.

Διατηρώντας το στάδιο της προεργασίας του δείγματος εκπαίδευσης και αλλάζοντας μόνο το μοντέλο που ήταν υπεύθυνο για την ταξινόμηση, με το μοντέλο Ant Miller (1999) όπως φαίνεται στον Σχέδιο 2.12 (β) αυξάνεται ελαφρώς η ακρίβεια στο 92%. Ωστόσο, ο ερευνητής αναγνωρίζει πως το τελευταίο υβριδικό μοντέλο, δεν βελτιώνει την ακρίβεια, σε σχέση με τα υπόλοιπα και ότι επηρεάζεται σημαντικά όταν το δείγμα εκπαίδευσης περιέχει θόρυβο, όπως συμβαίνει, δηλαδή, με τις αξιώσεις από την εκτέλεση τεχνικών έργων.

Στην τελευταία έρευνα του (Arditi, 2010), δημιουργεί μια ολοκληρωμένη μέθοδο τεχνητής νοημοσύνης (Intergrated Artificial Intelligence Method), με μικρές παραλλαγές από τα δύο προηγούμενα όσον αφορά την προσθήκη νέων αλγορίθμων στην επεξεργασία του δείγματος και την ταξινόμηση. Η ακρίβεια και πάλι δεν διαφοροποιήθηκε αισθητά (91,15%).

Στο Σχήμα 2.12 γίνεται συγκριτική παρουσίαση των δομών των μοντέλων που χρησιμοποίησε στις εργασίες του ο Arditi. Στο (α) έχουμε τη δομή παραδοσιακών μοντέλων με τεχνητά νευρωνικά Δίκτυα, συλλογιστική κατά περίπτωση, ενδυναμωμένα δέντρα αποφάσεων (Arditi et al, 1998- 2009). Στο (β) παρουσιάζεται η μορφή εξελιγμένου μοντέλου με προεργασία των δεδομένων και με βελτιστοποίηση χρησιμοποιώντας, αποικία μυρμηγκιών (Arditi et al, 2009). Τέλος, στο (γ) παρουσιάζεται η δομή υβριδικών μοντέλων με χρήση πολλαπλών αλγορίθμων σε κάθε στάδιο του μοντέλου (Arditi et al, 2009-2010)



Σχήμα 2.12 *Συγκριτική παρουσίαση των δομών των μοντέλων που χρησιμοποίησε στις εργασίες του ο Arditi (Arditi et al, 1998-2009; Arditi et al, 2009; Arditi et al, 2009-2010).*

Συνοπτικά, τα αποτελέσματα της έρευνας του Arditi φαίνονται στον Πίνακα 2.4. Στον πίνακα παρουσιάζονται οι παράγοντες που μεταβάλλονται από τη μια έρευνα στην άλλη.

Ως συνέχεια της δουλειάς του Arditi στα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα (§ 2.2.5.5), ο Chau (2006) επιχειρεί να εξάγει υπέρ ποιανού είναι το αποτέλεσμα της δικαστικής απόφασης. Χρησιμοποιεί δείγμα από 1105 δικαστικές αποφάσεις στην περιοχή του Hong-Kong τα οποία χρονολογούνται στη δεκαετία 1991-2000. Ως προς την μεθοδολογία αντιμετώπισης, ο Chau διαφοροποιείται από τον Arditi, στο ότι

- Χρησιμοποιεί μεγαλύτερο δείγμα.
- Χρησιμοποιεί 13 από τις 45 μεταβλητές του Arditi, μετά από ανάλυση ευαισθησίας.
- ως αλγόριθμο εκπαίδευσης χρησιμοποιεί τη βελτιστοποίηση σμήνους (Particle Swarm Optimization), έναντι του αλγορίθμου οπισθοδιάδοσης (Back Propagation, BP) διότι λόγω δομής, μπορεί να ελαχιστοποιήσει καλύτερα το σφάλμα.
- κάνει χρήση νευρωνικών δικτύων 3 επιπέδων, έναντι 1 επιπέδου του Arditi.

Το μοντέλο, τελικώς, είχε επιτυχία 81%.

Την ίδια χρονιά, συνδυάζει τη βελτιστοποίησης σμήνους (PSO) και τον αλγόριθμο οπισθοδιάδοσης (Back Propagation,BP) για την εκπαίδευση του τεχνητού νευρωνικού δικτύου. Αρχικά η βελτιστοποίηση σμήνους ορίζει ένα πίνακα βαρών για τους νευρώνες του δικτύου και στη συνέχεια χρησιμοποιεί τον αλγόριθμο οπισθοδιάδοσης για την εύρεση των βέλτιστων τιμών τους. Έτσι, ευελπιστεί να μειώσει το χρόνο που χρειάζεται η βελτιστοποίηση σμήνους για την εύρεση των βέλτιστων τιμών των βαρών.

Ο χρόνος όντως μειώνεται εφόσον από τις 8300 επαναλήψεις που απαιτούνταν για την εύρεση των βέλτιστων βαρών, χρειάστηκαν τελικώς 7900.Η ακρίβεια του μοντέλου, δεν αυξήθηκε αρκετά και πήρε τιμή 83%.

Στην τελευταία έρευνα του πάνω στο θέμα, ο Chau, όπως και ο Arditi, θεώρησε πως η συλλογιστική κατά περίπτωση είναι καταλληλότερη για αυτού του είδους το πρόβλημα, παρόλο που θεωρεί πως χρειάζεται μεγάλο μέγεθος δείγματος για να επιτευχθεί υψηλή ακρίβεια. Με το μοντέλο αυτό, η ακρίβεια δεν αυξήθηκε και παρέμεινε περίπου η ίδια, δηλαδή 84%.

Επίσης, στην ίδια έρευνα, έγινε προσπάθεια να μειωθούν οι μεταβλητές από 13 σε 10, αλλά παρατηρήθηκε πως η ακρίβεια μειώθηκε εξίσου. Συνοπτικά, τα αποτελέσματα της δουλειάς του Chau φαίνονται στον Πίνακα 2.5.

Α/Α	Έτος έρευνας	Μοντέλο	Πλήθος μεταβλητών	Μέγεθος δείγματος	Χρονολογία δείγματος	Ακρίβεια
1	1998	Τεχνητά Νευρωνικά Δικτυα	43	114	1982-1994	67,00%
2	1999	Συλλογιστική κατά Περίπτωση	43	114	1982-1994	83,00%
3	2005	Ενδυναμωμένα Δέντρα Αποφάσεων	41	132	1982-2000	90,00%
4	2009	Παγκόσμιο Μοντέλο Πρόβλεψης (υβριδικό)	23	151	1987-2005	90,90%
5	2009	Παγκόσμιο Μοντέλο Πρόβλεψης με βελτιστοποίηση Αποικίας μυρμηγκιών (υβριδικό)	23	151	1987-2005	92,00%
6	2010	Ολοκληρωμένη Μέθοδο Τεχνητής Νοημοσύνης (υβριδικό)	35	132	1982-2000	91,15%

Πίνακας 2.4 *Αποτελέσματα της έρευνας του Arditi στην πρόβλεψη δικαστικών αποφάσεων στο χρονικό διάστημα 1998-2010.*

Α/Α	Έτος έρευνας	Μοντέλο	Πλήθος Μεταβλητών	Μέγεθος δείγματος	Χρονολογία δείγματος	Ακρίβεια
1	2006	Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα με βελτιστοποίηση Σμήνους	13	1105	1991-2000	61,00%
3	2006	Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα με βελτιστοποίηση Σμήνους και οπισθοδρόμηση, αλγόριθμο μάθησης	13	1105	1991-2002	83,00%
2	2006	Λογική κατά Περίπτωση	13	1105	1991-2001	84,00%

Πίνακας 2.5 *Αποτελέσματα εργασίας του Chau(2006) στην πρόβλεψη δικαστικών αποφάσεων.*

Από τους πιο πρόσφατους ερευνητές που ασχολήθηκαν με το θέμα, ο Mahfouz (2009) κάνει πρόβλεψη υπέρ ποιανού βγήκε το αποτέλεσμα μιας δικαστικής απόφασης, του αναδόχου ή του κυρίου του έργου. Η πρόβλεψη γίνεται με τη χρήση μοντέλων μηχανικής μάθησης ενώ η έρευνα εστιάζεται αποκλειστικά σε αξιώσεις που προκλήθηκαν από διαφορετικές συνθήκες εργοταξίου (different site conditions claims, § 2.1.3).

Ο Mahfouz χρησιμοποιεί δείγμα 400 δικαστικών αποφάσεων από το 1912-2007, ορίζει 60 μεταβλητές, εκ των οποίων χρησιμοποιεί τις 13, ενώ μεταξύ των μοντέλων μηχανικής μάθησης που χρησιμοποίησε, συγκαταλέγονται τα διανύσματα μηχανικής υποστήριξης (SVM), οι Μπεϋζιανοί ταξινομητές (Bayes classifiers), τα ενδυναμωμένα δέντρα αποφάσεων (Boosted Decision Trees) καθώς και τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα (Artificial Neural Networks). Από τα προαναφερόμενα, τα διανύσματα μηχανικής υποστήριξης με πολυωνυμική συνάρτηση πυρήνα 3^{ου} βαθμού, επέφεραν την υψηλότερη ακρίβεια ίση με 98%. Ακολούθησαν τα ενδυναμωμένα δέντρα αποφάσεων(97%), τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα (95%), οι Μπεϋζιανοί ταξινομητές (93%).

Πάρα ταύτα, η ακρίβεια για όλα τα μοντέλα ήταν αρκετά υψηλή, εφόσον η μικρότερη τιμή που έλαβε ήταν 93%. Η έρευνα του συνοπτικά παρουσιάζεται στον Πίνακα 2.6.

Α/Α	Έτος έρευνας	Μοντέλο	Πλήθος μεταβλητών	Μέγεθος δείγματος	Χρονολογία δείγματος εκπαίδευσης	Ακρίβεια
1	2009	Μηχανές Διανυσμάτων Υποστηριξης	13	60	1912-2005	98,00%
2	2009	Ενδυναμωμένα Δέντρα Αποφάσεων	13	60	1912-2005	97,80%
4	2009	Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα	13	60	1912-2006	95,00%
3	2009	Μπεϋζιανοί Ταξινομητές	13	60	1912-2005	93,00%

Πίνακας 2.6 *Αποτελέσματα της δουλειάς του Mahfouz (2009), στην πρόβλεψη δικαστικών αποφάσεων.*

Το 2007, οι Chen και Hsu, δημιούργησαν ένα τεχνικό νευρωνικό δίκτυο σε συνδυασμό με συλλογιστική κατά περίπτωση για να προβλέψουν πόσο πιθανό

είναι μια διαφορά να οδηγήσει στο δικαστήριο, ειδικά όταν η διαφορά αφορά μεταβολή έργου (change orders dispute). Για την εκπαίδευση του μοντέλου χρησιμοποιήθηκαν αποφάσεις από το αμερικάνικο εφετείο (Appellate court) και το ανώτατο δικαστήριο (Supreme Court). Από αυτές εξήχθησαν 23 μεταβλητές, 6 εκ των οποίων είχαν να κάνουν με στοιχεία του έργου ενώ οι υπόλοιπες 17 με την υπόθεσης. Το υβριδικό μοντέλο HACM είχε τελικώς, ακρίβεια 84.61%.

2.3.2 Πρόβλεψη δικαστικών αποφάσεων

Σε άλλες έρευνες επικεντρωμένες γενικά σε θέματα πρόβλεψης δικαστικών αποφάσεων, χρησιμοποίησαν υβριδικά μοντέλα.

Τα υβριδικό μοντέλο HELIC-II (Ohtake et al, 1993) χρησιμοποιούσε δύο μοντέλα, το ένα βασισμένο στη συλλογιστική κατά περίπτωση αναγνωρίζει παρόμοιες υποθέσεις και εξάγει λογικές συσχετίσεις και ένα δεύτερο, βασισμένο στο συλλογιστική κατά κανόνα (rule based reasoning) που χρησιμοποιεί τα νομικά πλαίσια και τα γεγονότα της τωρινής κατάστασης για να αναφέρει όλες τις πιθανές, νομικές συνέπειες. Το αποτέλεσμα της συνεργασίας αυτών των δύο είναι η έκβαση όλων των δυνατών συνεπειών με τη μορφή δέντρου.

Τα CABARET (Rissland et al, 1989), GREBE (Branting, 1999) και Anapron (Golding and Rosenbloom, 1996) είναι υβριδικά συστήματα τα οποία συνδυάζουν συλλογιστική κατά κανόνα και συλλογιστική κατά περίπτωση, για πρόβλεψη υποθέσεων. Ας σημειωθεί πως τα συστήματα CABARET και GREBE παράγουν κυρίως επιχειρήματα που θα μπορούσαν να οδηγήσουν μια απόφαση, υπέρ έκαστου από τα συμβαλλόμενα μέρη, παρά πρόβλεψη αποφάσεων δικαστηρίου για αυτές τις υποθέσεις.

Οι Egri και Underwood (1995) χρησιμοποίησαν τεχνητό νευρωνικό δίκτυο για να δώσουν τη δυνατότητα στο μοντέλο HILDA (Hybrid Integrated Legal Decision Assistant) να εξάγει νομική γνώση και να προβλέπει δικαστικές αποφάσεις οι οποίες αφορούσαν πράξεις που αντιτίθονταν σε ένα συγκεκριμένο νόμο ονόματι “Contract Review Act 1980”. Ελέγχει κατά πόσο ένα συμβόλαιο είναι δίκαιο και έχει βάση. Αν δεν έχει βάση είναι σίγουρο πως η απόφαση του δικαστηρίου θα ληφθεί κατά του.

Το μοντέλο HILDA χρησιμοποιούσε συλλογιστική κατά περίπτωση και κατά κανόνα, στις δικαστικές υποθέσεις. Προκύπτουν κανόνες βασισμένοι στο νόμο, που υλοποιούνται μέσω τεχνητών νευρωνικών δικτύων για να κατηγοριοποιήσουν τις υποθέσεις είτε υπέρ του κατήγορου, είτε κατά του, είτε ως υπόθεση που επιδέχεται περεταίρω εξέταση. Οι υποθέσεις που θέλουν περεταίρω εξέταση, ελέγχονται με συλλογιστική κατά περίπτωση για να κατηγοριοποιηθούν σε μια από τις ανωτέρω κλάσεις.

Ο El Hadi (2001) δημιούργησε ένα υβριδικό μοντέλο για ανάκτηση πληροφορίας με συλλογιστική κατά περίπτωση (IR-CBR). Το μοντέλο χρησιμοποιεί περιγραφή

φυσικής συλλογιστικής κατά περίπτωση, γλώσσας από πραγματικές περιπτώσεις, ως είσοδο, για να ανακαλέσει σχετικές περιπτώσεις ώστε να αυξήσει την ακρίβεια στην πρόβλεψη δικαστικών αποφάσεων που αφορούσαν το νόμο περί χρεοκοπίας (Bankruptcy Case Law).

Οι CARMA (Branting et al, 2001) και IBP (Brunghause and Ashley 2003) είναι αλγόριθμοι που συνδυάζουν συλλογιστική κατά περίπτωση και συλλογιστική κατά μοντέλο (model based reasoning) για την πρόβλεψη δικαστικών αποφάσεων.

Οι Bruninghaus and Ashley, (2003) επιχείρησαν να προβλέψουν τα αποτελέσματα δικαστικών αποφάσεων οι οποίες αφορούσαν τον νόμο περί πνευματικών δικαιωμάτων. Ακολούθως, δημιούργησαν έναν υβριδικό αλγόριθμο λεγόμενος IBP ο οποίος συνδύαζε συλλογιστική κατά περίπτωση με ένα «ασθενές μοντέλο», όπως ονόμασαν.

Η βασική ιδέα πίσω από αυτό, ήταν να κατηγοριοποιήσουν τις δικαστικές υποθέσεις και να ορίσουν όλα τα δυνατά επιχειρήματα από κάθε υπόθεση. Κάθε νέα υπόθεση, λοιπόν, έβλεπαν σε ποιά έμοιαζε περισσότερο από τις διατιθέμενες του δείγματος. Όριζαν ποιά από τα διατιθέμενα επιχειρήματα χρησιμοποιούσε ο κατήγορος και ποιά ο κατηγορούμενος και ανασύροντας από τη μνήμη του μοντέλου, υποθέσεις που είχαν χρησιμοποιηθεί τα ίδια επιχειρήματα, προέβλεπαν τις δικαστικές αποφάσεις.

Για την αξιολόγηση του μοντέλου χρησιμοποιήθηκε δείγμα 186 αποφάσεων, το οποίο είχε ακρίβεια 91,4% . Οι ερευνητές και σε αυτή την περίπτωση, απέδωσαν την όχι πολύ υψηλή ακρίβεια, στο ότι

- στο μοντέλο, δεν ελήφθησαν μεταβλητές, όπως η ηθική του δικαστή
- στα νέα δεδομένα παρουσιάζονταν επιχειρήματα τα οποία δεν είχαν ξαναεμφανιστεί στο δείγμα
- στο ότι το δικαστήριο κάποιες φορές δεν “έκρινε” δίκαια την υπόθεση
- στη δύναμη των επιχειρημάτων. Για κάποιες υποθέσεις μπορεί κάποια επιχειρήματα να ήταν αρκετά και για κάποιες άλλες όχι, όπως η λήψη μέτρων ασφαλείας. Μπορεί για ένα δικαστήριο, η λήψη και μόνο, μέτρων ασφαλείας να είναι αρκετή αλλά για κάποιο άλλο, η παρουσία τους και μην είναι ισχυρό εγχείρημα.

Το 2005 προχώρησαν σε μια βελτίωση του αλγορίθμου προσαρμόζοντας σε αυτόν το μοντέλο SMILE, το οποίο βασίζονταν στη μέθοδο της φυσικής επεξεργασίας γλώσσας (NLP). Το μοντέλο αυτό είχε τη δυνατότητα να βρίσκει τα επιχειρήματα που εμφανίζονται σε κάθε υπόθεση, διαβάζοντας το κείμενο των δικαστικών αποφάσεων, αντικαθιστώντας έτσι, τον ανθρώπινο παράγοντα. Εφόσον προσδιορίζονταν τα επιχειρήματα για τις υποθέσεις με το μοντέλο SMILE, μπορούσε πλέον να εφαρμοστεί ο αλγόριθμος IBP όπως περιγράφηκε παραπάνω. Τα τελικά ποσοστά ήταν ενθαρρυντικά αλλά υπέδειξαν πως χρειάζεται περισσότερη έρευνα στο πεδίο της φυσικής επεξεργασίας γλώσσας (NLP).

Έρευνα στην πρόβλεψη των αποφάσεων δεν πραγματοποιήθηκε μόνο από ερευνητές στα πανεπιστήμια. Η σημαντικότητα του προκάλεσε το ενδιαφέρον

κυβερνητικών οργανισμών, όπως το εργαστήριο πληροφορικής και νόμου «Donald Berman» στην Αυστραλία. Το 1991, το εργαστήριο αυτό δημιούργησε ένα υβριδικό μοντέλο ονομαζόμενο IKBALS το οποίο συμβούλευε αν ο αιτών δικαιούταν αποζημίωση για περίθαλψη. Η δεύτερη εκδοχή του μοντέλου, IKBALSII, βασίστηκε στο προηγούμενο μοντέλο για τη δημιουργία μοντέλου βασισμένο σε κανόνες (Zeleznikow, 2003). Τέλος, από το ίδιο εργαστήριο προήλθε το μοντέλο «Split-Up expert legal system» που είχε χρήση συμβουλευτική πάνω στο διαμερισμό κτημάτων βάση του αυστραλιανού νόμου περί οικογένειας. Το μοντέλο αυτό βασίζεται σε κανόνες (rules) και σε τεχνητό νευρωνικό δίκτυο οι οποίοι προέκυψαν από έρευνα στους νόμους καθώς και από συζήτηση με ειδήμονες στο αναφερθέν θέμα.

2.4 Συμπεράσματα- Σχόλια

Η πρόβλεψη δικαστικών αποφάσεων είναι ένα θέμα που απασχολεί την επιστημονική κοινότητα τις τελευταίες δεκαετίες. Από τις μελετηθείσες έρευνες, ο Arditi, αποδεικνύει πως υβριδικά συστήματα τεχνητής νοημοσύνης μπορούν να χαρακτηρίζονται από υψηλή ακρίβεια (~90.0%) σε σχέση με άλλα συμβατικά μοντέλα τεχνητής νοημοσύνης (τεχνητά νευρωνικά δίκτυα, συλλογιστική κατά περίπτωση), χωρίς σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ τους, στην πρόβλεψη δικαστικών αποφάσεων.

Τα δέντρα αποφάσεων δίνουν αποτελέσματα κοντά στις υβριδικές μεθόδους, το οποίο μπορεί να εξηγηθεί στο ότι τα υβριδικά συστήματα, ως βάση ταξινόμησης χρησιμοποιούνται δέντρα αποφάσεων. Αυτό βέβαια μπορεί να αποτελεί και απόδειξη πως τα δέντρα αποφάσεων είναι κατάλληλα για αυτό το είδος προβλήματος.

Ο Chau έκανε μια επέκταση της δουλειάς του Arditi, με τις ίδιες μεταβλητές μόνο με την προσθήκη βελτιωτικών μεθόδων στα ήδη χρησιμοποιούμενα μοντέλα του Arditi. Ωστόσο, τα νευρωνικά δίκτυα του Chau σε συνδυασμό με την βελτιστοποίηση σμήνους, δεν παρουσιάστηκαν αποτελεσματικότερα σε σχέση με τα υβριδικά μοντέλα του Arditi.

Αξίζει να σημειωθεί πως στην αντίστοιχη έρευνα του Arditi με συλλογιστική κατά περίπτωση και με μικρότερο μέγεθος δείγματος, από άλλη περιοχή και με περισσότερες μεταβλητές πέτυχε το ίδιο ποσοστό πρόβλεψης με το Chau.

Με τις εργασίες των Arditi και Chau περισσότερη έρευνα είχε δοθεί στη βελτιστοποίηση του μοντέλου και όχι τόσο στην επιλογή των μεταβλητών που θεωρούνται σημαντικές για την έκδοση της δικαστικής απόφασης. Ο μόνος που κινήθηκε σε αυτή την κατεύθυνση ήταν ο Mahfouz (2009). Ο Mahfouz διαφοροποιήθηκε από τους προγενέστερους του σε δύο σημεία. Πρώτον, επικεντρώθηκε σε μια συγκεκριμένη κατηγορία αξιώσεων (αξιώσεις λόγω διαφορετικών συνθηκών εργοταξίου) ενώ προσπάθησε να δημιουργήσει μοντέλο που να προβλέπει τα αιτήματα από το συγκεκριμένο είδος αξιώσεων

και όχι τα αιτήματα από όλες τις αξιώσεις που απορρέουν από το δίκαιο της εκτέλεσης τεχνικών έργων. Αυτή η επιλογή τον βοήθησε στην σοφότερη επιλογή των μεταβλητών, αφού ήταν πιο άμεσα σχετιζόμενες με το θέμα. Αυτοί οι δύο ίσως ήταν οι κυριότεροι λόγοι που οδήγησαν στην τόσο υψηλή ακρίβεια του μοντέλου (~97%).

Άλλωστε και οι Bruninghaus και Ashley (2003) είχαν επικεντρωθεί και αυτοί σε ένα συγκεκριμένο είδος αξιώσεων, αυτές που απέρρεαν από το νόμο περί πνευματικής ιδιοκτησίας, και είχαν εξάγει μεταβλητές με βάση των επιχειρημάτων που προβάλλονταν στις αποφάσεις για τις συγκεκριμένες αξιώσεις με ακρίβεια 91.4%.

Για την επιβεβαίωση των ανωτέρω, ο αναγνώστης παραπέμπεται στον Παράρτημα Α όπου παρατίθενται οι μεταβλητές βάση της έρευνας του Arditi (1998; 1999; 2005; 2009; 2009; 2010), του Chau (2006) και του Mahfouz (2009). Στον Πίνακα Α.1 παρουσιάζονται οι μεταβλητές του Arditi ενώ με σκιαγράφηση αυτές που επέλεξε ο Chau για τα μοντέλα του. Στον Πίνακα Α.2 παρουσιάζονται όλες οι μεταβλητές του Mahfouz ενώ με σκιαγράφηση αυτές που θεώρησε πιο σημαντικές.

Τα ανωτέρω δείχνουν πως για να έχει ένα μοντέλο υψηλή ακρίβεια, πιο καθοριστικής σημασίας είναι η επιλογή των σωστών μεταβλητών παρά η βελτιστοποίηση του μοντέλου. Συνεπώς, μαζί με όσα αναφέρθηκαν, ένα μοντέλο που προβλέπει αποφάσεις βελτιώνεται όταν:

- Το μοντέλο κάνει πρόβλεψη δικαστικών αποφάσεων για συγκεκριμένο είδος αξίωσης ή ακόμα περισσότερο, για συγκεκριμένο αίτημα.
- Έχει γίνει σωστή επιλογή των μεταβλητών του προβλήματος (Mahfouz, 2009)
- Από τις μεταβλητές που ορίζουν την έκβαση του προβλήματος, επιλέγονται οι πιο σημαντικές π.χ ο Chau (2006) μείωσε τις μεταβλητές του Arditi από 53 σε 41.
- Είναι μεγάλο το δείγμα εκπαίδευσης
- Έχουν απομακρυνθεί στοιχεία του δείγματος μου μειώνουν την αξιοπιστία του (data consolidation) όπως έγινε στην εργασία του Arditi (2009).
- Χρησιμοποιούνται αλγόριθμοι ενδυνάμωσης (boosting algorithms).

Από την άλλη πλευρά, παρατηρήθηκε πως η ακρίβεια του μοντέλου δεν αυξάνεται με προηγμένες μεθόδους βελτιστοποίησης όπως η αποικία μυρμηγκιών ή του σμήνους έναντι της κλασικής, «κατάβαση εφαπτομένης» (Arditi (2009) και Chau (2006).

Ίσως, ακόμη, θα πρέπει να γίνει αποδεκτό πως παράγοντες υποκειμενικοί όπως ψυχολογικοί, αίσθηση ηθικής δικαστών κτλ που δεν μπορούν να κωδικοποιηθούν πάντα θα επηρεάζουν την έκβαση της δικαστικής απόφασης και θα μειώνουν την ακρίβεια.

Τέλος, κάνοντας μια επισκόπηση των χρησιμοποιούμενων μεθόδων (Σχήμα 2.13) παρατηρούνται τα εξής.

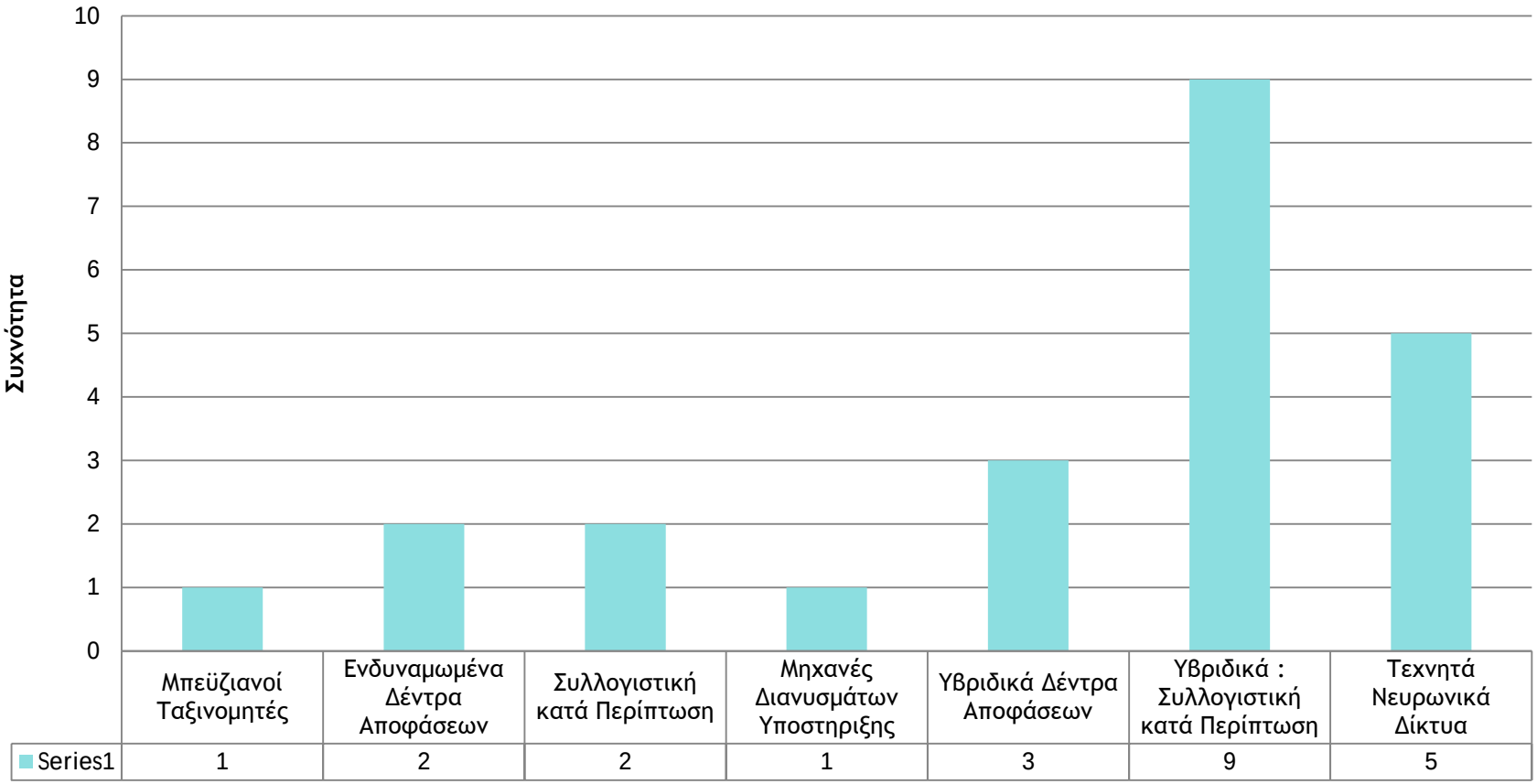
Η πιο ευρέως χρησιμοποιούμενη μέθοδος είναι τα υβριδικά μοντέλα τα οποία βασίζονται σε συλλογιστική κατά περίπτωση ενώ ακολουθούν τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα και στη συνέχεια τα υβριδικά δέντρα αποφάσεων.

Αν συγκρίνουμε τα ανωτέρω με τη μέση τιμή της ακρίβειας των μοντέλων από όλες τις έρευνες (Σχήμα 2.14) διαπιστώνουμε πως τα υβριδικά μοντέλα με συλλογιστική κατά περίπτωση σημειώνουν ακρίβεια 88.7 % και έρχονται πέμπτα κατά σειρά. Την υψηλότερη ακρίβεια σημειώνουν οι μηχανές διανυσμάτων υποστήριξης και ακολουθούν τα ενδυναμωμένα δέντρα αποφάσεων.

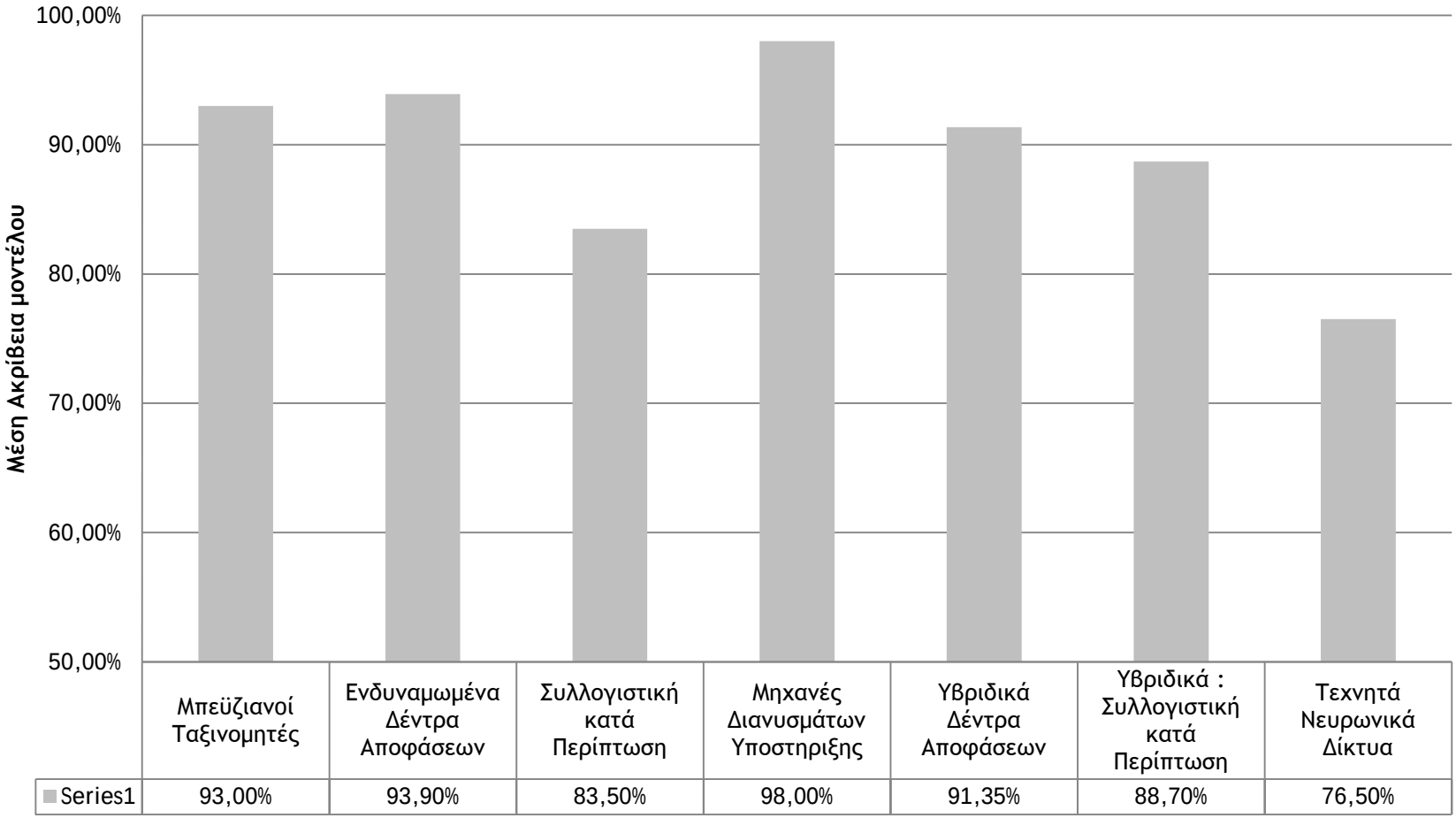
Η ακρίβεια δεν διαφοροποιείται σημαντικά μεταξύ των μοντέλων εφόσον τα περισσότερα κινούνται στο 90%. Εξαίρεση αποτελούν τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα που σημειώνουν την μικρότερη ακρίβεια με 76.5% και η συλλογιστική κατά περίπτωση με 80%.

Με επιφύλαξη θα αναφέραμε πως τα πιο ταιριαστά μοντέλα για τη φύση του συγκεκριμένου προβλήματος είναι οι μηχανές διανυσμάτων υποστήριξης και τα ενδυναμωμένα δέντρα αποφάσεων. Βέβαια, δε θα μπορούσαμε να αποκλείσουμε και τα υπόλοιπα μοντέλα εφόσον, σε κάθε μελέτη πέρα από το μοντέλο, μεταβάλλονταν και άλλα στοιχεία, τα οποία με τη σειρά τους επηρέαζαν την τιμή της ακρίβειας.

Παρατηρείται, τέλος, πως ένα από τα πιο σύγχρονα μοντέλα, μηχανικής μάθησης, τα τυχαία δάση, παραλλαγή των δέντρων αποφάσεων, δεν έχουν ως τώρα χρησιμοποιηθεί.



Σχήμα 2.13 *Συχνότητα χρησιμοποιούμενων μεθόδων στη πρόβλεψη δικαστικών αποφάσεων.*



Σχήμα 2.14 *Μέση τιμή ακρίβειας για κάθε μοντέλο από όλες τις έρευνες που χρησιμοποιήθηκε.*

3

Μεθοδολογία

Στο προηγούμενο κεφάλαιο, δόθηκαν οι βασικοί ορισμοί της εργασίας, περιγράφηκε η έρευνα που έχει πραγματοποιηθεί για την πρόβλεψη δικαστικών αποφάσεων για αξιώσεις από συμβάσεις τεχνικών έργων ενώ μελετήθηκε ο τρόπος λειτουργίας των μοντέλων τεχνητής νοημοσύνης.

Εν συνεχεία, γίνεται προσπάθεια εφαρμογής της γνώσης που αποκτήθηκε. Αρχικά, επιδιώκουμε να βρούμε το αίτημα που είναι πιο σύνηθες στον ελληνικό κατασκευαστικό τομέα και στη συνέχεια, στοχεύουμε στην εξαγωγή των μεταβλητών που ορίζουν την έκβαση των δικαστικών αποφάσεων γι' αυτό. Απώτερος στόχος είναι οι μεταβλητές αυτές να χρησιμοποιηθούν για την δημιουργία ενός μοντέλου τεχνητής νοημοσύνης.

Βασική προϋπόθεση για τα ανωτέρω, είναι η συλλογή δείγματος δικαστικών αποφάσεων, οι οποίες, αφού αναλυθούν αποτελούν τα δεδομένα του μοντέλου. Στα πλαίσια του κεφαλαίου, κάνουμε νύξη στη μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την επίτευξη του στόχου.

Συγκεκριμένα, στο κεφάλαιο αυτό περιγράφεται

- Ο τρόπος συλλογής των δεδομένων
- Ο τρόπος ανάλυσης και κωδικοποίησης των δεδομένων
- Ο τρόπος εξαγωγής των μεταβλητών
- Η διαδικασία κωδικοποίησης των μεταβλητών
- Η μέθοδος επεξεργασίας του δείγματος
- Οι δυσκολίες που αντιμετωπίστηκαν στα ανωτέρω στάδια
- Οι παραδοχές που κάναμε για την αντιμετώπιση των δυσκολιών

3.1 Περιγραφή Μεθοδολογίας

Στο Σχήμα 3.1, απεικονίζεται η διαδικασία που ακολουθήθηκε για την εύρεση του αιτήματος και για την εξαγωγή των μεταβλητών που ορίζουν την δικαστική του έκβαση.

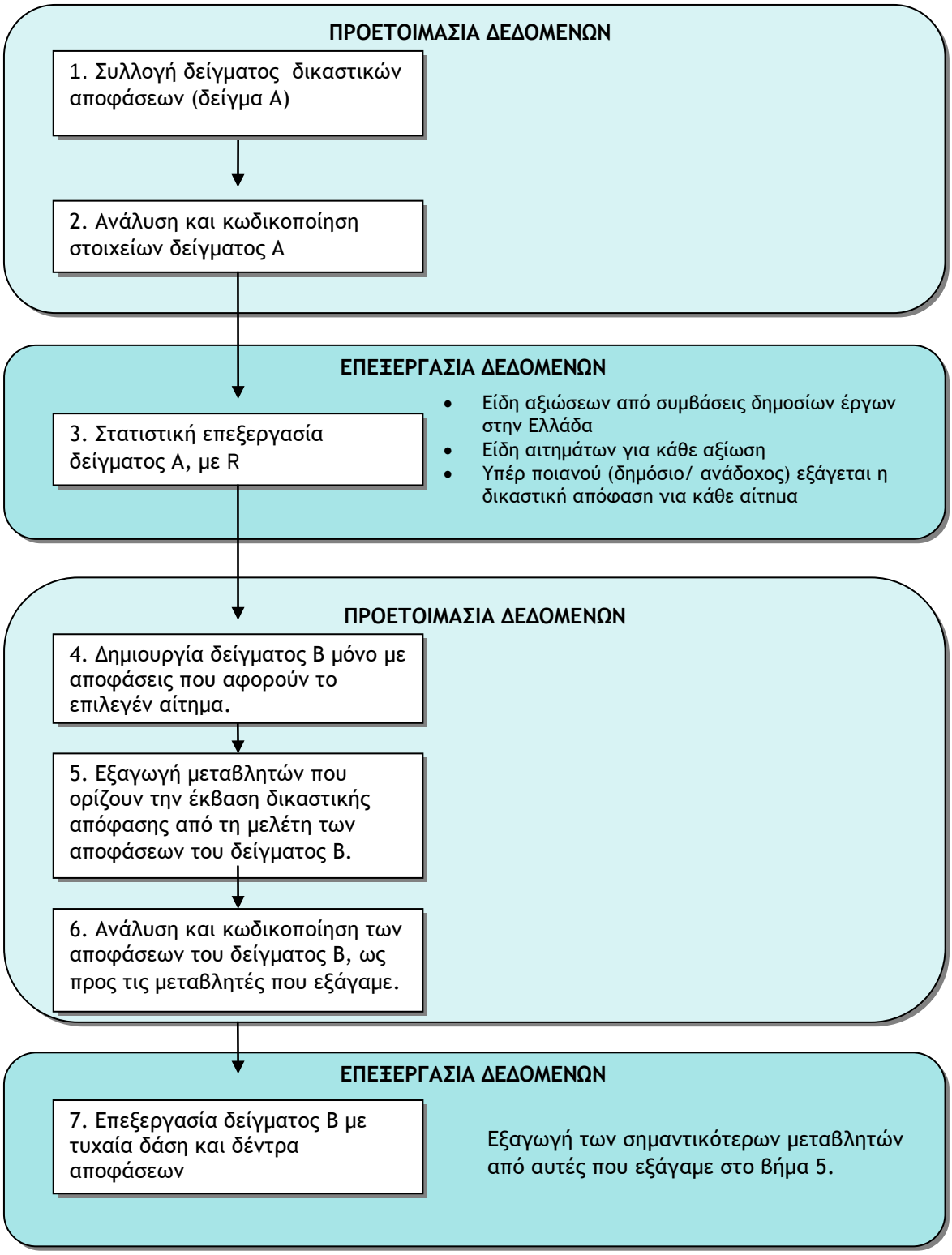
Όπως παρουσιάστηκε και στο Κεφάλαιο 2, ένα μοντέλο τεχνητής νοημοσύνης προαπαιτεί ένα σύνολο δεδομένων και εν προκειμένω, δικαστικών αποφάσεων, προκειμένου να εκπαιδευτεί και να προβλέπει την δικαστική τους έκβαση. Με βάση τα συμπεράσματα του ίδιου κεφαλαίου, η ακρίβεια του αυξάνεται αν εστιάζεται στην πρόβλεψη ενός συγκεκριμένου αιτήματος και όχι όλων των αιτημάτων που απορρέουν από τις αξιώσεις των τεχνικών έργων.

Ως πρώτο βήμα, λοιπόν, συλλέγουμε ένα δείγμα δικαστικών αποφάσεων.

Στη συνέχεια, αναλύουμε κάθε δικαστική απόφαση ως προς το είδος της αξίωσης και ειδικότερα, του αιτήματος που πραγματεύεται (§ 2.1.3) καθώς και υπέρ ποιανού βγήκε το αποτέλεσμα της, υπέρ του αναδόχου ή δημοσίου.

Τα ανωτέρω δεδομένα τα κωδικοποιούμε και τα εισάγουμε στο λογισμικό ανοικτού κώδικα, R ώστε να υποστούν στατιστική επεξεργασία. Από την στατιστική επεξεργασία, βλέπουμε ποιες αξιώσεις συναντώνται συχνότερα στον ελληνικό κατασκευαστικό χώρο και ποια είναι τα αιτήματα τους. Για αυτές που είναι πιο συνήθεις, βλέπουμε, το κάθε τους αίτημα, πόσες φορές εξάγεται υπέρ του αναδόχου και πόσες φορές υπέρ του κυρίου του έργου. Τελικώς, επιλέγουμε εκείνο το είδος του αιτήματος που η δικαστική του έκβαση, στο 50% των περιπτώσεων εξάγεται υπέρ του αναδόχου και στο 50%, υπέρ του δημοσίου.

Εφόσον επιλέξουμε το αίτημα, επικεντρωνόμαστε στο σύνολο δικαστικών αποφάσεων που το αφορούν και από το κείμενο τους, εξάγουμε τις μεταβλητές που ορίζουν την έκβαση του. Οι μεταβλητές κωδικοποιούνται ώστε να εισαχθούν και πάλι στο R, με στόχο, αυτή τη φορά, να επιλεχθούν τα πιο σημαντικά ή διαφορετικά τα πιο κρίσιμα για την έκβαση της δικαστικής απόφασης, εφόσον όπως αναφέραμε στα συμπεράσματα του κεφαλαίου 2, η παρουσία περισσότερων μεταβλητών από των απαιτούμενων, μειώνει την ακρίβεια του μοντέλου.



Σχήμα 3.1 *Σχηματική απεικόνιση μεθοδολογίας που ακολουθήθηκε.*

3.2 Συλλογή του δείγματος

Το δείγμα των δικαστικών αποφάσεων συλλέχθηκε, κυρίως, από τη διαδικτυακή πλατφόρμα NOMOS ενώ ένα μικρό μέρος αυτών, ελήφθησαν από αναζήτηση στο διαδίκτυο.

Η πλατφόρμα NOMOS είναι διαδικτυακή βάση δεδομένων όπου μεταξύ άλλων, περιέχει νομολογία όλων των δικαστηρίων από το έτος 1980 μέχρι σήμερα.

Ως **νομολογία**, απλά, ορίζεται η ερμηνεία και η εφαρμογή των νόμων από τα δικαστήρια, η οποία πραγματοποιείται μέσω δικαστικών αποφάσεων.

Από το σύνολο των διατιθέμενων αποφάσεων συλλέξαμε το δείγμα βάση των κατώθι κριτηρίων.

- Οι δικαστικές αποφάσεις να αφορούν δημόσια έργα

Αν και ο κατασκευαστικός κλάδος αφορά τόσο την ιδιωτική κατασκευή όσο και τη δημόσια, επιλέγουμε να επικεντρωθούμε στη δημόσια. Ο λόγος είναι πως τα δημόσια έργα είναι υψηλότερης σημαντικότητας, από άποψη μεγέθους και αξίας. Συμπεραίνουμε πως τα ποσά που εμπλέκονται στις κατασκευαστικές αξιώσεις δημοσιών έργων είναι τάξης εκατομμυρίων ή και δισεκατομμυρίων ακόμα, οπότε η πρόβλεψη των δικαστικών αποφάσεων είναι σημαντική.

Από εδώ και στο εξής, εφόσον θα αναφερόμαστε σε δημόσια έργα, κύριος του έργου θεωρείται το Δημόσιο.

- να αφορούν το μετασυμβατικό στάδιο εκτέλεσης των έργων

Αν και θα μπορούσαμε να αναφερθούμε και στο προσυμβατικό στάδιο (δηλαδή, πριν την υπογραφή της σύμβασης) της σύμβασης, επιλέγουμε να ασχοληθούμε με το μετασυμβατικό (το στάδιο μετά την υπογραφή της σύμβασης). Ο λόγος είναι πως στο προσυμβατικό στάδιο, το κύριο είδος αξιώσεων που κανείς θα συναντήσει, είναι αξιώσεις με αίτημα ακυρώσεις διαγωνισμών. Αν και είναι σημαντική κατηγορία και περιέχει αξιόλογο πλήθος αποφάσεων, την απορρίπτουμε διότι, σε αυτές, δεν εμπλέκονται χρηματικά ποσά οπότε δεν παρουσιάζει τόσο ενδιαφέρον η δημιουργία μοντέλου τεχνητής νοημοσύνης.

- να προέρχονται από το Συμβούλιο της Επικρατείας

Στην παράγραφο 2.1.5, περιγράψαμε την δικαστική επίλυση των αξιώσεων κατασκευαστικών έργων. Βάση αυτής, μια αξίωση εξετάζεται πρώτα από το διοικητικό εφετείο και αν η απόφαση δεν ικανοποιεί τον ανάδοχο ή τον κύριο του έργου, εκδικάζεται σε δεύτερο στάδιο, από το Συμβούλιο της Επικρατείας (ΣτΕ). Ένα από τα δύο μέρη αιτεί από το ΣτΕ την αναίρεση της απόφασης του διοικητικού εφετείου καθώς και την επανεξέταση της υπόθεσης.

- να αφορούν τελικές κρίσεις του δικαστηρίου

Στην πλειοψηφία, οι υποθέσεις παραπέμπονται σε συνεδριάσεις και κρίνονται από τμήματα του Συμβουλίου της Επικρατείας στα οποία μετέχουν, όχι όλοι, αλλά μέρος των δικαστών. Παρατηρείται ωστόσο, ότι στη συνεδρίαση τμήματος υπάρχουν φορές που το τμήμα δε δύναται να αποφασίσει επί της υπόθεσης με τα παρόντα στοιχεία, συνεπώς παραπέμπει την υπόθεση σε επόμενη συνεδρίαση, προσκαλώντας την ολομέλεια του δικαστηρίου να κρίνει επί των

πεπραγμένων. Στις περιπτώσεις αυτές, εκδίδονται μεν δικαστικές αποφάσεις, μόνο που δεν περιέχουν την τελική κρίση του δικαστηρίου. Οι αποφάσεις αυτές δε συμπεριλαμβάνονται στο δείγμα εφόσον δεν μπορούν να της χρησιμοποιηθούν για την εκπαίδευση του μοντέλου τεχνητής νοημοσύνης.

Τελικώς, συλλέχτηκαν 260 δικαστικές αποφάσεις για κατασκευαστικές αξιώσεις από το ΣτΕ, χρονολογούμενες από το 1996- 2013.

3.3 Κωδικοποίηση αποφάσεων

Εφόσον, συλλέχτηκαν οι δικαστικές αποφάσεις αναλύθηκαν ως προς το είδος της αξίωσης και πιο συγκεκριμένα ως προς το είδος του αιτήματος που πραγματεύονταν (§ 2.1.1) καθώς και υπέρ ποιανού βγήκε η δικαστική απόφαση (ανάδοχος ή Δημόσιο). Έτσι ορίστηκαν οι μεταβλητές "claim" και "result" αντίστοιχα, όπου για κάθε δικαστική απόφαση/ δεδομένο, λάμβαναν ορισμένες τιμές. Έγινε προσπάθεια τα αιτήματα που παρουσιάζονται στην απόφαση, να διατυπωθούν όσο το δυνατόν, πιο συμβατά με τα αιτήματα που απορρέουν από τη νομοθεσία δημοσίων έργων (Ν.3669/2008, Ν.1418/1985, Π.Δ 609/1985).

Τελικώς, η μεταβλητή «result" κωδικοποιήθηκε με την τιμή 1, όταν η έκβαση της δικαστικής απόφασης ήταν υπέρ του αναδόχου και με 0 όταν ήταν υπέρ του δημοσίου. Οι τιμές της μεταβλητής "claim" παρουσιάζονται στο Παράρτημα Β, στην τελευταία στήλη του πίνακα, με το όνομα "Κωδικός". Σε κάθε είδος αιτήματος αντιστοιχεί και κάποια ονομασία.

Στο σημείο αυτό, αξίζει να σημειώσουμε τα εξής. Σε πολλές δικαστικές αποφάσεις, εκδικάζονται περισσότερα του ενός αιτήματα τουτέστι ο ανάδοχος αιτεί την καταβολή εργολαβικού ανταλλάγματος αλλά και τόκους υπερημερίας λόγω της καθυστερημένης καταβολής του. Στις περιπτώσεις αυτές, διαιρέσαμε τις δικαστικές αποφάσεις σε επιμέρους αποφάσεις βάση του πλήθος των αιτημάτων που περιείχαν. Για παράδειγμα, η ανωτέρω απόφαση διαιρέθηκε σε δύο αποφάσεις εφόσον περιείχε δύο αιτήματα. Συμπεραίνουμε πως στο τελικό δείγμα, περιέχονται κάποιες αποφάσεις περισσότερες της μιας φοράς.

Όσον αφορά την ανάλυση των αποφάσεων ως προς το είδος της αξίωσης που αφορούσαν (§ 2.1.3) συνειδητοποιούμε την δυσκολία της ενέργειας. Και αυτό διότι παρατηρώντας τα είδη των αξιώσεων, όπως παρουσιάζονται στη διεθνή βιβλιογραφία, συμπεραίνουμε πως βασίζονται στο αίτιο που γεννά την αξίωση, όπως είναι η υπερημερία ή η ανωτέρα βία. Ωστόσο, σε πολλές δικαστικές αποφάσεις το αίτιο που γεννά την αξίωση δεν αναφέρεται. Για παράδειγμα, ο ανάδοχος μπορεί να αιτεί την πληρωμή υπερωριών, χωρίς όμως να αναφέρεται ο λόγος για τον οποίον ζητείται αυτό.

Με βάση τα παραπάνω, οφείλουμε να πούμε πως τα αποτελέσματα της ανάλυσης, σχετικά με το είδος των αξιώσεων που πραγματεύεται μια δικαστική απόφαση είναι ενδεικτικά. Για μια τέτοια ενέργεια χρειάζεται γνώση του ιστορικού της υπόθεσης. Ωστόσο, αυτό δεν μας εμποδίζει από την διατύπωση των αιτημάτων που πραγματεύεται η δικαστική απόφαση.

Στον Πίνακα 3.1, παρουσιάζεται μέρος της μορφής του δείγματος, μετά την κωδικοποίηση.

ID	Dnumber	Claim	Plaintiff	Defendant	Result
1	860/2012	EW1	1	0	0
2	860/2012	EW2	1	0	0
3	908/2009	B3	0	1	1
4	924/2009	B3	1	0	0
5	227/2008	EW1	0	1	1

Πίνακας 3.1 *Μορφή δείγματος δικαστικών αποφάσεων μετά την κωδικοποίηση.*

3.4 Στατιστική επεξεργασία δείγματος

Για την στατιστική επεξεργασία του δείγματος χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό ανοικτού κώδικα R.

Η R είναι ένα λογισμικό για ανάλυση δεδομένων, στατιστική επεξεργασία και παραγωγή διαγραμμάτων. Είναι ακόμα και γλώσσα προγραμματισμού. Χρησιμοποιούμε την R διότι είναι δωρεάν και είναι λογισμικά ανοικτού κώδικα, συμβατό με πολλά λειτουργικά συστήματα. Ακόμη, είναι λογισμικό που χρησιμοποιείται ευρέως, οπότε είναι συμβατή με τις εξελίξεις της τεχνολογίας.

3.5 Τρόπος εξαγωγής μεταβλητών

Η εξαγωγή των μεταβλητών βασίστηκε στην μελέτη μεταβλητών από παρεμφερείς έρευνες (Παράρτημα Α), στη νομοθεσία που αφορά το συγκεκριμένο αίτημα, καθώς και στα επιχειρήματα που βασίζουν οι δικαστές την γνώμη τους, όπως αυτά παρουσιάζονται στο κείμενο της δικαστικής απόφασης. Για παράδειγμα, στο κείμενο της απόφασης ΣτΕ 3237/2006, αναφέρεται:

«Επειδή, εν όψει των ως άνω προβληθέντων με την προσφυγή της αναιρεσείουσας ως προς την αναγκαιότητα των εργασιών απορροής ομβρίων υδάτων, το δικαστήριο της ουσίας έπρεπε, με βάση τα εκτεθέντα στην τέταρτη σκέψη, να διαλάβει κρίση ως προς τον χαρακτήρα των εργασιών αυτών ως αναγκαίων ή μη, οπότε, αν εκρίνοντο αναγκαίες, θα ήταν δυνατή η εκ των υστέρων νομιμοποίησή των δια της συντάξεως συγκριτικού πίνακα και πρωτοκόλλου κανονισμού τιμών μονάδας νέων εργασιών (βλ. ΣτΕ 4162/1997, 142/2005)»

Από το ανωτέρω κείμενο, προκύπτει πως η «αναγκαιότητα των νέων εργασιών» είναι μια από τις μεταβλητές που λαμβάνεται υπόψη από τους δικαστές για το αίτημα που αφορά νομιμοποίηση νέων εργασιών.

3.6 Κωδικοποίηση μεταβλητών

Ας αναφέρουμε πως οι μεταβλητές διατυπώθηκαν με τέτοιο τρόπο ώστε να ικανοποιούν τα ακόλουθα κριτήρια.

1) να είναι διακριτές μεταβλητές και όχι συνεχείς (να παίρνουν συγκεκριμένες μόνο τιμές)

2) να είναι δυαδικής μορφής (να παίρνουν μόνο δύο δυνατές τιμές)

π.χ. η μεταβλητή «ποιός είναι ο προϋπολογισμός του έργου;», αν και παίρνει κατεξοχήν συνεχείς τιμές, τέθηκε ως «είναι ο προϋπολογισμός του έργου μεγαλύτερος από 2.553.191 ευρώ;» ώστε να παίρνει δύο, διακριτές τιμές «ναι» ή «όχι».

Παρατηρούμε, λοιπόν, πως μια συνεχή μεταβλητή Χ ή μια μεταβλητή Χ που παίρνει μεν, διακριτές τιμές αλλά αυτές είναι περισσότερες των δύο, πρέπει να τεθεί ως συνθήκη της μορφής « είναι η μεταβλητή Χ μεγαλύτερη ή μικρότερη της τιμής α;».
Όπως γίνεται κατανοητό, το πρόβλημα που παρουσιάζεται στην προκειμένη περίπτωση, είναι η εύρεση της τιμής α. Για τις μεταβλητές μορφής Χ του προβλήματος μας, θέσαμε τις εξής τιμές στην μεταβλητή α.

- Για την μεταβλητή που αφορά τη χρονολογία της δίκης, επιλέχτηκε ως τιμή του α, το έτος 2009. Η επιλογή στηρίχτηκε στο σκεπτικό πως το 2009 αποτέλεσε το έτος που ξεκίνησε η οικονομική κρίση στην Ελλάδα συνεπώς η αδυναμία του δημοσίου να καλύψει τα ποσά που αιτούνταν ο ανάδοχος από τις αξιώσεις του, ευνοούσε στην έκβαση των αποφάσεων υπέρ του.
- Για την μεταβλητή, που αφορά τον προϋπολογισμό του έργου, ως τιμή του α, τέθηκε το ποσό των 225.319 ευρώ, το οποίο αποτελεί την μέση τιμή της μεταβλητής.
- Ομοίως, για την μεταβλητή, που αφορά το διεκδικούμενο ποσό, ως μέση τιμή του α, τέθηκε το ποσό των 1.291.269 ευρώ, το οποίο αποτελεί την μέση τιμή της μεταβλητής.

Οι μεταβλητές, εν συνεχεία, κωδικοποιήθηκαν έτσι ώστε για τις δύο δυνατές τιμές τους, να λαμβάνουν την τιμή 1 και 0. Συγκεκριμένα, η τιμή 1 δόθηκε όταν η απάντηση στην ερώτηση της μεταβλητής ήταν θετική και η τιμή 0, όταν η απάντηση ήταν αρνητική. Στο Παράρτημα Γ παρουσιάζονται οι μεταβλητές, όσο και η κωδικοποίηση τους.

Οι ανωτέρω περιορισμοί τέθηκαν ώστε να είναι δυνατή η επεξεργασία του δείγματος με τη μέθοδο που θα περιγραφεί παρακάτω (παρ 3.5).

3.7 Επεξεργασία μεταβλητών

Ένας ακόμη περιορισμός που μας επιβάλει η μέθοδος επεξεργασίας είναι η απαίτηση να μην υπάρχουν κενά πεδία (missing values) στο δείγμα. Αυτό σημαίνει πως απαιτείται να είναι γνωστές οι τιμές όλων των μεταβλητών που ορίσαμε, για κάθε δικαστική απόφαση. Κάτι τέτοιο, ωστόσο, είναι αδύνατο.

Για παράδειγμα, ο τρόπος κοστολόγησης του έργου σε κάποιες δικαστικές αποφάσεις αναφέρεται και σε κάποιες άλλες, όχι. Αυτό, αυτομάτως, δημιουργεί κενά πεδία σε κάποιες δικαστικές αποφάσεις για την μεταβλητή «Ποιός είναι ο τρόπος κοστολόγησης του έργου ή των νέων εργασιών;» εφόσον δεν τον γνωρίζουμε για να απαντήσουμε.

Στην περίπτωση αυτή καλούμαστε να λύσουμε το πρόβλημα των κενών πεδίων, συμπληρώνοντας τα κατ' εκτίμηση. Συμπληρώνουμε, λοιπόν, τα κενά πεδία με τις τιμές εκείνες που είναι πιο συνήθεις.
Π.χ για τον τρόπο κοστολόγησης του έργου, ο συνηθέστερος τρόπος είναι «ανά τιμή μονάδας εργασίας» οπότε συμπληρώνουμε τα πεδία με αυτή την τιμή.

3.8 Μέθοδοι εξαγωγής μεταβλητών

Λόγω του μικρού μεγέθους του δείγματος (35 δικαστικές αποφάσεις) για το εξετασθέν αίτημα, δεν έχουμε πολλές επιλογές στην επιλογή της καταλληλότερης μεθόδου για την εξαγωγή των κρίσιμων μεταβλητών. Η συνηθέστερη μέθοδος, αυτή της λογιστικής παλινδρόμησης, απορρίπτεται και τελικώς επιλέγουμε τη μέθοδο των τυχαίων δασών(Random Forests).

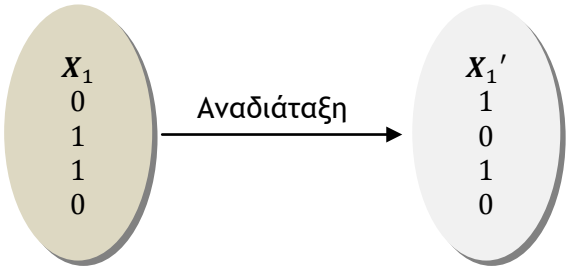
Η μέθοδος των τυχαίων δασών λόγω της δυνατότητας να δημιουργεί πολλά διαφορετικά δείγματα με βάση το διατιθέμενο δείγμα (bootstramp sampling) και κατ' επέκταση πολλά διαφορετικά δέντρα αποφάσεων, αυξάνει την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων παρότι το δείγμα είναι μικρό.

Τα διαφορετικά δέντρα που παράγονται, διαφοροποιούνται όχι μόνο ως προς το διαφορετικά δείγμα με βάση το οποίο σχηματίστηκαν αλλά και με βάση τις διαφορετικές μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν για τον σχηματισμό τους. Σε κάθε κόμβο του δέντρου, η μέθοδος χρησιμοποιεί τυχαία κάποια μεταβλητή από τις διατιθέμενες, και το συνθέτει.

Κάθε νέο δεδομένο χρησιμοποιείται από τα τυχαία δάση για την εκπαίδευση του συστήματος. Απλοποιητικά, η πραγματική τιμή του δεδομένου σε σχέση με αυτή που υπολόγισε το μοντέλο, ορίζει το σφάλμα του δάσους.

Για την εξαγωγή των σημαντικών μεταβλητών, η μέθοδος ακολουθεί ένα σύνολο επαναλήψεων. Σε κάθε επανάληψη, αναδιατάσσει τις τιμές μίας μεταβλητής

(permutation) όπως φαίνεται στον **Σχήμα 3.2** και υπολογίζει ξανά το σφάλμα του δάσους.



Σχήμα 3.2 *Μεταβλητή* X_1*, 4 διαστάσεων, πριν και μετά την αναδιάταξη.*

Αν για μια μεταβλητή, το σφάλμα του δάσους μεταβλήθηκε σημαντικά, το μοντέλο θεωρεί πως η συγκεκριμένη μεταβλητή είναι σημαντική.
Ένας από τους δείκτες που χρησιμοποιείται για την ποσοτικοποίηση αυτής της μεταβολής είναι ο Gini που ορίζεται ως εξής.

$$Gini\ (T) = 1 - \sum_{j=1}^{n} \left(p_j\right)^2 \quad \textbf{(3.1)}$$

Όπου
$\boldsymbol{p_j}$ είναι η σχετική συχνότητα της κλάσης j στο δείγμα T
$\boldsymbol{n}$ το πλήθος των κλάσεων

Π.χ για μια κλάση όπου έχει συνολικά 10 στοιχεία και τα 3 στοιχεία της είναι 0 ενώ τα άλλα 7 ίσα με 1, έχει

$$Gini = 1 - ((\frac{3}{10})^2 + (\frac{7}{10})^2)$$

Όσο μεγαλύτερες είναι οι τιμές του δείκτη τόσο μεγαλύτερη είναι και η σημαντικότητα των μεταβλητών.

Για την εφαρμογή της μεθόδου των τυχαίων δασών, χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό ανοικτού κώδικα R και ο αλγόριθμος του πακέτου Random Forests.

Ως παράμετροι της μεθόδου, τέθηκαν

$$ntree = 2000$$
$$mtry = 9$$

Η παράμετρος $ntree$, δηλώνει το πλήθος των δέντρων που χρησιμοποιήθηκαν για τη δημιουργία του δάσους και θεωρούμε μεγάλη τιμή, για να αυξήσουμε την αξιοπιστία του συστήματος.

Η παράμετρος $mtry$, ορίζει το πλήθος των δυνατών μεταβλητών από τις οποίες, η μέθοδος επιλέγει τυχαία μία, για να ορίσει τον κόμβο ενός δέντρου.

Βάση των Genuer et al (2010), η τιμή της παραμέτρου μπορεί να τεθεί ίση με $p/3$, όπου p είναι το πλήθος των μεταβλητών του προβλήματος. Στην περίπτωση μας τίθεται ίση με 10 ($\cong 29/3$).

Στο Σχήμα 3.3 παρουσιάζεται ο κώδικας που εισήχθη στην R για την εφαρμογή των τυχαίων δασών.

```
>factors <- read.csv("factors.csv")

> factors$ID = NULL
> factors$Dnumber = NULL
> factors$Defendant = NULL

>#install.packages("caret")
>library(caret)
>#install.packages("e1071")
>library(e1071)
>library( randomForest )

>#random forests
> ntree = 2000
> set.seed(400)

> rf = randomForest (Result ~. , data = factors, ntree = ntree, mtry= 10 )
> importance(rf)
> varImpPlot( rf, n.var = 29 )
```

Σχήμα 3.3 *Κώδικας στην R με εφαρμογή τυχαίων δασών, για την εξαγωγή των σημαντικών μεταβλητών.*

Στο σημείο αυτό, ας σημειωθεί πως πέρα από τα κριτήρια 1-2 βάση των οποίων ορίστηκαν οι μεταβλητές του προβλήματος και τα οποία αποτελούν προϋπόθεση για την επεξεργασία του δείγματος, είναι και το κριτήριο που επιβάλλει οι ανεξάρτητες μεταβλητές να είναι ασυσχέτιστες μεταξύ τους. Πράγμα το οποίο σημαίνει, πως δεν πρέπει να υπάρχει σχέση που να συνδέει δύο ανεξάρτητες μεταβλητές μεταξύ τους.

Για το λόγο αυτό, πραγματοποιήθηκε έλεγχος συσχέτισης μεταξύ των ανεξάρτητων μεταβλητών, όπου διαπιστώθηκε συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών plaintiff και defendant. Συνεπώς, η μεταβλητή defendant, αφαιρέθηκε.

Ως δεύτερη μέθοδο, περισσότερο για εξακρίβωση των αποτελεσμάτων των τυχαίων δασών, χρησιμοποιήθηκαν τα δέντρα αποφάσεων. Ως γνωστόν, τα δέντρα αποφάσεων δημιουργούν διαγράμματα ροής, όπου ως κόμβοι τίθενται οι μεταβλητές του προβλήματος.

Οι μεταβλητές οι οποίες βρίσκονται ψηλότερα στο δέντρο είναι και αυτές οι οποίες είναι πιο κρίσιμες για την εξαγωγή του συμπεράσματος.

Η παράμετρος του προβλήματος είναι η c.p η οποία ορίστηκε ίση με 0.38 ύστερα από δεκαπλή διασταυρωμένη επικύρωση (10-fold cross validation).

Στο Σχήμα 3.4 παρουσιάζεται ο αλγόριθμος για την εφαρμογή των δέντρων απόφασεων, ως συνέχεια του ανωτέρω κώδικα.

```
#trees

install.packages("rpart")
library(rpart)

install.packages("rpart.plot")
library(rpart.plot)

fitControl = trainControl( method = "cv", number = 10 )
cartGrid = expand.grid( .cp = (1:50)*0.01)
train(Result~., data = factors, method = "rpart", trControl = fitControl,
tuneGrid = cartGrid )

tree = rpart (Result ~ ., method="class", data = factors,
control=rpart.control(c.p =0.38 ))
prp(tree)
```

Σχήμα 3.4 *Κώδικας στην R με εφαρμογή δέντρων αποφάσεων, για την εξαγωγή των σημαντικών μεταβλητών.*

4

Αποτελέσματα

Τα αποτελέσματα της μεθοδολογίας που περιγράφηκε στο Κεφάλαιο 3, παρουσιάζονται εδώ. Βάση των όσων προαναφέρθηκαν, αποκτούμε εικόνα για

- Τα είδη των αξιώσεων που εγείρονται κατά την εκτέλεση δημόσιων έργων στον ελληνικό χώρο.
- Τα αιτημάτων που αφορούν οι αξιώσεις δημοσίων έργων.
- Τα αιτήματα των οποίων η δικαστική απόφαση έχει υψηλή πιθανότητα να εκδοθεί υπέρ του αναδόχου ή υπέρ του δημοσίου.
- Το αίτημα που καθίσταται καταλληλότερο για τη δημιουργία μοντέλου τεχνητής νοημοσύνης.
- Τις μεταβλητές που ορίζουν την δικαστική έκβαση του ανωτέρω αιτήματος.

4.1 Είδη αξιώσεων στα δημόσια έργα

Στο Παράρτημα Β, παρουσιάζεται πίνακας με τα είδη των αξιώσεων και τα αιτήματα τους, ύστερα από την ανάλυση των δικαστικών αποφάσεων. Στον πίνακα οι αξιώσεις αναλύονται σε τρείς βασικές στήλες. Στην πρώτη στήλη, σε αντιστοιχία με τα είδη που ορίστηκαν στο Κεφάλαιο 2 και συναντώνται στη διεθνή βιβλιογραφία. Στη δεύτερη, με βάση το αίτιο, πιο σαφώς ορισμένο, και στην τρίτη με βάση το αίτημα τους. Σε κάθε είδος, ακολουθεί περιγραφή.

Διαπιστώνουμε συνολικά 5 βασικά είδη:

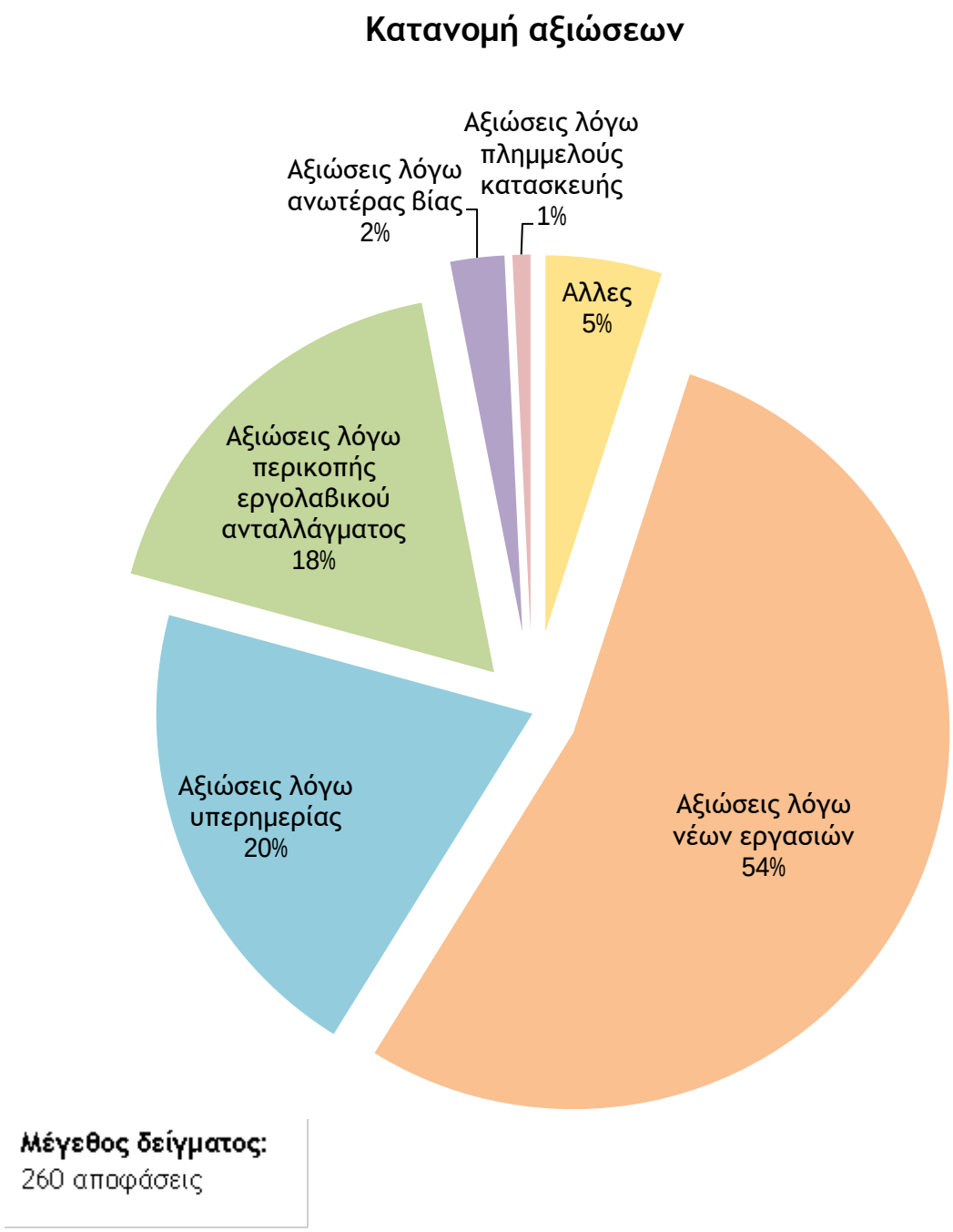
- Αξιώσεις λόγω υπερημερίας
- Αξιώσεις λόγω νέων εργασιών
- Αξιώσεις λόγω ανωτέρας βίας
- Αξιώσεις λόγω πλημμελούς κατασκευής
- Αξιώσεις λόγω περικοπής εργολαβικού ανταλλάγματος
- Άλλες

Οι δικαστικές αποφάσεις εφόσον αναλύθηκαν όπως περιγράφηκε στην παράγραφο 3.3, επιδέχθηκαν επεξεργασία με το λογισμικό R. Μετά την επεξεργασία τους, προέκυψαν τα ακόλουθα βασικά συμπεράσματα.

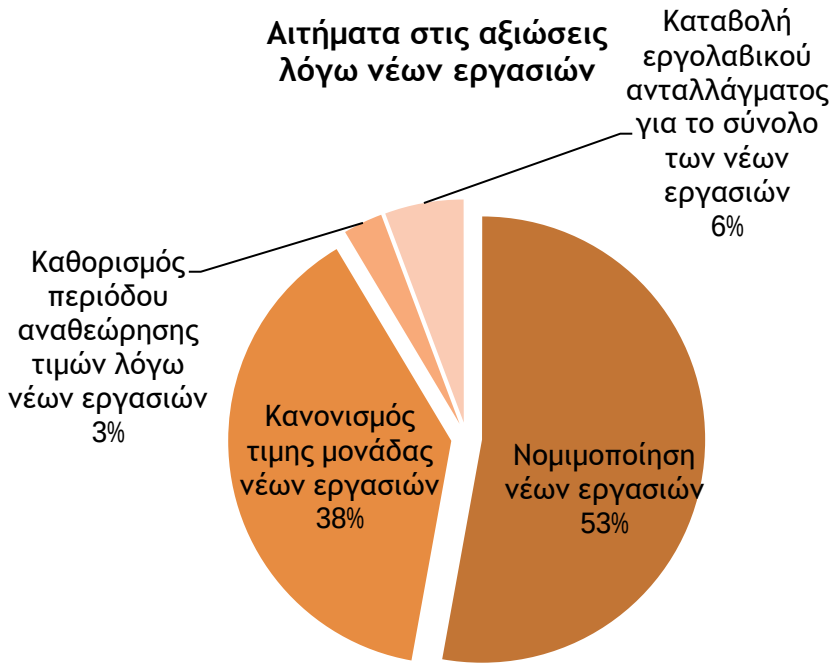
- Από το σύνολο των δικαστικών αποφάσεων, οι μισές (52%) εκδόθηκαν υπέρ του κυρίου του έργου ενώ οι άλλες μισές (48%) υπέρ του αναδόχου.
- Από το Σχήμα 4.1 που παρουσιάζει τις βασικά είδη αξιώσεων, παρατηρούμε πως οι αξιώσεις είναι κυρίως τριών ειδών: αξιώσεις λόγω νέων εργασιών (54%), αξιώσεις λόγω υπερημερίας (20%) και αξιώσεις λόγω περικοπής εργολαβικού ανταλλάγματος (18%).
- Η κύρια αιτία αξιώσεων είναι οι νέες εργασίες εφόσον οι αξιώσεις που προκύπτουν από αυτές αποτελούν περίπου το 50% του δείγματος.
- Από την άλλη πλευρά, αξιώσεις λόγω ανωτέρας βίας ή λόγω ελαττωμάτων στην κατασκευή, αποτελούν μικρό ποσοστό του δείγματος, περίπου 3%.

Εν συνεχεία κάθε αξίωση αναλύεται ως προς το αίτημα. Στο Σχήμα 4.2, συμπεραίνουμε πως όταν έχουμε αξιώσεις λόγω νέων εργασιών τα κύρια αιτήματα του αναδόχου είναι είτε η νομιμοποίηση των νέων εργασιών με την ενσωμάτωση τους στον ΑΠΕ (53%), είτε ο κανονισμός τιμής μονάδας για αυτές (38%).

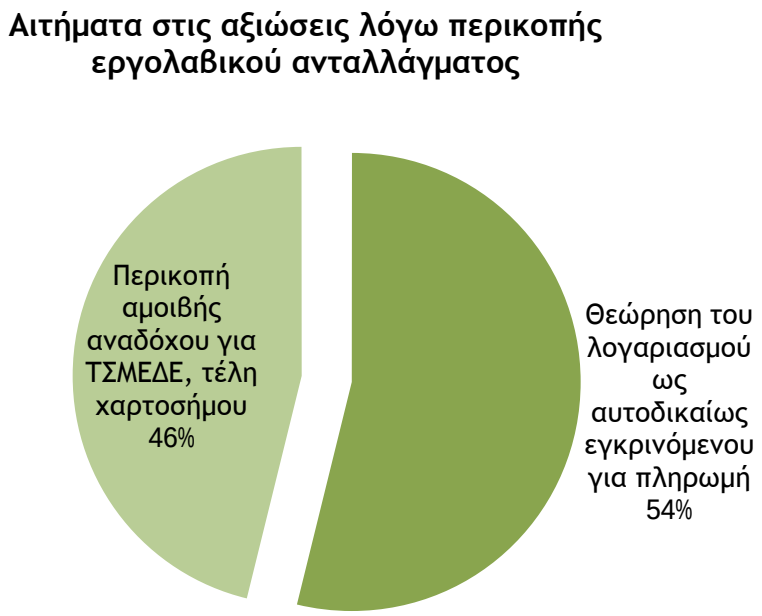
Όσον αφορά τις αξιώσεις λόγω περικοπής εργολαβικού ανταλλάγματος (Σχήμα 4.3), ο ανάδοχος συνήθως αιτεί να θεωρηθεί ο λογαριασμός αυτοδικαίως εγκρινόμενος μετά την άπρακτη πάροδο 1 μηνός για εξέταση από τη ΔΥ (72%), ενώ επίσης αιτεί, σε μικρότερο ποσοστό (46 %) να μην γίνουν κρατήσεις από την αμοιβή του, για το ΤΣΜΕΔΕ ή για τα τέλη χαρτοσήμου, ισχυριζόμενος πως οι κρατήσεις, λόγω ειδικών διατάξεων στη σύμβαση, δεν επιβαρύνουν τον ίδιο, αλλά το Δημόσιο.



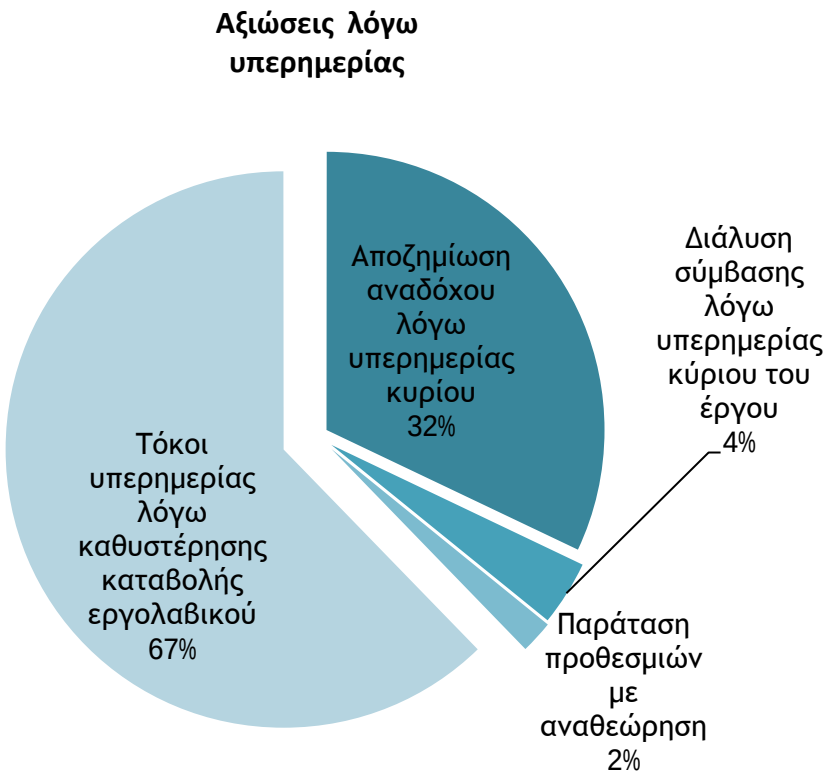
Σχήμα 4.1 *Ποσοστά των αξιώσεων επί του συνόλου του δείγματος.*



Σχήμα 4.2 *Αιτήματα του αναδόχου στις αξιώσεις λόγω νέων εργασιών.*



Σχήμα 4.3 *Αιτήματα του αναδόχου στις αξιώσεις λόγω περικοπής εργολαβικού ανταλλάγματος.*



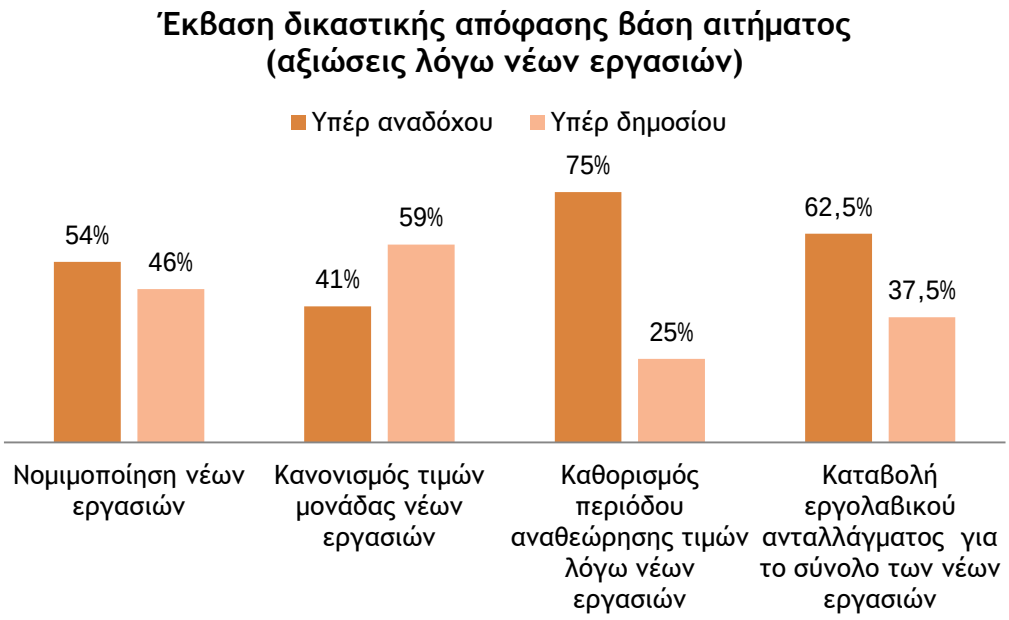
Σχήμα 4.4 *Αιτήματα του αναδόχου στις αξιώσεις λόγω υπερημερίας.*

Τέλος, στις αξιώσεις λόγω υπερημερίας, ο ανάδοχος επιδιώκει επί το πλείστον, τόκους υπερημερίας λόγω καθυστερημένης καταβολής του εργολαβικού ανταλλάγματος (67%), ενώ λιγότερο συχνά αποζημίωση λόγω υπερημερίας του κυρίου του έργου στην έναρξη των εργασιών (32%).

Τα ανωτέρω αιτήματα αναλύονται βάση την έκβαση της δικαστικής απόφασης και συγκεκριμένα σε τι ποσοστό, για κάθε αίτημα, η απόφαση βγήκε υπέρ του αναδόχου ή υπέρ του κυρίου του έργου.

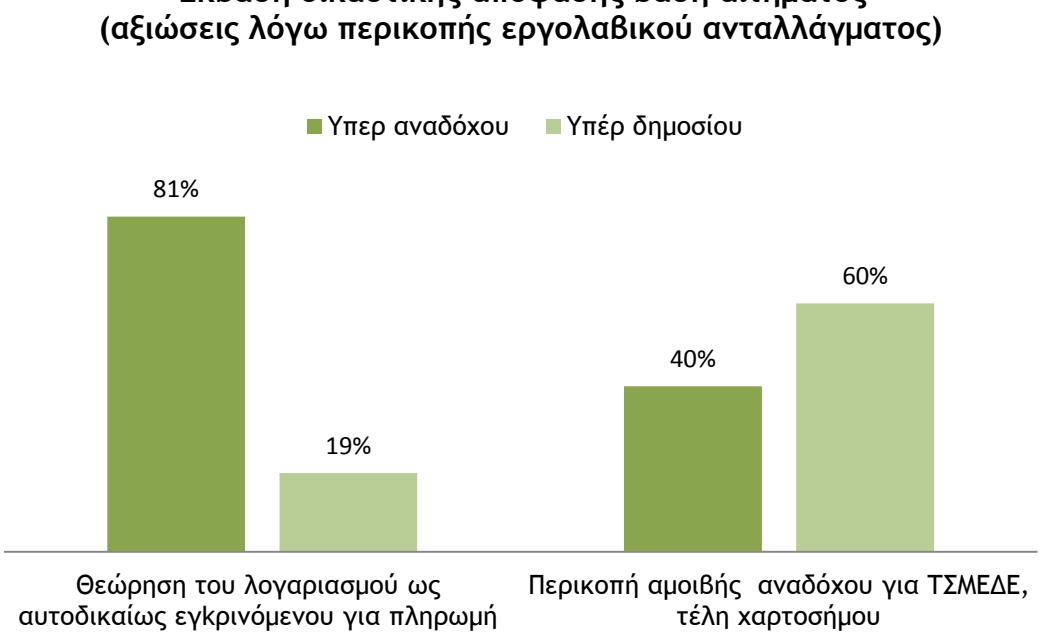
Στο Σχήμα 4.5, για τις αξιώσεις λόγω νέων εργασιών

- Για το αίτημα του καθορισμού περιόδου αναθεώρησης τιμών λόγω νέων εργασιών και για το αίτημα καταβολής του εργολαβικού ανταλλάγματος για το σύνολο των νέων εργασιών υπάρχει 75% και 63% πιθανότητα η έκβαση της απόφασης να είναι υπέρ του αναδόχου παρά του κυρίου του έργου.
- Αντιθέτως, για το αίτημα κανονισμού τιμής μονάδας για τις νέες εργασίες, ο κύριος του έργου, με πιθανότητα ~60%, θα δικαιωθεί.
- Αβέβαιο είναι το αποτέλεσμα της δικαστικής απόφασης για τη νομιμοποίηση των νέων εργασιών με ενσωμάτωση τους στον ΑΠΕ.



Σχήμα 4.5 *Αιτήματα στις αξιώσεις λόγω νέων εργασιών.*

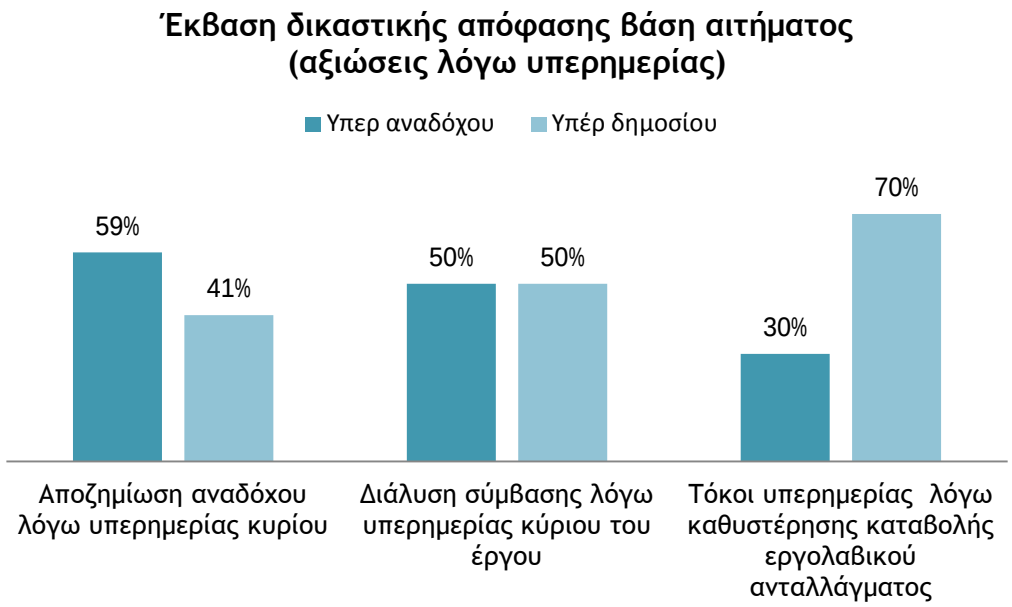
Στο Σχήμα 4.6, για τις αξιώσεις λόγω περικοπής εργολαβικού ανταλλάγματος, υπάρχει 81% πιθανότητα, να θεωρηθεί ο λογαριασμός αυτοδικαίως εγκρινόμενος ενώ στο 60% των περιπτώσεων, θα γίνουν κρατήσεις στην αμοιβή του αναδόχου για ΤΣΜΕΔΕ ή τέλη χαρτοσήμου.



Σχήμα 4.6 *Αιτήματα στις αξιώσεις λόγω περικοπής εργολαβικού ανταλλάγματος.*

Στο Σχήμα 4.7, για τις αξιώσεις λόγω υπερημερίας

- υπάρχει ~60% πιθανότητα να ικανοποιηθεί το αίτημα του αναδόχου για αποζημίωση λόγω υπερημερίας του κυρίου του έργου.
- Υπάρχει 70% πιθανότητα να μην ικανοποιηθεί το αίτημα του αναδόχου για τόκους υπερημερίας σε περίπτωση καθυστέρησης καταβολής του εργολαβικού του ανταλλάγματος από τον κύριο του έργου.
- Αβέβαιο το αν θα γίνει δεκτό το αίτημα του αναδόχου για διάλυση της σύμβασης.



Σχήμα 4.7 *Αιτήματα στις αξιώσεις λόγω υπερημερίας.*

Για τη δημιουργία μοντέλου τεχνητής νοημοσύνης, ιδανικό παρουσιάζεται ένα αίτημα το οποίο στις 50% των περιπτώσεων εξάγεται υπέρ του αναδόχου και στο 50% των περιπτώσεων υπέρ του Δημοσίου. Με βάση τα ανωτέρω, τέτοια αιτήματα είναι το αίτημα για τη νομιμοποίηση των νέων εργασιών καθώς και το αίτημα για διάλυσης της σύμβασης λόγω υπερημερίας κυρίου του έργου.

Από τα ανωτέρω, συχνότερο είναι το αίτημα για νομιμοποίηση νέων εργασιών. Από εδώ και κάτω, αυτό θα είναι το αίτημα μελέτης και για αυτό θα εξάγουμε τις μεταβλητές που ορίζουν την δικαστική του έκβαση.

4.2 Μεταβλητές

Βάση της μεθοδολογίας που περιγράφηκε στην § 3.6, συγκεντρώσαμε συνολικά 29 μεταβλητές που ορίζουν την κρίση των δικαστών σχετικά με το αν οι νέες εργασίες πρέπει ή όχι, να νομιμοποιηθούν. Οι μεταβλητές παρουσιάζονται αναλυτικά στο Παράρτημα Γ.
Παρουσιάζονται σε ένα πίνακα με τέσσερις στήλες, όπου η πρώτη στήλη είναι ο αύξων αριθμός της μεταβλητής, η δεύτερη, είναι η κωδική της ονομασία, η τρίτη η περιγραφή της και η τέταρτη, οι δυνατές τιμές που αυτή μπορεί να λάβει.
Σε αντιστοιχία με όσα ορίστηκαν στην § 2.2.5 , αυτές αποτελούν τις ανεξάρτητες μεταβλητές του προβλήματος.

Στο τέλος του πίνακα, παρουσιάζεται και η εξαρτημένη μεταβλητή, η οποία είναι το αποτέλεσμα της δικαστικής απόφασης και η οποία εξάγεται είτε υπέρ του αναδόχου, είτε υπέρ του Δημοσίου.

Από τις συνολικά 29 μεταβλητές, οι

- 1-3, αφορούν στοιχεία του έργου
- 4- 8, τη νομική σύσταση των εμπλεκόμενων μελών
- 9-12, στοιχεία της δίκης
- 13- 16, το είδος των νέων εργασιών
- 17-24, στοιχεία των νέων εργασιών
- 25- 26, την τήρηση της ενδικοφανούς διαδικασίας από τα εμπλεκόμενα μέρη
- 27-29, στοιχεία κατά τη δίκη

Στις μεταβλητές 4-8, ως αναιρεσειών ορίζεται εκείνος που ζητάει την αναίρεση της απόφασης του διοικητικού εφετείου και ως αναιρέσβλητος, εκείνος κατά του οποίου στρέφεται η αίτηση αναίρεσης.

Από τα ανωτέρω, παρατηρούμε πως η κρίση των δικαστών βασίζεται σημαντικά στην νομοθεσία, εφόσον οι μεταβλητές 17-26, αφορούν καθαρά την τήρηση των άρθρων του Νόμου 3669/2008, που αντικείμενο του είναι ανάθεση και η εκτέλεση δημοσίων έργων.

4.3 Σημαντικές Μεταβλητές

Από την εμπειρική μελέτη των δικαστικών αποφάσεων, η συγγραφέας θα έκθετε το διάγραμμα ροής που παρουσιάζεται στο Σχήμα 4.8, ως το διάγραμμα βάση του οποίου λαμβάνεται η λήψη δικαστικής απόφασης για νομιμοποίηση νέων εργασιών.

Ως πρώτη κρίσιμη μεταβλητή, τίθεται το αν ο ανάδοχος ακολούθησε την ενδικοφανή διαδικασία, εφόσον σε περίπτωση που αποδεικνύεται το αντίθετο, το δικαστήριο δεν εξετάζει την υπόθεση. Με το ίδιο σκεπτικό, σε περίπτωση που το αίτημα με την επιχειρηματολογία του δεν έχει παρουσιαστεί αυτούσιο, σε όλη την ενδικοφανή διαδικασία, απορρίπτεται (αρθρ. 76 Ν.3669/2008).

Συνήθως, σε δεύτερο στάδιο εξετάζεται, αν για την εκτέλεση των νέων εργασιών δόθηκε γραπτή εντολή από τη ΔΥ ή προφορική, η οποία καταχωρήθηκε στο ημερολόγιο του έργου. Γεγονός που αποδεικνύει πως υπεύθυνο για τις νέες εργασίες είναι το Δημόσιο, οπότε υποχρεούται και να συμπεριλάβει τις νέες εργασίες στον ΑΠΕ.

Σε περίπτωση βέβαια, που ο ανάδοχος δεν έχει πάρει γραπτή ή προφορική εντολή, καλείται με τεκμήρια να αποδείξει την αναγκαιότητα των συγκεκριμένων εργασιών. Δηλαδή, το πόσο απαραίτητες είναι για την αρτιότητα του έργου εφόσον μόνο τότε ο νόμος δικαιολογεί την πρωτοβουλία του αναδόχου να εκτελέσει νέες εργασίες (άρθ. 34 πααρ.2 Π.Δ 609/1985).

Άλλη μια μεταβλητή που λαμβάνεται συχνά υπ ’όψιν είναι το αν οι νέες εργασίες εγκρίθηκαν κατά κάποιον τρόπο, από την ΠΑ, μετά την εκτέλεση τους όπως με την υπογραφή του ΑΠΕ (πρώην ΣΠ) ή του ΠΚΤΜΝΕ. Βέβαια, όταν συμβαίνει αυτό, αναφερόμαστε σε περιπτώσεις που η ΠΑ υπογράφει τον ΑΠΕ, οπότε δέχεται τις αναφερόμενες ποσότητες ως είναι αλλά τροποποιεί το ΠΚΤΜΝΕ, με τη διαγραφή εργασιών (βλ. ΣτΕ 174/ 1998).

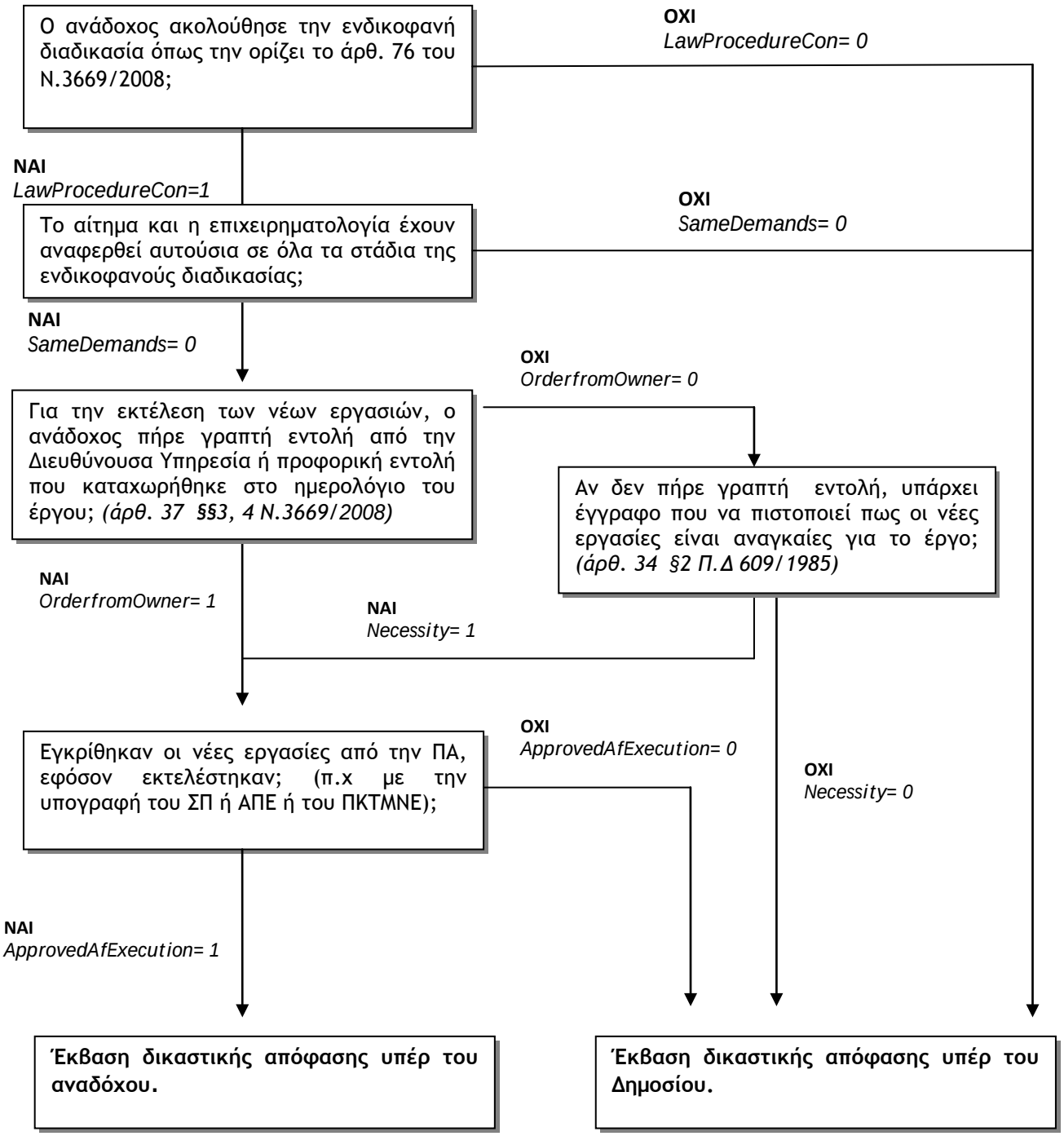
Στο σημείο αυτό, έχει αξία να αναφέρουμε πως με βάση τη μελέτη των αποφάσεων, το άρθ. 57 §1 του Ν.3669/2008 δεν έχει ρητή εφαρμογή. Το άρθρο αυτό κάνει μνεία στις νέες εργασίες και ορίζει πως δεν νομιμοποιούνται σε περίπτωση που είναι πάνω από το 50% του αρχικού προϋπολογισμού του έργου. Ωστόσο, παρατηρήθηκαν περιπτώσεις που επειδή είχε δοθεί γραπτή εντολή στον ανάδοχο ή είχε διαπιστωθεί η αναγκαιότητα των εργασιών, ενώ οι εργασίες ήταν πάνω από το 50% του αρχικού προυπολογισμού, τελικώς νομιμοποιήθηκαν (βλ. ΣτΕ 3851/2009).

Μετά την εμπειρική διαπίστωση, προχωράμε στην εξαγωγή των σημαντικών μεταβλητών μέσα από την επεξεργασία του δείγματος των 35 αποφάσεων με τα τυχαία δάση και τα δέντρα αποφάσεων.

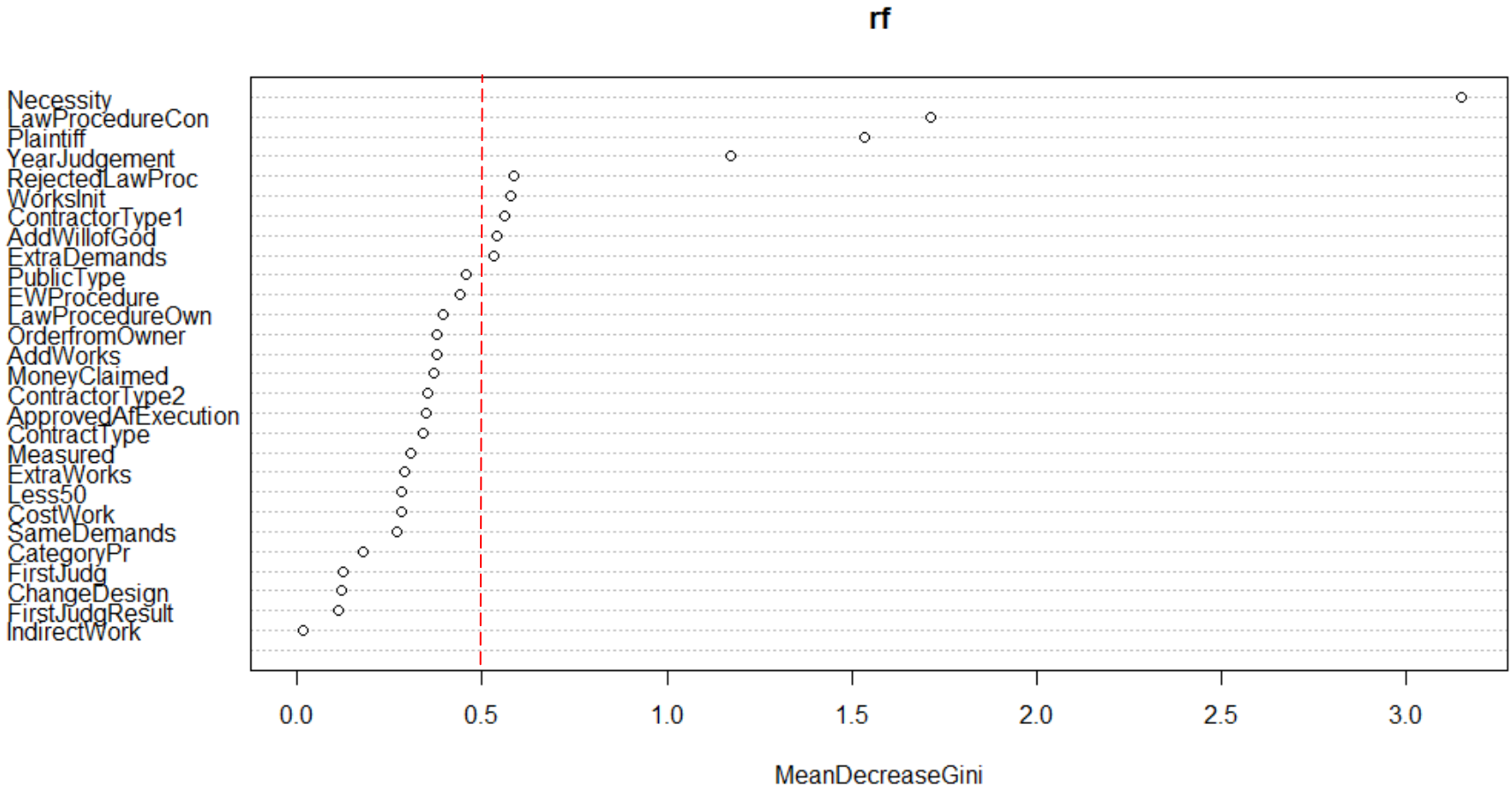
Ωστόσο, το μικρό μέγεθος του δείγματος, δεν μας επιτρέπει να βασιστούμε πλήρως στα συμπεράσματα από αυτές τις δύο μεθόδους. Γι’ αυτό και τα αποτελέσματα τους θα είναι ενδεικτικά και βοηθητικά για την εξαγωγή των τελικών συμπερασμάτων.

Θέτοντας ως κατώφλι του δείκτη MiniDecreaseGini την τιμή 0.5, η μέθοδος των τυχαίων δασών ορίζει 9 μεταβλητές ως σημαντικές για την έκβαση της δικαστικής απόφασης (Σχήμα 4.9). Από αυτές, τέσσερις θεωρούνται πως έχουν σημαντική επίδραση ενώ οι υπόλοιπες 5, μέση επίδραση.

Οι μεταβλητές αυτές, θέτοντας ως πρώτη, την πιο σημαντική, παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.1



Σχήμα 4.8 *Διάγραμμα ροής για την έκβαση δικαστικής απόφασης στο αίτημα νομιμοποίησης νέων εργασιών από το Δημόσιο, βάση εμπειρικής εκτίμησης.*



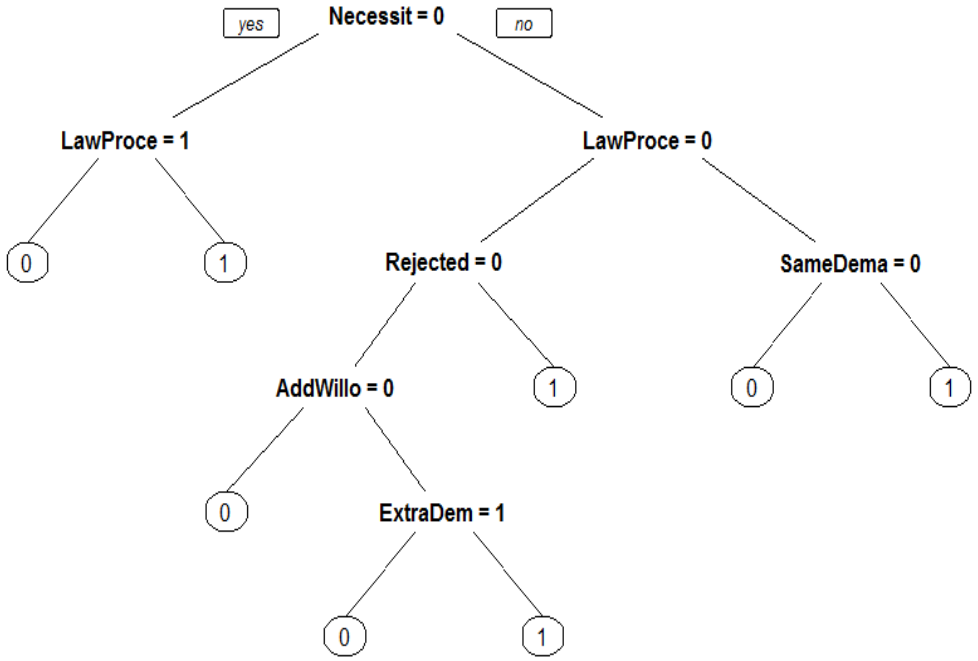
Σχήμα 4.9 *Σημαντικές μεταβλητές ως προς την παράμετρο MeanDecreaseGini, με τη μέθοδο των τυχαίων δασών.*

Α/Α	Μεταβλητές
1	Η αναγκαιότητα των νέων εργασιών (Necessity)
2	Το αν ο ανάδοχος ακολούθησε την ενδικοφανή διαδικασία, όπως την ορίζει ο νόμος (LawProcedureCon)
3	Το αν ο αναιρεσειών είναι το Δημόσιο ή ο ανάδοχος (plaintiff)
4	Το αν η δίκη έγινε μετα το 2009 (YearJudgement)
5	Το αν το διοικητικό εφετείο δεν εκδίκασε την υπόθεση λόγω μη τήρησης της ενδικοφανούς διαδικασίας (RejectedLawProc)
6	Το αν το Δημόσιο ή ο ανάδοχος πήρε την πρωτοβουλία για την εκτέλεση των νέων εργασιών (WorksInit)
7	Το αν ο ανάδοχος είναι ανώνυμη εταιρία (ContractorType1)
8	Το αν οι νέες εργασίες πραγματοποιήθηκαν λόγω απρόβλεπτου συμβάντος (AddWillofGod)
9	Το αν εξετάζονται και άλλα αιτήματα από την πλευρά του αναιρεσειόντος (ExtraDemands)

***Πίνακας 4.1**. Σημαντικές μεταβλητές με την εφαρμογή των τυχαίων δασών.*

Με βάση τα τυχαία, δάση, η αναγκαιότητα των νέων εργασιών (Necessity) είναι αυτή που κυρίως καθορίζει την έκβαση της δικαστικής απόφασης. Ακόμη, η τήρηση της ενδικοφανούς διαδικασίας από τον ανάδοχο (LawProcedureCon), έρχεται δεύτερη σε σημαντικότητα από τη μέθοδο.

Προς έκπληξη, ο χρόνος εκδίκασης της υπόθεσης από το ΣτΕ (YearJudgment), καθώς και το είδος του αναιρεσειών (Plaintiff) επηρεάζουν την έκβαση της δικαστικής απόφασης. Από την άλλη, μεταβλητές που αφορούν το είδος των εργασιών (αν είναι υπερσυμβατικές ή πρόσθετες), στοιχεία του έργου (π.χ προϋπολογισμός, είδος σύμβασης, είδος έργου) παρουσιάζονται να είναι μικρής σημασίας. Για άλλη μια φορά, φαίνεται, πως αν ο προϋπολογισμός των νέων εργασιών είναι πάνω από το 50% του αρχικού προϋπολογισμού του έργου, δεν επηρεάζει σημαντικά την έκβαση της δικαστικής απόφασης.



Σχήμα 4.10 *Σχηματική αναπαράσταση δέντρου αποφάσεων για την έκβαση δικαστικών αποφάσεων σχετικά με τη νομιμοποίηση των νέων εργασιών.*

Από την εφαρμογή των δέντρων αποφάσεων, προκύπτει πως η αναγκαιότητα των νέων εργασιών καθώς και το αν ο ανάδοχος ακολούθησε την ενδικοφανή διαδικασία, είναι και πάλι, οι δύο κύριες μεταβλητές που κρίνουν την έκβαση της δικαστικής υπόθεσης.
Αγνοώντας την ερμηνεία του δέντρου και επιμένοντας στις μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν για τον σχηματισμό του, παρατηρούμε πως η μη εκδίκαση της απόφασης από το ΔΕ, η παρουσίαση των ίδιων αιτημάτων καθ ’όλη τη διαδικασία καθώς και η παρουσία απρόβλεπτων συνθηκών, επηρεάζει την έκβαση της απόφασης.

Συμπερασματικά, τόσο η εμπειρική μέθοδος, όσο και οι δύο μέθοδοι που εφαρμόστηκαν συγκλίνουν στο ότι δύο κομβικές μεταβλητές του προβλήματος είναι η αναγκαιότητα των νέων εργασιών και η τήρηση της ενδικοφανούς διαδικασίας.

Από τις προηγούμενες έρευνες (§2.3), παρατηρούμε πως το 20% από τις συνολικά εξαγόμενες μεταβλητές θεωρείται σημαντικό για την έκβαση των δικαστικών αποφάσεων. Αναλογικά, λοιπόν, στη συγκεκριμένη έρευνα θεωρούμε πως το πλήθος των σημαντικών μεταβλητών είναι 6 (=0,2*29).

Η εξαγωγή των τελικών μεταβλητών, θα βασισθεί στην συμψήφιση των μεταβλητών από τις 3 μεθόδους, όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 4.2. Έτσι έχουμε τον Πίνακα 4.2 που ορίζει τις τελικές μεταβλητές του προβλήματος.

Α/Α	Μεταβλητές
1	Η αναγκαιότητα των νέων εργασιών (Necessity)
2	Το αν ο ανάδοχος ακολούθησε την ενδικοφανή διαδικασία, όπως την ορίζει ο νόμος (LawProcedureCon)
3	Το αν το διοικητικό εφετείο δεν εκδίκασε την υπόθεση λόγω μη τήρησης της ενδικοφανούς διαδικασίας (RejectedLawProc)
4	Το αν το Δημόσιο ή ο ανάδοχος πήρε την πρωτοβουλία για την εκτέλεση των νέων εργασιών (WorksInit)
5	Το αν ο ανάδοχος παρουσιάζει τα ίδια αιτήματα καθ ’όλη την ενδικοφανή διαδικασία (SameDemands)
6	Το αν οι νέες εργασίες πραγματοποιήθηκαν λόγω απρόβλεπτου συμβάντος (AddWillofGod)

Πίνακας 4.3 *Σημαντικότερες μεταβλητές για το αίτημα νομιμοποίησης νέων εργασιών.*

Α/Α	Μεταβλητές	Εμπειρική μέθοδος	Τυχαία Δάση	Δέντρο Αποφάσεων	Άθροισμα
1	Η αναγκαιότητα των νέων εργασιών (Necessity)	1	1	1	**3**
2	Το αν ο ανάδοχος ακολούθησε την ενδικοφανή διαδικασία, όπως την ορίζει ο νόμος (LawProcedureCon)	1	1	1	**3**
3	Το αν ο αναιρεσιών είναι το Δημόσιο ή ο ανάδοχος (Plaintiff)		1		**1**
4	Το αν η υπόθεση εκδικάστηκε μετα το 2009, έτος εμφάνισης της οικονομικής κρίσης στην Ελλάδα (YearJudgement)		1		**1**
5	Το αν το διοικητικό εφετείο δεν εκδίκασε την υπόθεση λόγω μη τήρησης της ενδικοφανούς διαδικασίας (RejectedLawProc)		1	1	**2**
6	Το αν το Δημόσιο ή ο ανάδοχος πήρε την πρωτοβουλία για την εκτέλεση των νέων εργασιών (WorksInit)		1		**1**
7	Το αν ο ανάδοχος είναι ανώνυμη εταιρία (ContractorType1)		1		**1**
8	Το αν οι νέες εργασίες πραγματοποιήθηκαν λόγω απρόβλεπτου συμβάντος (AddWillofGod)		1	1	**2**
9	Το αν ο αναιρεσιών στην αίτηση του ζητά την επίλυση και άλλων αιτημάτων (ExtraDemands)		1	1	**2**
10	Το αίτημα και η επιχειρηματολογία έχουν αναφερθεί αυτούσια σε όλα τα στάδια της ενδικοφανούς διαδικασίας (SameDemands)	1		1	**2**
11	Το αν ο ανάδοχος πήρε γραπτή εντολή για την εκτέλεση των εργασιών ή προφορική που καταγράφηκε στο ημερολόγιο του έργου (OrderfromOwner)	1			**1**
12	Εγκρίθηκαν οι νέες εργασίες από την ΠΑ, εφόσον εκτελέστηκαν; (π.χ με την υπογραφή του ΣΠ ή ΑΠΕ ή του ΠΚΤΜΝΕ) (ApprovedAfExecution)	1			**1**

Πίνακας 4.2 *Συμψήφιση μεταβλητών από την εμπειρική μέθοδο, τα τυχαία δάση και τα δέντρα αποφάσεων.*

4.4 Συμπεράσματα- Σχόλια

Η ανάλυση των δικαστικών αποφάσεων μας έδωσε μια εικόνα για τα είδη των αξιώσεων, τα αιτήματα τους και για την δικαστική τους έκβαση.

Από τα αποτελέσματα, φαίνεται πως οι νέες εργασίες αποτελούν τον κύριο λόγο εμφάνισης αξιώσεων. Ωστόσο, δεν μπορούμε να πούμε πως το ποσοστό τους είναι τόσο μεγάλο, όσο φαίνεται στο Σχήμα 4.1**.**

Όπως αναφέραμε στο Κεφάλαιο 3, σε πολλές δικαστικές αποφάσεις δεν αναφέρονταν το αίτιο γένεσης της αξίωσης παρά μόνο το αίτημα. Συνεπώς, κάποιες υποθέσεις οι οποίες πραγματικά μπορεί να οφείλονταν σε ανωτέρω βία ή σε μεταβολή του έργου κτλ. που δεν αναγράφονταν μεν, στο κείμενο αλλά οδήγησαν δε, σε νέες εργασίες, κατηγοριοποιήθηκαν ως αξιώσεις λόγω νέων εργασιών. Για το λόγο αυτό, τα αποτελέσματα αυτά δεν μπορούν να ληφθούν υπ ’όψιν ως ποσοτικά τεκμήρια παρά μόνο, ως ενδεικτικά για την κατανομή των αξιώσεων στον ελληνικό κατασκευαστικό χώρο.

Πάρα ταύτα, οι αξιώσεις λόγω νέων εργασιών, αν και δεν αποτελούν το 50% του δείγματος, σίγουρα αφορούν σημαντικό μέρος αυτού. Αυτό μπορεί να δικαιολογηθεί ως εξής.

- **Τα πολλά στάδια που απαιτούν.**

  Δεδομένου πως οι νέες εργασίες πρέπει να αναγνωριστούν, να δημιουργηθεί κα να υπογραφεί εκ νέου συμπληρωματική σύμβαση, απαιτούν πολλά στάδια που αυξάνουν τις πιθανότητες εμφάνισης διαφορών σε κάποιο από αυτά.

- **Ασάφεια την νομοθεσίας.**

  Μη σαφής νομοθεσία στο θέμα των νέων εργασιών, οδηγεί σε αποκλίνουσες απόψεις μεταξύ του Δημοσίου και του αναδόχου σχετικά με το τι ορίζει ο νόμος. Συνεπώς, προκύπτουν διαφορές οι οποίες επιλύονται, όπως φαίνεται, μέσω της δικαστικής οδού.

- **Ευκαιρία για αδικαιολόγητο πλουτισμό των αναδόχων.**

  Ως απόρροια της ανωτέρας σκέψης, θα μπορούσαμε να πούμε πως οι νέες εργασίες ίσως αποτελούν πρόσφορο έδαφος ώστε ο ανάδοχος να παραβεί τις αρχές της καλής πίστης και των χρηστών ηθών (ΑΚ 281)να μεταβάλει το πλήθος των ποσοτήτων ή την τιμή μονάδας της νέας εργασίας προς όφελος του, οδηγώντας σε αδικαιολόγητο πλουτισμό. Στην περίπτωση αυτή, ο κύριος του έργου αρνείται να αναγνωρίσει τις ποσότητες και τις τιμές, και τα δύο μέρη οδηγούνται στα δικαστήρια.

Αξίζει, βέβαια να αναφερθούμε σε δύο είδη, τα οποία σπανιότερα αναφέρονται στη διεθνή βιβλιογραφία. Είναι αξιώσεις που οφείλονται σε πλημμελή κατασκευή και αξιώσεις που οφείλονται σε περικοπές εργολαβικού ανταλλάγματος. Τα άρθρα 60, 37 και 40 του Ν.3669/2008 που κάνουν νύξη για αυτά τα θέματα, δίνουν και το δικαίωμα δημιουργίας των αντίστοιχων αξιώσεων.

Ας σημειωθεί, πώς σε σχέση με τα είδη των αξιώσεων που είδαμε στην § 2.1.3, δεν παρουσιάζονται αξιώσεις λόγω διαφορετικών συνθηκών εργοταξίου ή λόγω

μεταβολής έργου. Ο λόγος είναι πως στην ελληνική νομοθεσία περί δημοσίων έργων, δεν υπάρχει άρθρο που άμεσα να γεννά αξιώσεις για έκαστο συμβαλλόμενο μέρος υπό των συνθηκών αυτών. Όταν παρατηρούνται διαφορετικές συνθήκες εργοταξίου, όπως αρχαιότητες, θεωρείται, συνήθως, συμβατική υποχρέωση του Δημοσίου να τα απομακρύνει οπότε η αξίωση λαμβάνει τη μορφή αποζημιώσεως από υπερημερία του Δημοσίου στην εκτέλεση των εργασιών. Από την άλλη, αν παρατηρηθεί, διαφορετική σύσταση εδάφους από την προβλεπόμενη στη σύμβαση ή μεταβολή έργου, μεταφράζεται απευθείας ως ανάγκη εκτελέσεως νέων εργασιών. Αυτός είναι ένας και από τους λόγους, που δικαιολογεί το τόσο μεγάλο ποσοστό των νέων εργασιών επί του δείγματος.

Αν και τα είδη των αξιώσεων στον ελληνικό χώρο δεν έχουν τα ποσοστά που αναφέρονται στην εργασία, αυτό δεν επηρεάζει και τα αποτελέσματα της ανάλυσης για τα αιτήματα που προβάλλονται στην εκτέλεση δημοσίων έργων.

Από την ανάλυση, φαίνεται πως υπάρχουν αιτήματα από τις προαναφερόμενες αξιώσεις τα οποία, από τη στατιστική επεξεργασία, ευνοούν ένα από τα δύο μέρη. Στον Πίνακα 4.4 βλέπουμε τα αιτήματα και υπέρ ποιου μέρους (ανάδοχο/ Δημόσιο) έχουν τις περισσότερες πιθανότητες να εκδοθούν.

Πιθανότητα	Υπέρ αναδόχου	Υπέρ Δημοσίου
80%	Θεώρηση του λογαριασμού ως αυτοδικαίως εγκρινόμενου για πληρωμή	
75%	Καθορισμός περιόδου αναθεώρησης τιμών λόγω νέων εργασιών	
70%		Τόκοι υπερημερίας λόγω καθυστέρησης καταβολής εργολαβικού ανταλλάγματος
60%	Καταβολή εργολαβικού ανταλλάγματος για το σύνολο των νέων εργασιών	Κανονισμός τιμής μονάδας νέων εργασιών
	Αποζημίωση αναδόχου λόγω υπερημερίας κυρίου του έργου	Περικοπή αμοιβής αναδόχου για ΤΣΜΕΔΕ, τέλη χαρτοσήμου
50%	Νομιμοποίηση νέων εργασιών	
	Να μην γίνουν κρατήσεις στην αμοιβή του αναδόχου για ΤΣΜΕΔΕ, τέλη χαρτοσήμου	
	Διάλυση σύμβασης λόγω υπερημερίας κύριου του έργου	

Πίνακας 4.4 *Κατανομή αιτημάτων βάση της πιθανότητας έκβασης υπέρ ενός από τους δύο συμβαλλόμενους (ανάδοχος ή Δημόσιο).*

Το δικαστήριο φαίνεται να ευνοεί τον ανάδοχο κυρίως στη θεώρηση του λογαριασμού ως αυτοδικαίως εγκρινόμενο, ένα μήνα μετά την υποβολή του στη διευθύνουσα υπηρεσία, στον καθορισμό περιόδου αναθεώρησης των τιμών λόγω νέων εργασιών ενώ σε μικρότερο βαθμό, στη διασφάλιση του συνόλου της αμοιβής του για τις νέες εργασίες αλλά και στην καταβολή αποζημίωσης όταν υπερημερεί ο κύριος του έργου. Συμπεραίνουμε, πως το δικαστήριο δικαιώνει ευκολότερα τον ανάδοχο επί αιτημάτων των οποίων περιέχουν χρόνο και η αξιοπιστία τους μπορεί να εξακριβωθεί εγγράφως.

Αντιθέτως, το δικαστήριο ευνοεί το Δημόσιο όταν ο ανάδοχος αιτεί τόκους υπερημερίας λόγω εκπρόθεσμης καταβολής εργολαβικού ανταλλάγματος, όταν αιτεί να κανονιστούν εκ νέου, τιμές μονάδας για τις νέες εργασίες ή όταν γίνονται κρατήσεις στην αμοιβή του λόγω τρίτων. Η δικαίωση του Δημοσίου, επί των πλείστων, στο πρώτο αίτημα, οφείλεται στο ότι οι τόκοι υπερημερίας αιτούνται επί ποσών που αντιστοιχούν σε νέες εργασίες τις οποίες, όμως, το Δημόσιο, δεν νομιμοποιεί. Ως συνέπεια, αρνείται να καταβάλει το εργολαβικό αντάλλαγμα και ο ανάδοχος αιτεί τόκους υπερημερίας. Σύμφωνα με την κρίση του δικαστηρίου, ο ανάδοχος δεν τους δικαιούται εφόσον το αίτημα σχετικά για την νομιμοποίηση των νέων εργασιών δεν έχει αξιολογηθεί ώστε να ικανοποιείται ένα δεύτερο αίτημα επί αυτού. Όσον αφορά τον κανονισμό τιμών μονάδων για τις νέες εργασίες, εικάζεται πως το δικαστήριο αναγνωρίζει την επιδίωξη του αναδόχου για αδικαιολόγητο πλουτισμό μέσω αύξησης των τιμών μονάδας συνεπώς στην πλειοψηφία των περιπτώσεων, δεν τον δικαιώνει. Τέλος, βάση του αρ.37 §5 Ν.3669/2008, ο ανάδοχος επιβαρύνεται και για τις κρατήσεις υπέρ ΤΣΜΕΔΕ ή τέλη χαρτοσήμου, εκτός και αν ορίζεται διαφορετικά στη σύμβαση, για αυτό και δεν αναγνωρίζει στον ανάδοχο αίτημα περί αντιθέτου, δικαιώνοντας το Δημόσιο.

Παρατηρώντας, ακόμη, τα είδη των αιτημάτων που εκτίθενται στον Παράρτημα Β, συμπεραίνουμε, πως κάποια από αυτά δεν έχουν άμεση απόρροια μέσα από το νόμο, όπως για παράδειγμα, στην περίπτωση που το Δημόσιο επιβάλει τόκους υπερημερίας στον ανάδοχο λόγω εκτέλεσης εικονικών εργασιών (ΟΤΗ4) ή στην περίπτωση που ανάδοχος ζητάει αναθεώρηση τιμών, παρόλο που αυτή δεν αναφέρεται στη σύμβαση (ΟΤΗ5). Σε τέτοιες περιπτώσεις και σε ποσοστό πάνω από 80%, η έκβαση της δικαστικής υπόθεσης είναι υπέρ του Δημοσίου.

Το αίτημα νομιμοποίησης των νέων εργασιών, παρουσιάζεται πρόσφορο για ανάλυση λόγω της αβέβαιης δικαστικής του έκβασης. Από την ανάλυση των αποφάσεων που το εμπεριέχουν προκύπτουν συνολικά 29 μεταβλητές.

Από αυτές, αποδεικνύεται πως 6 είναι κρίσιμες για την έκβαση της δικαστικής απόφασης. Οι 6 μεταβλητές αναφέρονται, κυρίως, στην ορθή εφαρμογή της νομοθεσίας παρά σε μεταβλητές που αφορούν το έργο ή το είδος των νέων εργασιών.

Άλλωστε σε αντιστοιχία με τις μεταβλητές από τις εργασίες των Chau (2006) και του Mahfouz (2009) όπως παρουσιάζονται στο Παράρτημα Α, βλέπουμε πως και εκεί, μεγαλύτερη βαρύτητα δίνεται σε μεταβλητές που αφορούν τις πράξεις έκαστου μέρους και κατά πόσο αυτές είναι σύμφωνες με τους όρους της σύμβασης ή τη νομοθεσία. Για παράδειγμα ο Mahfouz (2009) αναφέρει πως για την έκβαση του αιτήματος για διαφορετικές συνθήκες εργοταξίου είναι

σημαντική η ύπαρξη ρήτρας στην σύμβαση που να υπονοεί την ύπαρξη τους ή ρήτρας που να περιορίζει τον ανάδοχο από την καταβολή αιτήματος για αποζημίωση.

Η αναγκαιότητα των νέων εργασιών καθώς και η τήρηση της ενδικοφανούς διαδικασίας από τον ανάδοχο, θεωρούνται από όλες τις μεθόδους, ως οι σημαντικότερες μεταβλητές για την έκβαση της δικαστικής απόφασης.

5

Συμπεράσματα Προτάσεις

5.1 Συμπεράσματα

Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας τέθηκε η ανάλυση δικαστικών αποφάσεων με απώτερο στόχο, την εξαγωγή των μεταβλητών εκείνων, που θα αποτελέσουν τη βάση για τη δημιουργία ενός μοντέλου τεχνητής νοημοσύνης και το οποίο θα προβλέπει δικαστικές αποφάσεις για αξιώσεις από εκτέλεση δημοσίων έργων.

Για την επίτευξη του στόχου, μελετήθηκε ο τρόπος λειτουργίας των μοντέλων τεχνητής νοημοσύνης, ορίστηκε ο τρόπος εισαγωγής των δεδομένων, συλλέχτηκε δείγμα δικαστικών αποφάσεων, το οποίο αναλύθηκε, κωδικοποιήθηκε και δέχτηκε στατιστική επεξεργασία. Από την παραπάνω διαδικασία, εξήχθησαν τόσο τα ζητούμενα στοιχεία, όσο και μια σειρά άλλων συμπερασμάτων τα οποία παρουσιάζονται παρακάτω.

Από τη μελέτη της βιβλιογραφίας, συμπεραίνουμε πως

- Είναι δύσκολο να κατασκευαστεί ένα μοντέλο τεχνητής νοημοσύνης, με μικρή πολυπλοκότητα το οποίο θα μπορεί να προβλέπει τις δικαστικές αποφάσεις για όλα τα είδη αξιώσεων από εκτέλεση τεχνικών έργων και θα χαρακτηρίζεται από υψηλή ακρίβεια πρόβλεψης.

- Οι κρίσιμοι παράγοντες για την κατασκευή ενός μοντέλου τεχνητής νοημοσύνης που θα προβλέπει, με υψηλή ακρίβεια, δικαστικές αποφάσεις είναι το μέγεθος του δείγματος και η επιλογή των μεταβλητών, με βάση τις οποίες αναλύονται τα δεδομένα του δείγματος, παρά το είδος του μοντέλου που επιλέγεται.

- Ωστόσο, για την πρόβλεψη δικαστικών αποφάσεων για αξιώσεις τεχνικών έργων, από την ως τώρα έρευνα, καταλληλότερα μοντέλα θεωρούνται οι μηχανές διανυσμάτων υποστήριξης (SVM) και τα δέντρα αποφάσεων.

Από την ανάλυση των δικαστικών αποφάσεων, συμπεραίνουμε πως

- Είναι δύσκολο να έχουμε μια ποσοτική εκτίμηση για τα είδη των αξιώσεων για κατασκευαστικά έργα στον ελληνικό χώρο, από τη μελέτη και μόνο του κειμένου της δικαστικής απόφασης. Για να γίνει μια ορθή κατηγοριοποίηση απαιτούνται και άλλα στοιχεία για την εξεταζόμενη υπόθεση, όπως η σύμβαση.

- Στην Ελλάδα, ποιοτικώς μπορούμε να πούμε, πως κατά την εκτέλεση δημοσίων έργων, οι αξιώσεις εγείρονται λόγω τριών, κυρίως, παραγόντων. Αυτοί είναι
    1. η εκτέλεση νέων εργασιών
    2. η περικοπή του εργολαβικού ανταλλάγματος
    3. η υπερημερία του Δημοσίου

- Τα κύρια αιτήματα, ανά είδος αξίωσης, παρουσιάζονται στον Πίνακα 5.1.

Αξιώσεις λόγω νέων εργασιών	Αξιώσεις λόγω μη καταβολής εργολαβικού ανταλλάγματος	Αξιώσεις λόγω υπερημερίας κυρίου του έργου
•Νομιμοποίηση νέων εργασιών •Κανονισμός τιμής μονάδας νέων εργασιών	•Θεώρηση λογαριασμού ως αυτοδικαίως εγκρινόμενου •Μη κράτηση ποσού από αμοιβή αναδόχου υπέρ ΤΣΜΕΔΕ, τέλη χαρτοσήμου	•Τόκοι υπερημερίας λόγω καθυστέρησης καταβολής εργολαβικού ανταλλάγματος •Αποζημίωση αναδόχου λόγω υπερημερίας δημοσίου

Πίνακας 5.1 *Συνηθέστερα είδη αξιώσεων και αιτημάτων στα δημόσια έργα.*

- Υπάρχουν αιτήματα, τα οποία φαίνεται να εξάγονται σημαντικά υπέρ του Δημοσίου ή του αναδόχου και αναγράφονται στον Πίνακα 5.2.

Υπερ αναδόχου	Υπερ δημοσίου
•Θεώρηση του λογαριασμού ως αυτοδικαίως εγκρινόμενου για πληρωμή (81%) •Καθορισμός περιόδου αναθεώρησης τιμών λόγω νέων εργασιών (75%) •Καταβολή εργολαβικού ανταλλάγματος για το σύνολο των νέων εργασιών (60%) •Αποζημίωση αναδόχου λόγω υπερημερίας κυρίου του έργου (60%)	•Τόκοι υπερημερίας λόγω καθυστέρησης καταβολής εργολαβικού ανταλλάγματος (70%) •Κανονισμός τιμής μονάδας νέων εργασιών (60%) •Περικοπή αμοιβής αναδόχου για ΤΣΜΕΔΕ, τέλη χαρτοσήμου (60%)

Πίνακας 5.2 *Αιτήματα, που βάση στατιστικής επεξεργασίας, εξάγονται σημαντικά υπέρ κάποιου από τους συμβαλλόμενους.*

- Για το αίτημα της νομιμοποίησης των νέων εργασιών, οι μεταβλητές που κρίνονται πιο κρίσιμες για την έκβαση του δικαστικού αποτελέσματος είναι
    - Η αναγκαιότητα των νέων εργασιών
    - Το αν ο ανάδοχος ακολούθησε την ενδικοφανή διαδικασία, όπως την ορίζει ο νόμος
    - Το αν το διοικητικό εφετείο δεν εκδίκασε την υπόθεση λόγω μη τήρησης της ενδικοφανούς διαδικασίας
    - Το αν το Δημόσιο ή ο ανάδοχος πήρε την πρωτοβουλία για την εκτέλεση των νέων εργασιών
    - Το αν ο ανάδοχος παρουσιάζει τα ίδια αιτήματα καθ 'όλη την ενδικοφανή διαδικασία
    - Το αν οι νέες εργασίες πραγματοποιήθηκαν λόγω απρόβλεπτου συμβάντος

5.2 Προτάσεις για μελλοντική έρευνα

Τέλος, επισημαίνεται ότι τα ανωτέρω συμπεράσματα είναι κυρίως ποιοτικά και αποτελούν μια πρώτη βάση για τη δημιουργία ενός μοντέλου που θα προβλέπει δικαστικές αποφάσεις για αξιώσεις από εκτέλεση δημοσίων έργων. Προκειμένου η έρευνα στο πεδίο να έχει μια ολοκληρωμένη μορφή και να εξάγει αξιόπιστα αποτελέσματα, προτείνονται τα παρακάτω θέματα προς μελέτη.

- Συλλογή και άλλων στοιχείων για τις εξεταζόμενες δικαστικές αποφάσεις ώστε να είναι δυνατή μια ποσοτική εκτίμηση για τα είδη των αξιώσεων στον ελληνικό χώρο.

- Δεδομένου πως η εργασία έκανε ένα πρώτο βήμα στη δημιουργία μοντέλου τεχνητής νοημοσύνης που θα προβλέπει τη δικαστική έκβαση αιτημάτων για νομιμοποίηση νέων εργασιών, προτείνεται η συλλογή ενός μεγαλύτερου δείγματος δικαστικών αποφάσεων πάνω σε αυτό το αίτημα, για την εκπαίδευση του μοντέλου.

- Η δημιουργία πολλών, διαφορετικών μοντέλων τεχνητής νοημοσύνης με βάση το δείγμα εκπαίδευσης που δημιουργήθηκε και η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων τους.

- Η εξαγωγή των μεταβλητών που ορίζουν τη δικαστική έκβαση και για άλλα είδη αιτημάτων, όπως το αίτημα διάλυσης της σύμβασης, λόγω της υπερημερίας του Δημοσίου.

- Η δημιουργία μοντέλων τεχνητής νοημοσύνης για κάθε είδος αιτήματος.

- Η δημιουργία ενός υβριδικού μοντέλου τεχνητής νοημοσύνης, το οποίο θα συνδυάζει τα μοντέλα που έχουν αναπτυχθεί για κάθε είδος αιτήματος.

Βιβλιογραφικές Αναφορές

Al-Hawamdah, M. (2011). “Random Forest” http://www.slideshare.net/m80m07/random-forest , 5/6/2014.

Arditi, D., Oksay, F., and Tokdemir, O. (1998). “Predicting the outcomes of construction litigation using neural networks.” Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering, Vol.13, pp.75-81.

Arditi, D., and Tokdemir, O. (1999). “Using case-based reasoning to predict the outcome of construction litigation.” Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering, Vol.14, No.6, 385-393.

Arditi, D., and Pulket, T. (2005). “Predicting the Outcome of construction litigation using boosted decision trees.” Journal of Computing in Civil Engineering, Vol.19, No.4, pp.387-393.

Arditi, D. and Pulket, T. (2010). “Predicting the Outcome of Construction Litigation Using an Integrated Artificial Intelligence Model.” Journal of Computing in Civil Engineering, Vol.24, No.1, pp.73-80.

Bertsimas D. and O’Hair Allison (2014) “MITx: 15.071x The Analytics Edge”, Online course material, Massachusetts Institute of Technology, Massachusetts.

Bramble, B. & Cipollini, M. (1995). “Resolution of Disputes to Avoid Construction Claims”, Transportation Research Board, National Research Council.

Branting, K.; Hastings, J.; and Lockwood, J. (2001). “CARMA: A case-based range management advisor.” In Proc. IAAI-2001, pp. 3–10.

Bruninghaus, S. and Ashley, K. D. (2001). “The role of information extraction for textual CBR.” Proc. 4th International Conference on Case-Based Reasoning,Springer-Verlag, Berlin, Germany, pp.74-89.

Bruninghaus, S. and Ashley, K. D. (2003). “Combining Case-Based and Model-Based Reasoning for Predicting the Outcome of Legal Cases.” In Proc. 5th International Conference on Case-Based Reasoning.

Bruninghaus, S. and Ashley, K. (2005). “Reasoning with textual cases.” Case-Based Reasoning Research and Development, Springer-Verlag, Berlin, Germany, pp.137-15.

Carmicheal, D. G. (2002). “Disputes and international projects” A.A.Balkema Publishers, Netherlands.

Chau, K.W. (2005). “Predicting construction litigation outcome using particle swarm optimization.” Lecture Notes in Artificial Intelligence, Vol.4233, pp. 1101-1107.

Chau, K.W. (2006). “Application of a PSO-based neural network in analysis of outcomes of construction claims.” Automation in Construction, Vol.16, No.5, pp.642–646.

Chau, K.W. (2006). “Prediction of construction litigation outcome – a case-based reasoning approach.” Procs of advances in applied artificial intelligence, pp.548 – 553.

Chen, J. and Hsu, S.C. (2007). “Hybrid ANN-CBR model for disputed change orders in construction projects.” Automation in Construction, Vol.17,No.1, pp.56–64.

Cheung, S. O., and Yiu, K. T. W. (2007). “A study of construction mediator tactics—Part I: Taxonomies of dispute sources, mediator tactics and mediation outcomes. Building and Environment”, Building and Environment, Vo.42, No.2, pp.752–61.

Egri, P.A. and Underwood, P.F. (1995). “HILDA: knowledge extraction from neural networks in legal rule based and case based reasoning.” Neural Networks,1995. Procs of IEEE International Conference, Vol.4, pp.1800-1805.

Elhadi, M. T. (2001). “Using statutes-based IR to derive legal CBR.” Applied Artificial Intelligence, Vol.15, pp.587- 600.

Golding, A., and Rosenbloom, P. (1996). “Improving accuracy by combining rulebased and case-based reasoning.” Artificial Intelligence, Vol.87, No.1-2, pp.215–254.

Genuer, R., Poggi, J-M. and Tuleau-Malot, C. (2010) “Variable Selection using Random Forests.” Pattern Recognition Letters, Vol. 31, No.14, pp. 2225-2236

Hohns, H. M. (1979). “Preventing and solving construction contract disputes”, New York: Van Nostrand Reinhold.

Jaffar, N., Abdul Tharim, A.H and Shuib, M.N. (2011). “Factors of Conflict in Construction Industry: LiteratureReview”, Procedia Engineering, Vol.20, pp.193-202.

Kolodner, J. (1992). “An Intoduction to Case Based Reasoning”, Artificial Intelligence Review 6, pp.3-34

Kumaraswamy, M., (1997). "Conflicts, claims and disputes in construction", Engineering, Construction and Architectural Management, Vol.4, No.2, pp. 95–111.

Kumaraswamy, M. and Yogeswaran, K. (1998). "Significant sources of construction claims". International Construction Law Review, Vol.15, No.1, pp.144-160.

Mahfouz, T. (2009). "Construction litigation prediction for differing site conditions (DSC) through statistical and machine learning (ML) modeling." Ph.D. thesis, Iowa State University., Ames, IA.

Mahfouz, T. (2010). "Construction Legal Decision Support Using Support Vector Machine (SVM)." Procs of Construction Research Congress 2010, pp. 879-888.

Mahfouz, T. (2011). "Litigation Outcome Prediction of Differing Site Condition Disputes through Machine Learning Models." Journal of Computing in Civil Engineering, Vol.26, No.3, pp. 298–308.

McCarthy, J. (2007). "What is artificial intelligence?." http://www-formal.stanford.edu/jmc/whatisai/, 20/6/2014

Ng, A. (2014). "Machine Learning", online course material, Stanford University, California.

Ohtake, Y., Nitta, K., Maeda, S., Ono, M., Ohsaki, H., and Yoneda, L. (1993). "HELIC-II: As a legal argumentation support system." Proceedings of the Conference on Artificial Intelligence Applications, IEEE, Piscataway, NJ, 464.

Pulket, T. and Arditi, T. (2009). "Universal Prediction Model for Construction Litigation." Journal of Computing in Civil Engineering, Vol.23, No.3, pp.178-187.

Pulket, T. and Arditi, T. (2009). "Construction litigation prediction system using ant colony optimization" Construction Management and Economics, Vol.27, No.3, pp.241-251.

Rissland, E., Skalak, D. & Friedman, M.T. (1993). "Bank XX: A program to generate argument through case-base search." In Proceedings of the Fourth International Conference on Artificial Intelligence and Law, New York: Association for Computing Machinery, pp.117-124.

Russell, Stuart J., Norvig, Peter (2003). "Artificial Intelligence: A Modern Approach (2nd ed.)", Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall.

Shawe-Taylor, J. & Cristianini, N. (2000). "Support vector machines and other kernel-based learning methods.", Cambridge University Press.

Schapire,R. (1990). "The strength of week learnability", Machine Learning, Vol.5, No.2, pp. 197-227.

Schölkopf B. & Smola, A. (2002). "Learning with Kernels: Support Vector Machines, Regularization, Optimization and Beyond", Cambridge, MA: MIT Press.

The Holloway Consulting Group, LCC., (2014)."Disputes in Construction" http://www.disputesinconstruction.com/construction-disputes-entitlements/, 24/4/2014

Williamson, O. (1979). “Transaction cost economics: The governance of contractual relations”, Journal of Law Economy, Vol.22, No.2, pp.233–261.

Winston, Patrick Henry (1984). “Artificial Intelligence”. Reading, Massachusetts: Addison-Wesley.

Vorster, M. C. (1993). “Dispute prevention and resolution”, Construction Industry Institute (CII), Austin, Texas.

Zeleznikow, J. (2003). “An Australian perspective on research and development required for the construction of applied legal decision support systems.” Artificial Intelligence and Law, Vol.10, No.4, pp.237–260.

Αγγελιδάκη, Ι. (2010). “Διαδικασίες Εξόρυξης Δεδομένων για την Πρόβλεψη και Ανάλυση της Απώλειας Πελατών”, Μεταπτυχιακή Εργασία, Πολυτεχνείο Κρήτης.

Αθανασοπούλου, Ε. (2006). “Εφαρμογές της Μηχανικής Μάθησης στην κατηγοριοποίηση κειμένου”, Πτυχιακή εργασία, Πανεπιστήμιο Πατρών.

Ζαγγανά, Ε. (2012). “Αναγνώριση και κατάταξη ονομάτων οντοτήτων σε ελληνικά κείμενα με χρήση Τυχαίων Δασών”, Μεταπτυχιακή Εργασία, Πανεπιστήμιο Πατρών.

Καδινόπουλος, Α., (2009). “Εφαρμογή Πληροφοριακών συστημάτων διαχείρισης έργων (P.M.I.S) σε τεχνικά έργα: προϋποθέσεις και αναμενόμενα αποτελέσματα”, Μεταπτυχιακή εργασία, Πανεπιστήμιο Μακεδονίας

Κόλλιας, Σ., Στάμου, Γ. & Σταφυλοπάτης, Α. (2014). “Σημειώσεις Μαθήματος Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα και Μηχανική Μάθηση”, Ηλεκτρονικές σημειώσεις, Αθήνα

Μαράκη, Ν. (2011). “Case Based Reasoning”, Πτυχιακή Εργασία, Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης.

Μιχαηλίδης, Ο. (2007-2008). “Συμβάσεις και το δίκαιο των συμβάσεων”, Ηλεκτρονικές Σημειώσεις, http://www.eng.ucy.ac.cy/schristo/Courses/CEE515/LegalIssues.pdf, 24/4/2014.

Παλιεράκη, Ε. (2009), “Μελέτη και κατασκευή Δημοσίων Έργων”, Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, Τμήμα κεντρικής Μακεδονίας, Τμήμα επαγγελματικών θεμάτων, http://www.spep.gr/wp-content/uploads/2012/01/palierakh_2.pdf, 24/4/2014.

Ράϊκος, Δ. (2009). “Το ένδικο βοήθημα της αγωγής στο πεδίο των διαφορών από διοικητικές συμβάσεις”, Εκδόσεις Σακκούλα.

Τζίκα-Χατζοπούλου, Α., (2009). “Δημόσια Έργα: εθνική και κοινοτική νομοθεσία και νομολογία”, Τόμος Α’, Εκδόσεις Παπασωτηρίου.

Χασάπης, Π. (2005). “Ο κύριους του έργου”, Συνέδριο ΤΕΕ- Δημόσια Έργα, Αθήνα.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

Α1. Μεταβλητές δικαστικής έκβασης αξιώσεων κατασκευαστικών έργων
(Arditi (1998; 1999; 2005; 2009; 2009; 2010), Chau (2006))

Α/Α	Μεταβλητή
1	Ποια τα εμπλεκόμενα μέρη; (π.χ Δημόσιο έναντι ιδιώτη)
2	Ποιος είναι ο κατήγορος (στην πρώτη δίκη);
3	Ποιος είναι ο κατηγορούμενος (στην πρώτη δίκη);
4	Ποιος είναι ο αναιρεσειών;
5	Ποιος είναι ο αναιρέσβλητος;
6	Ποιος είναι ο μάρτυρας του κατήγορου;
7	Ποιος είναι ο μάρτυρας του κατηγορούμενου;
8	Υπήρχε άλλη ενδικοφανής πράξη μετά τη δίκη;
9	Υπήρχε άλλος τρόπος επίλυσης του θέματος
10	Με βάση τον τρόπο κοστολόγησης του έργου, ποιο το είδος της σύμβασης; (σύμβαση με κατ'αποκοπή αντάλλαγμα, κόστος ανά μονάδα έργου;)
11	Ποια η αξία του έργου; (π.χ υψηλή, μέση, χαμηλή)
12	Η μελέτη έγινε για εμπορικό χώρο ή όχι;
13	Έγιναν αλλαγές στη σύμβαση;
14	Το συμβατικό τεύχος ήταν ελλειπές και περιείχε ασάφειες;
15	Έγιναν αλλαγές μεγάλης κλίμακας στο έργο;
16	Υπήρχε κακή ερμηνεία των συνθηκών του εργοταξίου;
17	Υπήρχαν άγνωστες συνθήκες εργοταξίου;
18	Οι συνθήκες στο εργοτάξιο ήταν γνωστές πριν την ανάθεση του έργου;
19	Έγινε επιτάχυνση του έργου με αντίστοιχη αποζημίωση;
20	Έγινε επιτάχυνση του έργου χωρίς αντίστοιχη αποζημίωση;
21	Έγινε καθυστέρηση εκτέλεσης του έργου με αντίστοιχη αποζημίωση;
22	Έγινε αιτιολογημένη καθυστέρηση εκτέλεσης του έργου;
23	Έγινε μη αιτιολογημένη καθυστέρηση στην εκτέλεση του έργου;
24	Υπήρχαν περισσότεροι από ένας λόγοι που συνέτρεξαν σε καθυστέρηση εκτέλεσης του έργου;
25	Χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος CPM για το χρονικό προγραμματισμό του έργου;
26	Ποιος έκανε τον συντονισμό του έργου; (ο εργολάβος ή ο υπο-εργολάβος)
27	Με ποιόν είχε άμεση επικοινωνία ο προμηθευτής; (με τον εργολάβο ή τον υπο-εργολάβο)
28	Ο προμηθευτής είχε απευθείας επικοινωνία με τον υπο εργολάβο;
29	Υπήρχε συμβατικός όρος που απαγόρευε σε ένα πρόσωπο να προβάλει κάτι σε αντίθεση με ό, τι υποννοούνταν από μια προηγούμενη ενέργεια ή δήλωση του εν λόγω προσώπου ή από προηγούμενη σχετική δικαστική αναγνώριση;
30	Έγινε συμπληρωματική σύμβαση;
31	Στη σύμβαση υπήρχαν όροι που έδιναν το δικαίωμα στον ανάδοχο για επιπλέον χρήμα και χρόνο;
32	Εγέρθηκε αίτημα σχετικά με τον εξοπλισμό ή τα υλικα;
33	Έγινε χρήση διαφορετικού υλικού ή εξοπλισμού από το προβλεπόμενο;
34	Η εγκατάσταση του εργοταξίου έγινε όπως οριζόταν;
35	Έγινε ελλειπής επίβλεψη;

Πίνακας Α.1 (συνέχεια)

Α/Α	Μεταβλητή
36	Υπήρχε ερμηνεία της σύμβασης βάση του νομου;
37	Υπήρχε ερμηνεία των σχεδίων και των προδιαγραφών βάση του νόμου;
38	Υπήρχε μαρτυρία τεχνικού; (για την ποιότητα των εργασιών που εκτελούνται)
39	Ήταν δυνατή η εφαπαξ αποζημίωση;
40	Ποιο είναι το μέγεθος των ζημιών;
41	Υπήρχε εγγύηση καλής εκτελέσεως;
42	Κατατέθηκε εγγύηση καλής εκτέλεσης;
43	Έγινε πληρωμή του αναδόχου;
44	Έγινε καθυστερημένη πληρωμή του αναδόχου;
45	Υπήρχε όρος για υποθήκη;

Α2. Μεταβλητές δικαστικής έκβασης αξιώσεων λόγω διαφορετικών συνθηκών εργοταξίου
Mahfouz (2009)

Α/Α	Μεταβλητή
1	Αμοιβαία συνέναιση στην επίλυση της διαφοράς;
2	Ποια τα εμπλεκόμενα μέρη; (π.χ Δημόσιο έναντι ιδιώτη)
3	Ποια είναι η νομική σύσταση του κυρίου του έργου;
4	Ποια είναι η νομική σύσταση του αναδόχου;
5	Είναι το έργο πολύπλοκο;
6	Είχε ο ανάδοχος την ευθύνη του σχεδιασμού του έργου;
7	Υπήρχαν ελλείψεις ή ασάφειες στη σύμβαση;
8	Είχε ο ανάδοχος πλήρως αξιολογήσει και εξοικειωθεί με το εργοτάξιο, τις συνθήκες και τα σχέδια;
9	Υπήρχε ρήτρα στη σύμβαση για απρόβλεπτες συνθήκες;
10	(Συνθήκες εργοταξίου τύπου 2) Οι συνθήκες μπορούσαν να προβλεφθούν από έναν έμπειρο ανάδοχο;
11	(Συνθήκες εργοταξίου τύπου 2) Ο ανάδοχος ήξερε για τις συνθήκες;
12	(Συνθήκες εργοταξίου τύπου 2) Οι συνθήκες διαφοροποιούνται σε παρόμοια έργα?
13	(Συνθήκες εργοταξίου τύπου 1) Η σύμβαση κάνει ρητή νύξη σε συνθήκες υπεδάφους;
14	(Συνθήκες εργοταξίου τύπου 1) Ο ανάδοχος εξέτασε προσεκτικά τη σύμβαση;
15	(Συνθήκες εργοταξίου τύπου 1) ο ανάδοχος αιτιολογημένα βασίζεται σε ενδείξεις για συνθήκες υπεδάφους βάση της σύμβασης;
16	(Συνθήκες εργοταξίου τύπου 1) Η πραγματική σύσταση του υπεδάφους διαφοροποιούνταν από αυτή που ορίζονταν στη σύμβαση;
17	(Συνθήκες εργοταξίου τύπου 1) Οι πραγματικές συνθήκες υπεδάφους δεν μπορούσαν αιτιολογημένα, να προβλεφθουν;
18	(Συνθήκες εργοταξίου τύπου 1) Ήταν η ζημία του αναδόχου αποδιδόμενη στη διαφορετική σύσταση του υπεδάφους;
19	Έγινε διακοπή των εργασιών λόγω των παρατηρούμενων συνθηκών;
20	Ο κύριος του έργου ή ο αντιπρόσωπος του, σταμάτησαν τις εργασίες για να ευνοήσουν τις συνθήκες στο εργοτάξιο;
21	Ο ανάδοχος διέκοψε τις εργασίες για οποιοδήποτε λόγο ;
22	Οι διαφορετικές συνθήκες απαιτούσαν επανασχεδιασμό του έργου;
23	Οι διαφορετικές συνθήκες απαιτούσαν αλλαγές στη φύση και στο κόστος του έργου;
24	Οι απαιτούμενες αλλαγές έγιναν διότι ήταν φτηνότερες, καλυτέρευαν την ποιότητα του έργου ή επειδή ήταν αναγκαίες;
25	Το ζήτημα που προέκυψε είχε σχετικά θέματα ασφαλείας;
26	Ο ανάδοχος επίλυσε το θέμα ακολουθώντας την ενδικοφανή διασικασία όπως οριζόταν από τη σύμβαση;
27	Λήφθηκε απόφαση για τη διευθέτηση του ζητήματος;
28	Υπήρχε κάποιο μέρος που διαφώνησε και δήλωσε τις σκέψεις του για αξίωση στο πλαίσιο της σύμβασης;
29	Το ζήτημα έκανε αδύνατη την ολοκλήρωση του έργου;
30	Οι ρήτρες της σύμβασης επιτρέπουν στον ιδιοκτήτη να κάνει αλλαγές οποιαδήποτε στιγμή κατά τη διάρκεια εκτέλεσης του έργου χωρίς τη συγκατάθεση του αναδόχου;

Πίνακας Α.2 (συνέχεια)

Α/Α	Μεταβλητή
31	Υπήρχε ρήτρα που να εμποδίζει τον ανάδοχο να αιτήσει το διαφυγόν κέρδος του από εργασίες μείωσης/ αλλαγής/ τροποποίησης του συμβατικού αντικειμένου;
32	Οι διαφορετικές συνθήκες του εργοταξίου οφείλονται σε λάθη και παραλείψεις έκαστου συμβαλλόμενου;
33	Υπάρχει ρήτρα για άρση ασυλίας;
34	Σε πόσα διαστήματα 5-ετίας εκτείνεται η διάρκεια του έργου;
35	Είδος δικαστικής απόφασης
36	Οι διάφορες αλλαγές έγιναν κατά την εκτέλεση των εργασιών;
37	Φύση ζημίας
38	Ο ανάδοχος έχει την ευθύνη για απρόβλεπτες συνθήκες;
39	Το ζήτημα προκλήθηκε από ενέργεια του κυρίου του έργου ακόμα και αν έγινε χωρίς σκοπιμότητα;
40	Μήπως κάποιο από τα συμβαλλόμενα μέρη θεώρησε πως έγινε παράβαση των όρων της σύμβασης;
41	Οι γνώμες των εμπειρογνωμόνων προήλθαν από την πλευρά του αναδόχου;
42	Οι γνώμες των εμπειρογνωμόνων προήλθαν από την πλευρά του κυρίου του έργου;
43	Οι προδιαγραφές προειδοποιούν και αναφέρονται στην πιθανότητα διαφορετικών συνθηκών από αυτές που αναφέρονται στη σύμβαση;
44	Τηρήθηκαν οι προδιαγραφές εκτέλεσης του έργου;
45	Είχε προηγηθεί καταγγελία από το άλλο μέρος με το ίδιο αίτημα;
46	Το ζήτημα είναι δικάσιμο;
47	Οι όροι της σύμβασης παρείχαν εικόνα των πραγματικών συνθηκών του εργοταξίου;
48	Βάση των όρων της σύμβασης, ο ανάδοχος συμφώνησε να μην ζητήσει αποζημίωση πέρα από το κόστος του έργου;
49	Ήταν δυνατόν να προστεθεί επιπλέον ρήτρα στη σύμβαση;
50	Οι πρόσθετες εργασίες εγκρίθηκαν από τον μηχανικό;
51	Μήπως ο κύριος του έργου ή αντιπρόσωπος του ψευδώς δηλώνουν πως οι διαφορετικές συνθήκες εργοταξίου, αναφέρονταν στη σύμβαση;
52	Η σύμβαση είχε οριστεί με κατ' αποκοπήν αντάλλαγμα ή με τιμή μονάδας ή διαφορετικά;
53	Ο ανάδοχος είναι ξένη εταιρία οπότε δεν έχει το δικαίωμα να κάνει καταγγελία στις Ηνωμένες Πολιτείες;
54	Αν το πρόβλημα προέκυψε λόγω παράβλεψης του κυρίου του έργου, επανόρθωσε έπειτα;
55	Οι νέες εργασίες έγιναν προς όφελος του κυρίου του έργου ή του αναδόχου;
56	Υπάρχει απόδειξη που να δηλώνει πως ο κύριος του έργου εσκεμμένα δεν αποσαφήνισε τις διαφορετικές συνθήκες εργοταξίου στη σύμβαση;
57	Υπάρχει απόδειξη που να δηλώνει πως δεν υπήρχε αρκετός χρόνος από τον ανάδοχο για να εκτελέσει έρευνα πεδίου;
58	Οι νέες εργασίες ήταν προσωρινές;
59	Αν αυτή είναι αίτηση αναίρεσης, ποιος είχε κερδίσει στην πρώτη δίκη;
60	Ο κύριος του έργου, έδωσε το δικαίωμα στον ανάδοχο να εκτελέσει νέες εργασίες;

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β

Είδη αξιώσεων βάση της ανάλυσης των δικαστικών αποφάσεων

Είδος αξίωσης	Αίτιο	Αίτημα	Περιγραφή	Κωδικός
Αξιώσεις λόγω υπερημερίας ***Delay claims***	Υπερημερία στην εκτέλεση εργασιών	Αποζημίωση αναδόχου (άρθ. 36 § 11 Ν.3669/2008)	Ο ανάδοχος ζητάει αποζημίωση λόγω της θετικής ζημίας που υπέστη (π.χ ημιαργούντα μηχανήματα) κατά το χρόνο καθυστερήσεων των εργασιών, υπαιτιότης του κυρίου του έργου	DC1
		Διάλυση σύμβασης (άρθ.12 § 1(β) Ν.3669/2008)	Ο ανάδοχος ζητάει διάλυση της σύμβασης κατά το υπερμεγέθη χρόνο καθυστερήσεων των εργασιών, υπαιτιότης του κυρίου του έργου.	DC2
		Παράταση προθεσμιών με αναθεώρηση (άρθ.48 §8 Ν.3669/2008)	Η εκτέλεση των εργασιών καθυστέρησε, το έργο παίρνει παράταση και ο ανάδοχος ζητάει η παράταση να γίνει με αναθεώρηση, δηλαδή οι τιμές των εργασιών να υπολογιστούν βάση του χρόνου εκτέλεσης τους και όχι βάση του χρόνου που είχαν προγραμματιστεί να γίνουν.	DC3
	Υπερημερία καταβολής εργολαβικού ανταλλάγματος	Καταβολή τόκων υπερημερίας στον ανάδοχο (άρθ. 53 § 9 Ν.3669/2008)	Η καθυστερημένη πληρωμή εγκεκριμένου λογαριασμού καθιστά τον ανάδοχο να ζητήσει τόκους υπερημερίας	DC4

(συνέχεια)

Είδος αξίωσης	Αίτιο	Αίτημα	Περιγραφή	Κωδικός
Αξιώσεις λόγω νέων εργασιών *Extra work claims*	Ανάγκη εκτελέσεων νέων εργασιών	Νομιμοποίηση νέων εργασιών *(άρθ. 57, §2 Ν.3669/2008)*	Η αρμόδια υπηρεσία δεν αναγνωρίζει την αναγκαιότητα των επιπλέον εργασιών που εκτέλεσε ο ανάδοχος και δεν τις συμπεριλαμβάνει στον ΑΠΕ ώστε να γίνουν συμβατικές και να πληρωθούν. Ο ανάδοχος επιδιώκει την αναγνώριση τους.	EW1
		• Αναγνώριση εργασιών ως συμπληρωματικών και όχι ως συμβατικών	Ο ανάδοχος εκτελεί συμπληρωματικές εργασίες. Το Δημόσιο δεν αναγνωρίζει τις νέες εργασίες και θεωρεί πως αποτελούσαν αντικείμενο της σύμβασης και άρα υποχρέωση του αναδόχου να τις εκτελέσει.	EW11
		• Αναγνώριση ποσοτήτων νέων εργασιών	Οι νέες εργασίες πραγματοποιούνται και ενσωματώνονται στον ΑΠΕ. Η ΠΑ δεν αναγνωρίζει μέρος των ποσοτήτων από τις εκτελεσθείσες εργασίες. Ο ανάδοχος αξιώνει την αναγνώριση όλης της ποσότητας τους.	EW12
		Κανονισμός τιμής μονάδας νέων εργασιών *(άρθ. 57, §6 Ν.3669/2008)*	Ο ανάδοχος δεν συμφωνεί στις τιμές που ορίζει η διευθύνουσα υπηρεσία για τις νέες εργασίες και επιδιώκει την επανασύνταξη του ΠΚΤΜΝΕ (Οι διαφωνίες οφείλονται είτε στην έκπτωση που υποβάλλονται οι εργασίες, είτε βάση ποιού τιμολογίου πρέπει να κοστολογηθούν, είτε αν θεωρούνται υπερσυμβατικές οπότε ισχύει η τιμή μονάδας των αντίστοιχων συμβατικών)	EW2

(συνέχεια)

Είδος αξίωσης	Αίτιο	Αίτημα	Περιγραφή	Κωδικός
Αξιώσεις λόγω νέων εργασιών *Extra work claims*	Ανάγκη εκτελέσεων νέων εργασιών	• Τιμολόγηση εργασιών ως νέων και όχι ως συμβατικών.	Ο κύριος του έργου θεωρεί πως οι νέες εργασίες αποτελούν επέκταση των συμβατικών και τις τιμολογεί με τιμές μονάδας συμβατικών. Ο ανάδοχος διαφωνεί στον τρόπο τιμολόγησης.	EW21
		• Διαφοροποίηση της έκπτωσης στις νέες εργασίες *(άρθ. 57 §6 Ν.3669/2008)*	Η ανάληψη των έργων γίνεται συνήθως με μειοδοτικούς διαγωνισμούς , όπου ανάδοχος ορίζεται εκείνη η εταιρία που προσφέρει την μεγαλύτερη έκπτωση για την εκτέλεση του έργου. Στην περίπτωση εκτέλεσης νέων εργασιών, οι τιμές ΄ υπόκεινται στη σχετική έκπτωση της δημοπρασίας, ρητή ή τεκμαρτή. Ο ανάδοχος διαφωνεί στο ποσοστό της έκπτωσης.	EW22
		• Τιμολόγηση εργασίας με βάση διαφορετικό τιμολόγιο από αυτό που ορίζει η ΔΥ.	Στην περίπτωση που οι νέες εργασίες δεν είναι παρόμοιες με τις συμβατικές, αλλά περιλαμβάνονται σε αναλυτικά τιμολόγια, η τιμή τους καθορίζεται με βάση αυτά. Στην περίπτωση αυτή υπάρχει διαφωνία ως προς την κατάταξη της εργασίας στο αντίστοιχο τιμολόγιο άρα και ως προς την τιμολόγηση της.	EW23
		• Καθορισμός περιόδου αναθεώρησης τιμών *(άρθ. 54, Ν.3669/2008)*	Από τη στιγμή που πραγματοποιούνται νέες εργασίες υπόκεινται σε αναθεώρηση των τιμών τους. Διαφορές εγείρονται στο αν ως χρόνος εκκίνησης της αναθεώρησης θεωρείται ο χρόνος έγκρισης των εργασιών ή ο χρόνος εκτελέσεως τους.	EW3
		Καταβολή εργολαβικού ανταλλάγματος για το σύνολο των νέων εργασιών *(άρθ. 53, §§ 1, 6 Ν.3669/2008)*	Ο ανάδοχος καταβάλει στη διευθύνουσα υπηρεσία, πιστοποιήσεις και λογαριασμούς για την πληρωμή του. Σε αυτά εμπεριέχονται και οι νέες εργασίες που εκτέλεσε. Ωστόσο, η διευθύνουσα υπηρεσία δεν αναγνωρίζει μέρος αυτών και δεν καταβάλει στον ανάδοχο την αντίστοιχη αμοιβή.	EW4

(συνέχεια)

Είδος αξίωσης	Αίτιο	Αίτημα	Περιγραφή	Κωδικός
Αξιώσεις λόγω περικοπής εργολαβικού ανταλλάγματος	Υπερημερία ΔΥ στην έγκριση επιμετρήσεως	Θεώρηση του λογαριασμού ως αυτοδικαίως εγκρινόμενου για πληρωμή *(αρ.40 §§2, 6, 7 Π.Δ 609/1985)*	Σε περίπτωση υποβολής λογαριασμού εκ μέρους του αναδόχου του έργου, η ΔΥ υποχρεούται εντός μηνός από την υποβολή του να προβεί στον έλεγχο αυτού. Αν η ανωτέρω μηνιαία προθεσμία παρέλθει άπρακτη, ο υποβληθείς λογαριασμός θεωρείται, ανεξαρτήτως τυχόν πλημμελειών του, αυτοδικαίως εγκεκριμένος, η δε Διευθύνουσα Υπηρεσία δεν μπορεί πλέον να τροποποιήσει τον λογαριασμό αυτό.	B1
	Περικοπές λογαριασμών λόγω κρατήσεων υπέρ τρίτων	Επιβάρυνση αναδόχου με τέλη χαρτοσήμου, ΤΣΜΕΔΕ *(αρ.37 §6 Ν.3669/2008)*	Περικοπές στο εργολαβικό αντάλλαγμα λόγω κρατήσεων υπερ ΤΣΜΕΔΕ, χαρτοσήμου κ.α. Ο ανάδοχος διαφωνεί στο ότι τα συγκεκριμένα ποσά επιβαρύνουν τον ίδιο και επιδιώκει να μην περικοπούν από την αμοιβή του.	B3
Αξιώσεις λόγω ανωτέρας βίας *Force Majeure Claims*	Απρόβλεπτο γεγονός που επιφέρει θετική ζημία αναδόχου	Αποζημίωση αναδόχου *(άρθ. 58, §§ 1,4 Ν.3669/2008)*	Ο ανάδοχος ζητάει αποζημίωση λόγω της θετικής ζημίας που υπέστη (π.χ ημιαργούντα μηχανήματα) κατά το χρόνο καθυστερήσεων των εργασιών, λόγω απρόβλεπτων συμβάντων.	WGC1
Αξιώσεις λόγω πλημμελούς κατασκευής	Πλημμελής κατασκευή	Αποκατάσταση ελαττωμάτων κατασκευής *(άρθ. 60 § 3 Ν.3669/2008)*	ο ανάδοχος δεν αναγνωρίζει πως ευθύνεται για τα ελαττώματα ή τα ελλιπή στοιχεία της κατασκευής, δε δέχεται την αποκατάσταση τη συμπλήρωση της κατασκευής ή την περικοπή της αμοιβής του. Ζητάει επιπλέον χρήματα ως αποζημίωση για την αποκατάσταση	DEFB1
		Περικοπή εργολαβικού ανταλλάγματος *(άρθ. 60 §3 Ν.3669/2008)*	Ο κύριος του έργου εντοπίζει στην κατασκεύη του έργου κακοτεχνίες και αποφασίζει την μείωση του εργολαβικού ανταλλάγματος, εξαιτίας αυτών.	DEFB2

(συνέχεια)

Είδος αξίωσης	Αίτιο	Αίτημα	Περιγραφή	Κωδικός
Άλλες	Μη συμμόρφωση με συμβατικές υποχρεώσεις ή γραπτές διαταγές της υπηρεσίας	Έκπτωση αναδόχου (άρθ. 61 §2 Ν.3669/2008)	Η παρέκκλιση του ανάδοχου, με βάση τις διαταγές της Διευθύνουσας Υπηρεσίας, οδηγεί στο να κυρρηχθεί έκπτωτος.	ΟΤΗ1
	Διάλυση Σύμβασης	Αποζημίωση αναδόχου (άρθ. 64 §1 Ν.3669/2008)	Ο κύριος του έργου αποφασίζει τη δάλυση της σύμβασης και ο ανάδοχος επιζητά αποζημίωση για την απόφαση του.	ΟΤΗ2
	Πρόωρη περάτωση του έργου	Καταβολή πριμ στον ανάδοχο (άρθ. 50 §1 Ν.3669/2008)	Ο ανάδοχος διεκδικεί πρόσθετο εργολαβικό αντάλλαγμα (prim) λόγω της διεκπεραίωση του έργου ταχύτερα από την συνολική συμβατική προθεσμία.	ΟΤΗ3
	Εκτέλεση πλαματικών/ εικονικών εργασίων από τον ανάδοχο.	Τόκοι υπερημερίας στον ανάδοχο (πρέπει να έχουν επιμετρηθεί)	Ο κύριος του έργου διαπιστώνει πως στους καταβληθέντες λογαριασμούς περιέχονται εικονικές εργασίες και επιδιώκει την επιβολή τόκων υπερημερίας στον ανάδοχο.	ΟΤΗ4
	Η αναθεώρηση τιμών δεν συμπεριλαμβάνεται στη σύμβαση.	Δυνατή η αναθεώρηση των εκτελεσθείσων εργασιών.	Σε συμβάσεις που δε προβλέπεται αναθεώρηση τιμών, ο ανάδοχος καταθέτει μαζί με τον λογαριασμό και πίνακα αναθεωρήσεων που δεν γίνεται δεκτός. Ο ανάδοχος διεκδικεί την νομιμοποίηση του.	ΟΤΗ5

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ

Μεταβλητές αιτήματος Νομιμοποίησης Νέων Εργασιών

Α/Α	Κωδικός Μεταβλητής	Περιγραφή Μεταβλητής	Τιμές Μεταβλητών	Κωδικοποίηση Τιμών
1	**CategoryPr**	Το έργο ανήκει στις βασικές κατηγορίες έργων; *(άρθ. 100 §1 Ν.3669/2008)*	Ναι	1
			Όχι	0
2	**ContractType**	Ποιός είναι ο τρόπος κοστολόγησης του έργου ή των νέων εργασιών;	Ανά τιμή μονάδος εργασίας	1
			Κατ΄αποκοπήν αντάλλαγμα	0
3	**CostWork**	Ο προϋπολογισμός του έργου είναι μικρότερος από 255.319 ευρώ;	Ναι	1
			Όχι	0
4	**Plaintiff**	Ποιός είναι ο αναιρεσειών;	Ανάδοχος	1
			Δημόσιο	0
5	**Defendant**	Ποιός είναι ο αναιρέσβλητος;	Ανάδοχος	1
			Δημόσιο	0
6	**ContractorType1**	Ο ανάδοχος είναι Ανώνυμη Εταιρία;	Ναι	1
			Όχι	0
7	**ContractorType2**	Ο ανάδοχος είναι κοινοπραξία;	Ναι	1
			Όχι	0
8	**PublicType2**	Ο κύριος του έργου είναι ΟΤΑ;	Ναι	1
			Όχι	0
9	**YearJudgement**	Η δίκη έγινε μετά το 2009;	Ναι	1
			Όχι	0
10	**FirstJudg**	Είναι η πρώτη φορά εκδίκασης της υπόθεσης;	Ναι	1
			Όχι	0
11	**FirstJudgResult**	Αν η υπόθεση εκδικάζεται για δεύτερη φορά, η δικαστική απόφαση την πρώτη φορά είχε εκδοθεί υπέρ του αναδόχου;	Ναι	1
			Όχι	0

(συνέχεια)

Α/Α	Κωδικός Μεταβλητής	Περιγραφή Μεταβλητής	Τιμές Μεταβλητών	Κωδικοποίηση Τιμών
12	**MoneyClaimed**	Το διεκδικούμενο ποσό είναι μικρότερο από 1.291.269 ευρώ;	Ναι	1
			Όχι	0
13	**ChangeDesign**	Οι νέες εργασίες προέκυψαν από τροποποίηση μελέτης;	Ναι	1
			Όχι	0
14	**ExtraWorks**	Οι νέες εργασίες είναι συμπληρωματικές, δεν περιλαμβάνονται στη σύμβαση έργου;	Ναι	1
			Όχι	0
15	**IndirectWork**	Αν η εργασία δεν ορίζεται ακριβώς στη σύμβαση, μήπως νοείται έμμεσα από τους όρους της σύμβασης; (Αποτελεί προϋπόθεση για την επίτευξη άλλων εργασιών;)	Ναι	0
			Όχι	1
16	**AddWorks**	Οι νέες εργασίες είναι υπερσυμβατικές;	Ναι	1
			Όχι	0
17	**AddWillofGod**	Σε περίπτωση υπερσυμβατικών εργασιών, έγιναν έκτακτα και απρόβλεπτα περιστατικά; (ΑΚ 388)	Ναι	1
			Όχι	0
18	**Measured**	Οι ποσότητες των νέων εργασιών επιμετρήθηκαν όπως ορίζει ο νόμος; *(άρθ. 52 Ν.3669/2008)*	Ναι	1
			Όχι	0
19	**WorksInit**	Οι νέες εργασίες έγιναν με πρωτοβουλία του Δημοσίου; *(άρθ. 57 Ν.3669/2008)*	Ναι	1
			Όχι	0
20	**Less50**	Οι νέες εργασίες είναι κάτω από το 50% του προϋπολογισμού του έργου; *(άρθ. 57 §1 Ν.3669/2008)*	Ναι	1
			Όχι	0
21	**OrderfromOwner**	Για την εκτέλεση των νέων εργασιών, ο ανάδοχος πήρε γραπτή εντολή από την διευθύνουσα υπηρεσία ή προφορική εντολή που καταχωρήθηκε στο ημερολόγιο του έργου; *(άρθ. 37 §3, 4 Ν.3669/2008)*	Ναι	1
			Όχι	0

(συνέχεια)

Α/Α	Κωδικός Μεταβλητής	Περιγραφή Μεταβλητής	Τιμές Μεταβλητών	Κωδικοποίηση Τιμών
22	**Necessity**	Αν δεν πήρε γραπτή εντολή, μπορεί να αποδιχθεί πως οι νέες εργασίες είναι αναγκαίες για το έργο; *(άρθ. 34 πααρ.2 Π.Δ 609/1985)*	Ναι	1
			Όχι	0
23	**ApprovedAfExecution**	Εγκρίθηκαν οι νέες εργασίες από την ΠΑ, εφόσον εκτελέστηκαν; (π.χ με την υπογραφή του ΣΠ ή ΑΠΕ ή του ΠΚΤΜΝΕ)	Ναι	1
			Όχι	0
24	**EWProcedure**	Ακολουθήθηκε ορθώς η διαδικασία για την εκτέλεση νέων εργασιών; (υπογραφή ΣΣ, επιμετρήσεις, σύνταξη ΑΠΕ ή ΣΠ, ΠΚΤΜΝΕ κτλ) *(άρθ. 57 §§ 2, 8 Ν.3669/2008)*	Ναι	1
			Όχι	0
25	**LawProcedureCon**	Ο ανάδοχος ακολούθησε καλώς την ενδικοφανή διαδικασία; (υπογραφή ΣΠ, ΠΚΤΜΝΕ με επιφύλαξη, ένσταση στην Π.Α, αίτηση θεραπείας και προσφυγή στο Διοικητικό Εφετείο) *(άρθ. 76 Ν.3669/2008)*	Ναι	1
			Όχι	0
26	**LawProcedureOwn**	Ο κύριος του έργου ακολούθησε κακώς την ενδικοφανή διαδικασία; (Π.χ ο ΣΠ ή ΑΠΕ δεν υπογράφηκε από το αρμόδιο πρόσωπο)	Ναι	1
			Όχι	0
27	**SameDemands**	Το αίτημα και η επιχειρηματολογία έχουν αναφερθεί αυτούσιες σε όλα τα στάδια της ενδικοφανούς διαδικασίας; *(άρθ. 76 Ν.3669/2008)*	Ναι	1
			Όχι	0
28	**ExtraDemands**	Εξετάζονται και άλλα αιτήματα από την πλευρά του αναιρεσειόντος;	Ναι	1
			Όχι	0
29	**RejectedLawProc**	Η αίτηση απορρίφθηκε από το διοικητικό εφετείο λόγω μη ορθής άσκησης της ενδικοφανούς διαδικασίας, από τον ανάδοχο; *(άρθ. 76 Ν.3669/2008)*	Ναι	1
			Όχι	0
	Result	Υπέρ ποιού είναι η έκβαση της δικαστικής απόφασης;	Δημόσιο	0
			Ανάδοχος	1