

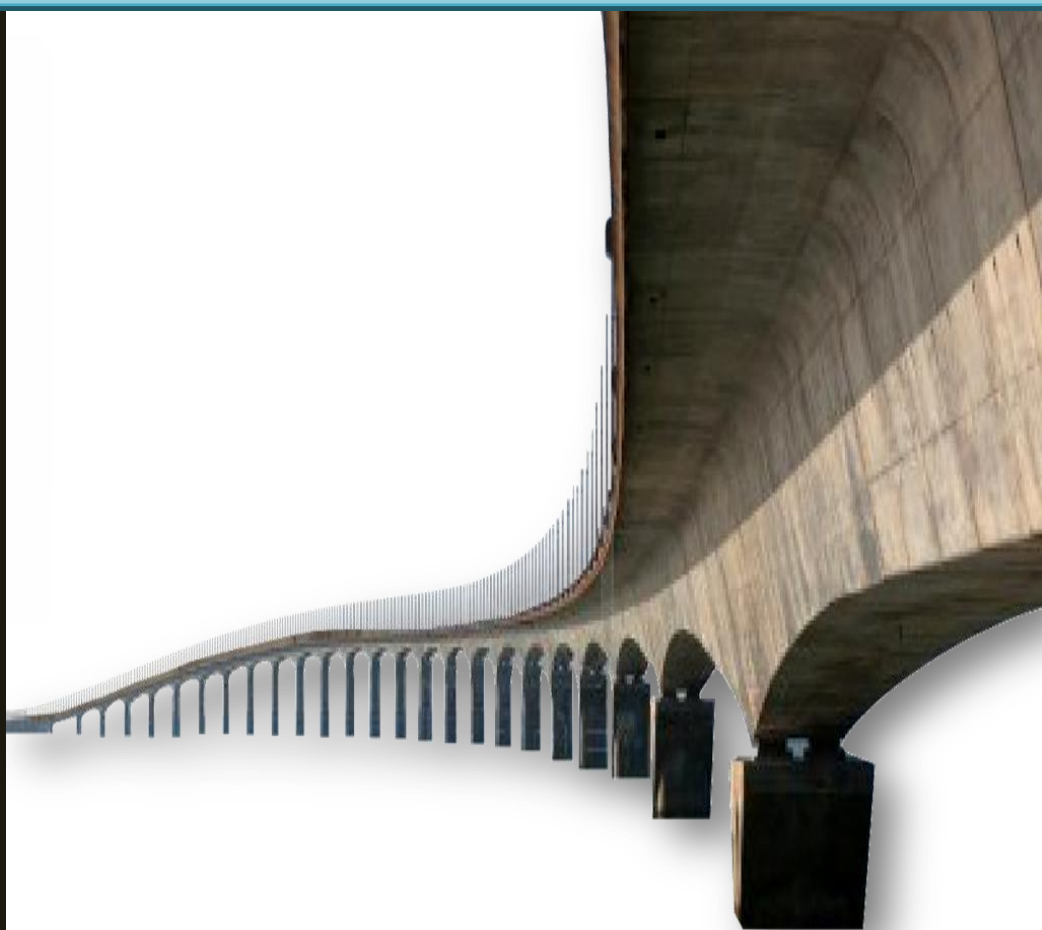
Τομέας
Προγραμματισμού &
Διαχείρισης Τεχνικών
Έργων

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ:

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΚΟΣΤΟΥΣ ΚΑΙ ΒΑΣΗΣ
ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΟΔΙΚΩΝ ΓΕΦΥΡΩΝ ΑΠΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ



ΕΚΠΟΝΗΣΗ:

ΑΝΕΖΑΚΗΣ ΝΙΚΟΛΑΣ

A.M.:01107040

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:

ΛΑΜΠΡΟΠΟΥΛΟΣ ΣΕΡΓΙΟΣ

ΑΘΗΝΑ,

ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2013



**ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ
ΚΟΣΤΟΥΣ ΚΑΙ ΒΑΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΟΔΙΚΩΝ ΓΕΦΥΡΩΝ
ΑΠΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ**

Διπλωματική Εργασία
Ανεζάκης Νικόλας

Επιβλέπων:
ΣΕΡΓΙΟΣ ΛΑΜΠΡΟΠΟΥΛΟΣ
Αναπληρωτής Καθηγητής ΕΜΠ

Αθήνα, Φεβρουάριος 2013

Ευχαριστίες

Ολοκληρώνοντας τη διπλωματική μου εργασία θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσους συνεισέφεραν στην εκπόνησή της.

Πρώτον, τον επιβλέποντα της εργασίας κ. Σέργιο Λαμπρόπουλο Αναπληρωτή Καθηγητή Ε.Μ.Π. για τις γνώσεις που μου προσέφερε κατά τη διάρκεια των μαθημάτων του που μου κέντρισε το ενδιαφέρον για τα έμπειρα συστήματα σχεδιασμού και κοστολόγησης τεχνικών έργων και την καθοδήγησή του.

Δεύτερον, τον κ.. Νικόλαο Φραγκάκη, Διδάκτορα Ε.Μ.Π., με υποστήριξε κατά τη διάρκεια όλων των σταδίων της εργασίας, για την υπομονή του προς εμένα και την επιμονή του για την επιτυχή ολοκλήρωση της εργασίας.

Τρίτον, τους φίλους μου – εντός και εκτός Ε.Μ.Π.- για την υποστήριξή τους και για τη συμβολή τους στην περάτωση της παρούσας εργασίας καθώς επίσης και για την ανοχή που έδειξαν κατά τη διάρκεια εκπόνησης της εργασίας.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς και την αδελφή μου για την εμπιστοσύνη και τη συνεχή ενθάρρυνση τους καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

Νικόλας Ανεζάκης

Αθήνα 2013

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΚΟΣΤΟΥΣ ΚΑΙ ΒΑΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΟΔΙΚΩΝ ΓΕΦΥΡΩΝ ΑΠΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής είναι η δημιουργία ηλεκτρονικού συστήματος προκοστολόγησης οδικών γεφυρών από σκυρόδεμα και η ανάπτυξη προγράμματος διαχείρισης βάσης δεδομένων με στοιχεία οδικών γεφυρών. Για το σκοπό αυτό πραγματοποιήθηκαν τα ακόλουθα. Πρώτον, μελετήθηκαν αντίστοιχες ερευνητικές εργασίες που αφορούν στα έξυπνα συστήματα σχεδιασμού και κοστολόγησης, καθώς και υπάρχουσες βάσεις δεδομένων οδικών γεφυρών. Δεύτερον, αναπτύχθηκε βάση δεδομένων οδικών γεφυρών, δημιουργήθηκαν οι απαραίτητες συσχετίσεις μεταξύ των διαφορετικών οντοτήτων και πραγματοποιήθηκε συλλογή πρόσθετων πραγματικών κατασκευαστικών στοιχείων. Τρίτον, λαμβάνοντας υπόψη τις ελλείψεις που εντοπίστηκαν στη βιβλιογραφία σχεδιάστηκε το πρόγραμμα διαχείρισης της βάσης δεδομένων “DataBridge” σε συνδυαστικό περιβάλλον HTML και JAVA, εισήχθησαν τα στοιχεία στη βάση και εξήχθησαν ενδεικτικές αναφορές των υπαρχουσών εγγραφών. Τέταρτον, αναπτύχθηκε το σύστημα προκοστολόγησης οδικών γεφυρών από σκυρόδεμα “CostBridge” σε γλώσσα προγραμματισμού C#. Το θεωρητικό πλαίσιο βασίστηκε σε αλγορίθμους υπάρχουσας ερευνητικής εργασίας για την κοστολόγηση της ανωδομής, των μεσόβαθρων και των θεμελιώσεων τους και εμπλουτίστηκε με τον υπολογισμό κόστους για τα ακρόβαθρα. Η εφαρμογή περιέχει και γραφικές απεικονίσεις των μηκοτομών με σκοπό τη διευκόλυνση του χρήστη στην επιλογή των παραμέτρων σχεδιασμού της οδικής γέφυρας. Τέλος, πραγματοποιείται σύγκριση του κόστους κατασκευής συγκεκριμένης γεφύρωσης με τρεις διαφορετικές μεθόδους κατασκευής.

Λέξεις-κλειδιά: Βάση Δεδομένων, Πρόγραμμα Διαχείρισης Βάσης Δεδομένων, έμπειρα συστήματα σχεδιασμού έργων υποδομής, ηλεκτρονικό σύστημα προκοστολόγησης οδικών γεφυρών.

DEVELOPMENT OF COST-ESTIMATE ELECTRONIC SYSTEM AND DATABASE OF CONCRETE ROAD BRIDGES

ABSTRACT

The main aim of this thesis is the creation of a cost-estimate electronic system for road bridges made of concrete and the development of a Database Management System with their main elements. In this framework, recent bibliography and research related to expert systems in infrastructure construction and existing databases were studied. More specifically, a database was deployed, along with the entity-relationship diagram of its tables and real construction data was collected. Afterwards, a Database Management System was designed, "DataBridge", combining HTML and JAVA tools and taking into consideration previous deficiencies found in bibliography. The data was inserted through the DBMS into the database and certain reports of existing recordings were exported. Then, the cost-estimate electronic system was implemented, using C# as its programming language. The theoretical framework was based in the algorithms of a previous research study concerning the cost estimation of the superstructure, the middle piers and their foundations and it was enriched by equations for the abutments and their foundations. The application contains graphical displays of profiles in order to assist the user in choosing the right design parameters. This work concludes with the comparison of the financial requirements for constructing the same bridge with three different construction methods.

Keywords: Database, Database Management System, expert systems in infrastructure construction, cost-estimate electronic system of road bridges.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΠΛΑΙΣΙΟ ΚΑΙ ΔΟΜΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	- 1 -
1.1 Εισαγωγή	- 1 -
1.2 Στόχος Παρούσας Εργασίας	- 1 -
1.3 Δομή της εργασίας	- 2 -
2. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ	- 4 -
2.1.1 Έμπειρα Συστήματα Σχεδιασμού Έργων Υποδομής	- 4 -
2.1.2 Συστήματα Σχεδιασμού και Κοστολόγησης Οδικών Γεφυρών	- 7 -
2.1.3 Υπάρχουσες Βάσεις Δεδομένων Οδικών Γεφυρών	- 11 -
2.2 Θεωρητικά στοιχεία Βάσεων Δεδομένων	- 14 -
2.3 Γλώσσες προγραμματισμού	- 17 -
2.3.1 Γενικά Στοιχεία Γλωσσών Προγραμματισμού	- 17 -
2.3.2 Θεωρητικά Στοιχεία Μεταγλωττιστή	- 19 -
2.3.3 Θεωρητικό Υπόβαθρο HTML	- 22 -
2.3.4 Θεωρητικό Υπόβαθρο JAVA	- 23 -
2.3.5 Θεωρητικό Υπόβαθρο C#	- 24 -
3. ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΒΑΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΟΔΙΚΩΝ ΓΕΦΥΡΩΝ	- 25 -
3.1 Εισαγωγή	- 25 -
3.2 Συσχετίσεις Βάσης Δεδομένων Οδικών Γεφυρών	- 25 -
3.3 Δομή Βάσης Δεδομένων Οδικών Γεφυρών	- 26 -
3.4 Συλλογή Στοιχείων	- 37 -
4 ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΒΑΣΕΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ “DATABRIDGE”	- 40 -
4.1 Εισαγωγή	- 40 -
4.2 Αρχική Σελίδα (Home)	- 40 -
4.3 Δημιουργία Νέας Εγγραφής (CreateNew)	- 41 -
4.3.1 Εισαγωγή Γενικών Στοιχείων Γέφυρας	- 42 -
4.3.2 Εισαγωγή Στοιχείων Ανωδομής	- 43 -
4.3.3 Εισαγωγή Στοιχείων Ανοίγματος	- 44 -
4.3.4 Εισαγωγή Στοιχείων Βάθρων Θεμελίωσης	- 45 -
4.3.5 Εισαγωγή Στοιχείων Θεμελίωσης με Πασσάλους	- 47 -

4.3.6 Εισαγωγή Στοιχείων Θεμελίωσης με Φρέατα	- 48 -
4.3.7 Εισαγωγή Στοιχείων Επιφανειακής Θεμελίωσης	- 49 -
4.3.8 Εισαγωγή Στοιχείων Πεζοδρομίου	- 49 -
4.3.9 Έλεγχος ορθότητας Δεδομένων	- 51 -
4.4 Περιήγηση και Επεξεργασία υπάρχουσας εγγραφής (Browse/Edit)	- 56 -
4.5 Αναζήτηση-Αναφορές (Reports)	- 57 -
4.5.1 Γενική Αναφορά	- 58 -
4.5.2 Αποτελέσματα Γενικής Αναφοράς	- 59 -
4.5.3 Αναφορά Ανωδομής- Οπλισμού Ανωδομής	- 61 -
4.5.4 Αποτελέσματα Αναφοράς Ανωδομής- Οπλισμού Ανωδομής	- 62 -
4.5.5 Αναφορά Ανοιγμάτων- Οπλισμού Ανοιγμάτων	- 64 -
4.5.6 Αποτελέσματα Αναφοράς Ανοιγμάτων- Οπλισμού Ανοιγμάτων	- 65 -
4.5.7 Αναφορά Βάθρων -Κατανάλωση Οπλισμού Βάθρων	- 67 -
4.5.8 Αποτελέσματα Αναφοράς Βάθρων Θεμελίωσης- Οπλισμού Βάθρων Θεμελίωσης	- 69 -
4.5.9 Αναφορά και Αποτελέσματα Αναφοράς Θεμελίωσης με Πασσάλους	- 70 -
4.5.10 Αποτελέσματα Αναφοράς Θεμελίωσης με Φρέατα	- 72 -
4.5.11 Αποτελέσματα Αναφοράς Επιφανειακής Θεμελίωσης	- 73 -
4.6 Βοήθεια (Help)	- 74 -
4.6.1 Βοήθεια για την Καρτέλα CreateNew	- 74 -
4.6.2 Βοήθεια για την Καρτέλα Browse/Edit	- 76 -
4.6.3 Βοήθεια για την Καρτέλα Reports	- 77 -
5 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΟΣΤΟΥΣ ΑΚΡΟΒΑΘΡΩΝ	- 79 -
5.1 Γενικά Στοιχεία	- 79 -
5.2 Παράγοντες σχεδιασμού	- 79 -
5.3 Στατιστική Ανάλυση	- 80 -
6.ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΞΥΠΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΡΟΚΟΣΤΟΛΟΓΗΣΗΣ ΚΑΙ ΠΡΟΚΑΤΑΡΚΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΟΔΙΚΩΝ ΓΕΦΥΡΩΝ-COSTBRIDGE	86
6.1 Εισαγωγή	86
6.2 Φόρμες Εισαγωγής Δεδομένων Οδικής Γέφυρας - 1 ^η Εναλλακτική Λύση: Γέφυρα με Προκατασκευασμένες Δοκούς	86
6.2 Φόρμες Σχεδίασης Οδικής Γέφυρας - 1 ^η Εναλλακτική Λύση: Γέφυρα με Προκατασκευασμένες Δοκούς	91
6.3 Φόρμες Εξαγωγής Αποτελεσμάτων Οδικής Γέφυρας - 1 ^η Εναλλακτική Λύση: Γέφυρα με Προκατασκευασμένες Δοκούς	99
6.4 Εισαγωγή & Εξαγωγή Δεδομένων Οδικής Γέφυρας - 2 ^η Εναλλακτική Λύση: Γέφυρα με Προβολοδόμηση	108

6.5 Εισαγωγή & Εξαγωγή Δεδομένων Οδικής Γέφυρας -3 ^η Εναλλακτική Λύση: Γέφυρα με Συμβατική Κατασκευή	117
6.6 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ ΛΥΣΕΩΝ	126
7 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	127
7.1 Γενικά	127
7.1 Προτάσεις περαιτέρω έρευνας	128
ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	129
ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	129
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α'	132

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Αριθμός	Τίτλος	Σελ.
2-1	Παράδειγμα Εγγραφής Οδικής Γέφυρας στη Βάση Δεδομένων	13
2-2	Διαδικασία Μεταγλώττισης	20
2-3	Διαδικασία Τυπικής Μετάφρασης	21
3-1	Διάγραμμα Οντοτήτων-Συσχετίσεων	26
3-2	Γνωρίσματα και Χαρακτηριστικά Πίνακα Bridge	28
3-3	Γνωρίσματα και Χαρακτηριστικά Πίνακα Pavement	29
3-4	Γνωρίσματα και Χαρακτηριστικά Πίνακα Superstructure	30
3-5	Γνωρίσματα και Χαρακτηριστικά Πίνακα Span	31
3-6	Γνωρίσματα και Χαρακτηριστικά Πίνακα Pier	33
3-7	Γνωρίσματα και Χαρακτηριστικά Πίνακα Spread Foundations	34
3-8	Γνωρίσματα και Χαρακτηριστικά Πίνακα Shaft Foundations	35
3-9	Γνωρίσματα και Χαρακτηριστικά Πίνακα Pile Foundations	37
4-1	Οθόνη Αρχικής Σελίδας	41
4-2	Καρτέλα εισαγωγής στοιχείων πίνακα Bridge	42
4-3	Καρτέλα εισαγωγής στοιχείων πίνακα Superstructure	43
4-4	Καρτέλα εισαγωγής στοιχείων πίνακα Span	45
4-5	Καρτέλα εισαγωγής στοιχείων πίνακα Pier	46
4-6	Καρτέλα εισαγωγής στοιχείων πίνακα Pile Foundations	47
4-7	Καρτέλα εισαγωγής στοιχείων πίνακα Shaft Foundations	48
4-8	Καρτέλα εισαγωγής στοιχείων πίνακα Spread Foundations	49
4-9	Καρτέλα εισαγωγής στοιχείων πίνακα Pavement	50
4-10	Μήνυμα σφάλματος κενού πεδίου ονόματος γέφυρας	52
4-11	Μήνυμα σφάλματος εισαγωγής αρνητικού αριθμού	53
4-12	Μήνυμα σφάλματος εισαγωγής μη αριθμητικού χαρακτήρα	54
4-13	Μήνυμα σφάλματος περιορισμού ορθότητας πεδίων LeftSpan και RightSpan	55
4-14	Απόσπασμα Φόρμας Περιήγησης	56
4-15	Φόρμα οριστικής διαγραφής	57
4-16	Φόρμα εισαγωγής κριτηρίων γενικής αναφοράς	59
4-17	Απόσπασμα αναφοράς για Μονοκυψελωτό Κιβώτιο μήκους από 250 μ. και πλάτους μέχρι 15μ.	60
4-18	Φόρμα εισαγωγής κριτηρίων για αναφορά ανωδομής και αναφορά οπλισμού ανωδομής	61
4-19	Απόσπασμα αναφοράς για Μονοκυψελωτό Κιβώτιο Συμβατικής Κατασκευής	63
4-20	Απόσπασμα αναφοράς οπλισμού για Μονοκυψελωτό Κιβώτιο Συμβατικής Κατασκευής	64

Αριθμός	Τίτλος	Σελ.
4-21	Φόρμα εισαγωγής κριτηρίων για αναφορά ανοιγμάτων και αναφορά οπλισμού ανοιγμάτων	65
4-22	Απόσπασμα αναφοράς ακραίων ανοιγμάτων για Προβολοδόμηση	66
4-23	Απόσπασμα αναφοράς κατανάλωσης οπλισμού ακραίων ανοιγμάτων για Προβολοδόμηση	67
4-24	Φόρμα εισαγωγής κριτηρίων για αναφορά βάθρων και αναφορά κατανάλωσης οπλισμού βάθρων	68
4-25	Απόσπασμα αναφοράς μεσόβαθρου με διατομή Ορθογωνική με κενό, τύπο σύνδεσης τα Εφέδρανα και ύψους έως 15μ.	69
4-26	Απόσπασμα αναφοράς κατανάλωσης οπλισμού μεσόβαθρου με διατομή Ορθογωνική με κενό, τύπο σύνδεσης τα Εφέδρανα και ύψους έως 15μ.	70
4-27	Φόρμα εισαγωγής κριτηρίων για αναφορά θεμελιώσεων	71
4-28	Απόσπασμα αναφοράς θεμελιώσεων με Πασσάλους για βάθρα έως 15μ. και μέθοδο κατασκευής την Προβολοδόμηση	72
4-29	Απόσπασμα αναφοράς θεμελιώσεων με Φρέατα για βάθρα ύψους από 10μ.έως 40μ. και μέθοδο κατασκευής την Τμηματική Προώθηση	73
4-30	Απόσπασμα αναφοράς θεμελιώσεων με Πέδιλα για βάθρα έως 25μ. και μέθοδο κατασκευής τον Προωθούμενο Μεταλλότυπο	74
4-31	Απόσπασμα Καρτέλας Βοήθειας για την Καρτέλα Εισαγωγής Δεδομένων	75
4-32	Απόσπασμα Καρτέλας Βοήθειας για τον πίνακα Superstructure	76
4-33	Απόσπασμα Καρτέλας Βοήθειας για την Καρτέλα Περιήγησης και Επεξεργασίας Δεδομένων	77
4-34	Απόσπασμα Καρτέλας Βοήθειας για την Καρτέλα Αναφορών	78
5-1	Διάγραμμα κλάσεων στατιστικού δείγματος	83
6-1	Οθόνη εισαγωγής γενικών στοιχείων της γέφυρας για το πρώτο παράδειγμα έργου	87
6-2	Οθόνη εισαγωγής δεδομένων σχεδιασμού για το πρώτο παράδειγμα έργου	88
6-3	Μήνυμα σφάλματος ελλειπών στοιχείων για το πρώτο παράδειγμα έργου	88
6-4	Οθόνη εισαγωγής συντεταγμένων εδάφους για το πρώτο παράδειγμα έργου	89
6-5	Οθόνη εισαγωγής οικονομικών δεδομένων για το πρώτο παράδειγμα έργου	90
6-6	Μηκοτομή γέφυρας για το πρώτο παράδειγμα έργου	92
6-7	Στοιχεία Μηκοτομής για το πρώτο παράδειγμα έργου	94
6-8	Οθόνη εισαγωγής δεδομένων ανοιγμάτων για το πρώτο παράδειγμα έργου	95
6-9	Μηκοτομή γέφυρας με τα βάθρα θεμελίωσης για το πρώτο παράδειγμα έργου	96

Αριθμός	Τίτλος	Σελ.
6-10	Οθόνη εισαγωγής δεδομένων βάθρων για το πρώτο παράδειγμα έργου	97
6-11	Αλγόριθμος επιλογής τύπου εδάφους	98
6-12	Οθόνη αυτοματοποιημένης επιλογής τύπου εδάφους	99
6-13	Οθόνη αποτελεσμάτων αθροιστικών ποσοτήτων εργασιών για το πρώτο παράδειγμα έργου	102
6-14	Οθόνη αποτελεσμάτων ποσοτήτων εργασιών ανοιγμάτων για το πρώτο παράδειγμα έργου	103
6-15	Οθόνη αποτελεσμάτων ποσοτήτων εργασιών βάθρων για το πρώτο παράδειγμα έργου	104
6-16	Οθόνη αποτελεσμάτων ποσοτήτων εργασιών για το πρώτο παράδειγμα έργου (τιμές 95 ^{ου} εκατοστημορίου)	105
6-17	Τελική οθόνη εισαγωγής τιμών μονάδας και υπολογισμού συνολικού κόστους για το πρώτο παράδειγμα έργου	106
6-18	Οθόνη αποτελεσμάτων κόστους ανοιγμάτων για το πρώτο παράδειγμα έργου	107
6-19	Οθόνη αποτελεσμάτων κόστους βάθρων για το πρώτο παράδειγμα έργου	107
6-20	Τελική οθόνη εισαγωγής τιμών μονάδας και υπολογισμού συνολικού κόστους για το πρώτο παράδειγμα έργου (τιμές 95 ^{ου} εκατοστημορίου)	108
6-21	Μηκοτομή γέφυρας για το δεύτερο παράδειγμα έργου	109
6-22	Στοιχεία μηκοτομής για το δεύτερο παράδειγμα έργου	110
6-23	Οθόνη εισαγωγής δεδομένων ανοιγμάτων για το δεύτερο παράδειγμα έργου	110
6-24	Μηκοτομή γέφυρας με τα βάθρα θεμελίωσης για το δεύτερο παράδειγμα έργου	111
6-25	Οθόνη εισαγωγής δεδομένων βάθρων για το δεύτερο παράδειγμα έργου	111
6-26	Οθόνη αποτελεσμάτων αθροιστικών ποσοτήτων εργασιών για το δεύτερο παράδειγμα έργου	112
6-27	Οθόνη αποτελεσμάτων ποσοτήτων εργασιών ανοιγμάτων για το δεύτερο παράδειγμα έργου	113
6-28	Οθόνη αποτελεσμάτων ποσοτήτων εργασιών βάθρων για το δεύτερο παράδειγμα έργου	113
6-29	Οθόνη αποτελεσμάτων ποσοτήτων εργασιών για το δεύτερο παράδειγμα έργου (τιμές 95 ^{ου} εκατοστημορίου)	114
6-30	Τελική οθόνη εισαγωγής τιμών μονάδας και υπολογισμού συνολικού κόστους για το δεύτερο παράδειγμα έργου	115
6-31	Οθόνη αποτελεσμάτων κόστους ανοιγμάτων για το δεύτερο παράδειγμα έργου	115
6-32	Οθόνη αποτελεσμάτων κόστους βάθρων για το δεύτερο παράδειγμα έργου	116
6-33	Τελική οθόνη εισαγωγής τιμών μονάδας και υπολογισμού συνολικού κόστους για το δεύτερο παράδειγμα έργου (τιμές 95 ^{ου} εκατοστημορίου)	117
6-34	Μηκοτομή γέφυρας για το τρίτο παράδειγμα έργου	118
6-35	Στοιχεία Μηκοτομής για το τρίτο παράδειγμα έργου	119

Αριθμός	Τίτλος	Σελ.
6-36	Οθόνη εισαγωγής δεδομένων ανοιγμάτων για το τρίτο παράδειγμα έργου	119
6-37	Μηκοτομή γέφυρας με τα βάθρα θεμελίωσης για το τρίτο παράδειγμα έργου	120
6-38	Οθόνη εισαγωγής δεδομένων βάθρων για το τρίτο παράδειγμα έργου	120
6-39	Οθόνη αποτελεσμάτων αθροιστικών ποσοτήτων εργασιών για το τρίτο παράδειγμα έργου	121
6-40	Οθόνη αποτελεσμάτων ποσοτήτων εργασιών ανοιγμάτων για το τρίτο παράδειγμα έργου	122
6-41	Οθόνη αποτελεσμάτων ποσοτήτων εργασιών βάθρων για το τρίτο παράδειγμα έργου	122
6-42	Οθόνη αποτελεσμάτων ποσοτήτων εργασιών για το τρίτο παράδειγμα έργου (τιμές 95 ^{ου} εκατοστημορίου)	123
6-43	Τελική οθόνη εισαγωγής τιμών μονάδας και υπολογισμού συνολικού κόστους για το τρίτο παράδειγμα έργου	124
6-44	Οθόνη αποτελεσμάτων κόστους ανοιγμάτων για το τρίτο παράδειγμα έργου	125
6-45	Οθόνη αποτελεσμάτων κόστους βάθρων για το τρίτο παράδειγμα έργου	125
6-46	Τελική οθόνη εισαγωγής τιμών μονάδας και υπολογισμού συνολικού κόστους για το τρίτο παράδειγμα έργου (τιμές 95 ^{ου} εκατοστημορίου)	126

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Αριθμός	Τίτλος	Σελ.
3-1	Πρόσθετες γέφυρες Εγνατίας Οδού για τις οποίες συλλέχθηκαν στοιχεία	39
5-1	Συντελεστές Συσχέτισης μεταβλητών	81
5-2	Απόσπασμα στοιχείων ακροβάθρων	82
5-3	Κατηγοριοποίηση στατιστικού δείγματος κατά ύψος	83
5-4	Αποτελέσματα Στατιστικής Ανάλυσης Ακροβάθρων με Επιφανειακή Θεμελίωση	84
5-5	Αποτελέσματα Στατιστικής Ανάλυσης Ακροβάθρων με Πασσάλους	84

1. ΠΛΑΙΣΙΟ ΚΑΙ ΔΟΜΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

1.1 Εισαγωγή

Η ανάγκη για γρήγορη και ασφαλή μετακίνηση αγαθών και ανθρώπων κατέστησε αναγκαία τη δημιουργία ανεπτυγμένου και ασφαλούς δικτύου μεταφορών. Οι υποδομές των μεταφορών, ωστόσο, είναι ακριβές και εμφανίζουν, στις περισσότερες περιπτώσεις, υπερβάσεις στον προϋπολογισμό της δαπάνης κατασκευής τους. Οι υπερβάσεις προκαλούν με τη σειρά τους αύξηση του συνολικού κόστους των έργων υποδομής και, τελικά, μείωση των έργων που πραγματοποιούνται (Cantarelli, 2012). Μολονότι η ανάπτυξη των μεταφορικών υποδομών σε όλο τον κόσμο απορροφά πολύ μεγάλα ποσά κεφαλαίων, δεν υπάρχει επαρκής, συστηματική και αξιόπιστη γνώση για το κόστος κατασκευής, το περιθώριο κέρδους και το ρίσκο που περιλαμβάνει κάθε έργο (Flyvbjerg, 2003). Για το λόγο αυτό, η εκτίμηση της δαπάνης κατασκευής των έργων στα προκαταρκτικά στάδια σχεδιασμού και η μελέτη των υπερβάσεων δαπάνης έχουν αποτελέσει αντικείμενο εκτεταμένης έρευνας. Ο Flyvbjerg (2007) δημιούργησε τη μεγαλύτερη βάση δεδομένων με υπερβάσεις δαπάνης κατασκευής από 258 τεχνικά έργα. Κατέληξε στο συμπέρασμα ότι, το πραγματικό κόστος κατασκευής ξεπέρασε το αντίστοιχο εκτιμώμενο κατά 27.60% για το σύνολο των έργων, και κατά 33.80% ειδικότερα για τις γέφυρες. Η μελέτη του ανέδειξε, επίσης, ότι η πιθανότητα υπέρβασης του κόστους κατασκευής για ένα τυχαίο έργο υποδομής ανέρχεται στο 86.00%.

1.2 Στόχος Παρούσας Εργασίας

Στην κατασκευή αυτοκινητοδρόμων παρατηρούνται συχνά υπέρβαση της δαπάνης που είχε προϋπολογιστεί. Ως εκ τούτου, οι μελετητές αναζητούν εργαλεία αξιόπιστης προκαταρκτικής εκτίμησης του κόστους κατασκευής κατά τα αρχικά στάδια σχεδιασμού. Η συλλογή των πραγματικών στοιχείων από προηγούμενα έργα θεωρείται αναγκαία για την ανάπτυξη σχετικών μοντέλων. Στη βιβλιογραφία, όμως, απουσιάζουν εκτεταμένες βάσεις

δεδομένων με στοιχεία οδικών υποδομών. Ειδικότερα για τις οδικές γέφυρες, εντοπίστηκαν λιγοστές ερευνητικές προσπάθειες για συλλογή δεδομένων με σκοπό, πέραν της αποθήκευσής τους, την επεξεργασία για τον προσδιορισμό μοντέλων εκτίμησης ποσοτήτων εργασιών και δαπάνης κατασκευής κατά τη φάση του αρχικού σχεδιασμού του έργου. Στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας αποτελεί η ανάπτυξη ολοκληρωμένου συστήματος προκοστολόγησης οδικών γεφυρών από σκυρόδεμα. Το σύστημα υπολογίζει ποσότητες εργασιών για όλα τα επιμέρους τμήματα της γέφυρας χρησιμοποιώντας μοντέλα εξαχθέντα με στατιστική ανάλυση παλινδρόμησης. Παράλληλα, δημιουργήθηκε βάση δεδομένων με πλήρη στοιχεία οδικών γεφυρών.

1.3 Δομή της εργασίας

Το **πρώτο** εισαγωγικό κεφάλαιο περιλαμβάνει την παρουσίαση των στόχων της διπλωματικής εργασίας.

Στο **δεύτερο κεφάλαιο** παρουσιάζεται το θεωρητικό πλαίσιο που χρησιμοποιήθηκε. Γίνεται επισκόπηση της βιβλιογραφίας αναφορικά με έμπειρα συστήματα σχεδιασμού και εκτίμησης κόστους έργων υποδομής γενικά και οδικών γεφυρών ειδικότερα. Στη συνέχεια, εξετάζονται βάσεις δεδομένων που περιέχουν στοιχεία οδικών γεφυρών. Επίσης, αναλύονται οι γλώσσες προγραμματισμού που χρησιμοποιήθηκαν για την υλοποίηση των εφαρμογών της εργασίας με έμφαση στην επεξήγηση των λόγων που οδήγησαν στην επιλογή τους.

Στο **τρίτο κεφάλαιο** αναλύεται η Βάση Δεδομένων Οδικών Γεφυρών (ΒΔΟΓ) που αναπτύχθηκε. Παρουσιάζεται η δομή της Βάσης και τα στοιχεία των πινάκων της, ενώ υποδεικνύονται οι συσχετίσεις μεταξύ των διαφορετικών πινάκων. Στη συνέχεια περιγράφεται η διαδικασία συλλογής των στοιχείων.

Στο **τέταρτο κεφάλαιο** παρουσιάζεται αναλυτικά το πρόγραμμα ηλεκτρονικού υπολογιστή “DataBridge” που αναπτύχθηκε για τη διαχείριση της ΒΔΟΓ. Το πρόγραμμα υλοποιήθηκε σε προγραμματιστικό περιβάλλον HTML, ενώ οι διεργασίες του πραγματοποιήθηκαν με τη βοήθεια της JAVA. Το λογισμικό παρέχει τη δυνατότητα εισαγωγής δεδομένων, εξαγωγής αναφορών, αναζήτησης, επεξεργασίας και διαγραφής εγγραφών.

Παρουσιάζονται αντιπροσωπευτικές εικόνες της εφαρμογής για την πληρέστερη περιγραφή του.

Στο **πέμπτο κεφάλαιο** αναπτύσσεται μοντέλο εκτίμησης δαπάνης κατασκευής και ποσοτήτων εργασιών των ακροβάθρων.

Στο **έκτο κεφάλαιο** περιγράφεται εκτενώς το έμπειρο σύστημα σχεδιασμού και εκτίμησης κόστους “CostBridge” που αναπτύχθηκε στα πλαίσια της εργασίας σε γλώσσα προγραμματισμού C#. Το πρόγραμμα χρησιμοποιεί ως βασικά δεδομένα εισόδου τις συντεταγμένες της μηκοτομής για τη γέφυρα (ερυθρά γραμμή) και το έδαφος, το πλάτος του καταστρώματος και τον αριθμό των ανοιγμάτων. Ο χρήστης καθορίζει ακόμη τη μέθοδο κατασκευής που ακολουθείται και τον τύπο θεμελίωσης των βάθρων. Η εφαρμογή παρέχει διαδοχικές γραφικές απεικονίσεις της υπό μελέτη γέφυρας. Στις τελευταίες φόρμες της εφαρμογής υπολογίζονται οι ποσότητες εργασιών των επιμέρους στοιχείων της οδικής γέφυρας καθώς και η αντίστοιχη δαπάνη τους. Επισημαίνεται ότι κατά τους υπολογισμούς χρησιμοποιούνται τα αντίστοιχα μοντέλα που αναπτύχθηκαν από τον Φραγκάκη (2012), καθώς και οι εξισώσεις των ακροβάθρων που παρουσιάστηκαν στο πέμπτο κεφάλαιο.

Στο **έβδομο κεφάλαιο** παρουσιάζονται τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την εκπόνηση της παρούσας εργασίας και παρατίθενται προτάσεις για περαιτέρω έρευνα.

2. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

2.1.1 Έμπειρα Συστήματα Σχεδιασμού Έργων Υποδομής

Εδώ και πολλές δεκαετίες οι μηχανικοί εντείνουν τις προσπάθειές τους για ανάπτυξη έξυπνων και αυτοματοποιημένων συστημάτων σχεδιασμού έργων υποδομής, με σκοπό τη διευκόλυνση του πολύπλοκου έργου τους. Οι προσπάθειες αυτές συμβαδίζουν με την εξέλιξη των ηλεκτρονικών υπολογιστών που αναλαμβάνουν το υπολογιστικό κομμάτι των μελετών για έργα υποδομής. Ως εκ τούτου, τα τελευταία χρόνια ο αριθμός των συστημάτων αυτών αυξήθηκε. Σύμφωνα με τον Jackson (1986), έμπειρο σύστημα (expert system) ορίζεται ως ένα ηλεκτρονικό σύστημα ικανό να αναπαραστήσει και να εκλογικεύσει ένα γνωστικό τομέα, με σκοπό την επίλυση προβλημάτων και την παροχή συμβουλών. Τα έμπειρα συστήματα διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη διαδικασία σχεδιασμού. Η εφαρμογή τους αποτελεί λογική επέκταση των ηλεκτρονικών αλγοριθμικών εφαρμογών. Το έργο του πολιτικού μηχανικού, συγκεκριμένα, χαρακτηρίζεται από κωδικοποιημένους κανόνες και προδιαγραφές, συλλογή και ανάκτηση δεδομένων, λογικές διαδικασίες, αναλυτικές διεργασίες και γνώση των ειδικών. Κατά την επισκόπηση της βιβλιογραφίας εντοπίστηκαν πολλές ερευνητικές και πρακτικές εφαρμογές που αφορούν σε έμπειρα συστήματα κοστολόγησης και σχεδιασμού έργων υποδομής σε προκαταρκτικό στάδιο, καθώς και πρόβλεψης διαφόρων άλλων μεταβλητών, όπως τον απαιτούμενο χρόνο ολοκλήρωσης και τις τεχνικές προδιαγραφές του έργου.

Ο Basden (1988) ανέπτυξε το πρόγραμμα ELSIE στα πλαίσια του ερευνητικού προγράμματος Alvey του πανεπιστημίου του Salford. Το πρόγραμμα δεχόταν τις απαιτήσεις του χρήστη και εκτιμούσε τη βέλτιστη διάρκεια, τον προϋπολογισμό και την κερδοφορία του έργου υποδομής.

Οι Hendrickson, Zozaya-Gorostiza, Rehak και Lim (1988) ανέπτυξαν την εφαρμογή "CONSTRUCTION PLANEX" που εκτιμά το κόστος κατασκευής μεγάλων κτιρίων από οπλισμένο σκυρόδεμα και χάλυβα, λαμβάνοντας υπόψη τις απαιτούμενες εκσκαφές και θεμελιώσεις. Η εφαρμογή υπολογίζει, ακόμη, το χρόνο περάτωσης των επιμέρους εργασιών παρουσιάζοντας

συνολικό διάγραμμα Gant. Η προσέγγιση που ακολουθεί και αναπτύσσεται από κάτω προς τα πάνω (bottom-up) σε πέντε στάδια: α) Περιγραφή κτιρίου και μοναδιαίων στοιχείων σχεδιασμού του, β) Προσδιορισμός δραστηριοτήτων που απαιτούνται για την κατασκευή κάθε στοιχείου σχεδιασμού, γ) Ομαδοποίηση των δραστηριοτήτων, δ) Εκτίμηση διάρκειας και κόστους κατασκευής των επιμέρους δομικών στοιχείων και ε) Συσχετισμός δραστηριοτήτων με σκοπό τη δημιουργία δικτύου δραστηριοτήτων. Εντούτοις, το σύστημα απαιτεί λεπτομερή περιγραφή των στοιχείων σχεδιασμού (διαστάσεις και συντεταγμένες) και ασχολείται μόνο με τις απαιτούμενες εκσκαφές και την ανέγερση του φέροντα οργανισμού του κτηρίου. Επιπρόσθετα, δε συνδέεται με πρόγραμμα ηλεκτρονικής σχεδίασης (computer-aided design systems).

Οι Burns et al. (1993) ανέπτυξαν το σύστημα “CCMAS” (Construction Cost Management Analysis System) για τον υπολογισμό και ανάλυση του κόστους μεγάλων πολεμικών εγκαταστάσεων. Το σύστημα χρησιμοποιεί παραμετρικές μεθόδους εκτίμησης και βασίζεται σε κωδικοποιημένα και αδόμητα δεδομένα. Περιέχει περισσότερους από 900 τύπους εγκαταστάσεων, καθώς και τις ποσότητες υλικών που απαιτήθηκαν για κάθε μία. Αποτελεί το πρώτο αυτοματοποιημένο και ολοκληρωμένο σύστημα υπολογισμού και διαχείρισης δαπάνης κατασκευής που εφαρμόζεται από το αρχικό μέχρι και το τελικό στάδιο της κατασκευής.

Ο McCormick (1999) ανέπτυξε ηλεκτρονικό σύστημα για την επεξεργασία και παρουσίαση εκτιμήσεων κόστους στη βιομηχανία των κατασκευών. Το σύστημα υπολογίζει το συνολικό κόστος ή ακόμη και τμήμα του, αποθηκεύει τα δεδομένα για τα υλικά κατασκευής σε βάση δεδομένων και εκτυπώνει τα αποτελέσματα με τη βοήθεια κεντρικού υπολογιστή.

Οι Yu και Chern (2007) δημιούργησαν έμπειρο σύστημα σχεδιασμού σηράγγων, το οποίο βασίζεται καταρχήν στη συλλογή δεδομένων στην περιοχή, καθώς και σε βιβλιοθήκη εργαλείων για την επεξεργασία, ανάλυση, προσομοίωση και αξιολόγηση των δεδομένων. Το πρόγραμμα οδηγεί στη λήψη αποφάσεων για το σχεδιασμό της υποστήριξης και των κατασκευαστικών διαδικασιών και χρησιμοποιεί επτά επιμέρους υποσυστήματα για την ικανοποίηση των σύνθετων απαιτήσεων κατασκευής σηράγγων.

Η Πετρουτσάτου (2008), αφού αρχικά δημιούργησε βάση δεδομένων με πραγματικά κατασκευαστικά στοιχεία από σήραγγες της Εγνατίας Οδού, ανέπτυξε δύο μοντέλα προεκτίμησης ποσοτήτων εργασιών και δαπάνης κατασκευής οδικών σηράγγων. Το πρώτο

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΚΟΣΤΟΥΣ ΚΑΙ ΒΑΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΟΔΙΚΩΝ ΓΕΦΥΡΩΝ ΑΠΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ

μοντέλο βασίστηκε στη στατιστική μέθοδο της τμηματικής-βηματικής παλινδρόμησης (MR) και το δεύτερο στα νευρωνικά δίκτυα (NNs). Οι δύο μέθοδοι συγκρίθηκαν με βάση τα αποτελέσματά τους χρησιμοποιώντας τυχαίο δείγμα διατομών από τα αρχικά δεδομένα. Η έρευνα ανέδειξε την απουσία γραμμικότητας μεταξύ εξαρτημένων και ανεξάρτητων μεταβλητών. Όταν δεν είναι ευκρινής ο τρόπος με τον οποίο οι μεταβλητές σχεδιασμού επιδρούν στη δαπάνη κατασκευής, ευνοείται η προεκτίμηση με χρήση νευρωνικών δικτύων. Το μοντέλο βηματικής παλινδρόμησης έχει πιο ακριβή αποτελέσματα στις περιπτώσεις που υφίσταται γραμμικότητα.

Οι Chen, Wang, Liu και Chen (2010) ανέπτυξαν μοντέλο για τη βραχυπρόθεσμη πρόβλεψη των οικονομικών απαιτήσεων μεγάλων δομικών έργων, λαμβάνοντας στοιχεία από 42 ολοκληρωμένα έργα υποδομής που περιλαμβάνουν 20 έργα αστικών σιδηροδρόμων, 14 αυτοκινητοδρόμους και 8 κτήρια δημοσίας χρήσης. Η μαθηματική εφαρμογή πραγματοποιείται με απλά πακέτα λογισμικού, όπως το “MS EXCEL”. Οι χρήστες εφαρμόζουν καμπύλες S για την εκτίμηση του συνολικού κόστους, αλλά και της επιμέρους κατανομής του στο έργο πριν την έναρξη των εργασιών. Το μοντέλο εφαρμόζεται σε διαφορετικά στάδια του έργου, αρχίζοντας από τη σύλληψή του, με σκοπό την πρόβλεψη της κατανομής του κεφαλαίου. Στη συνέχεια, το κόστος επανεκτιμάται κατά τη διάρκεια της κατασκευής χρησιμοποιώντας δεδομένα από το ίδιο το έργο. Το σύστημα χρησιμοποιείται για την πρόβλεψη των οικονομικών μεταβλητών ώστε να μην προκύπτουν σημαντικές αποκλίσεις και, επομένως, ανεπάρκεια πόρων των αναδόχων της κατασκευής.

Ο Langdon (2012) σε συνεργασία με τον εκδοτικό οίκο “Taylor & Francis” κατήρτισε τους πίνακες “SPON’s” με λεπτομερείς τιμές κόστους για όλα τα στοιχεία των κατασκευαστικών έργων. Οι πίνακες καλύπτουν μεγάλο εύρος στον τομέα των κατασκευών και απευθύνεται σε διάφορους κλάδους μηχανικών, από τους πολιτικούς και τους αρχιτέκτονες μηχανικούς έως τους ηλεκτρολόγους μηχανικούς. Κάθε χρόνο πραγματοποιείται επικαιροποίησή τους, ώστε να αντικατοπτρίζουν τις αλλαγές της αγοράς σε σχέση με τις τιμές που έχουν εκδοθεί σε προηγούμενη έκδοση.

2.1.2 Συστήματα Σχεδιασμού και Κοστολόγησης Οδικών Γεφυρών

Στη βιβλιογραφία εντοπίστηκαν διάφορα συστήματα για τον προκαταρκτικό σχεδιασμό και την εκτίμηση κόστους κατασκευής οδικών γεφυρών, που καλύπτουν είτε το σύνολό τους, είτε επιμέρους στοιχεία τους.

Οι Welch και Biswas (1987) δημιούργησαν το BDES (Bridge Design Expert System), ένα έμπειρο σύστημα σχεδιασμού που περιορίζεται στην ανωδομή της οδικής γέφυρας, μικρού ή μεσαίου ανοίγματος, σε περιβάλλον DOS και Turbo-PASCAL. Το σύστημα υπολογίζει τα τεχνικά χαρακτηριστικά της ανωδομής, τα οποία χρησιμοποιούνται μετέπειτα στη σχηματική απεικόνισή της, ακολουθώντας τις παραμέτρους σχεδιασμού που ορίζονται από την AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Official). Το σύστημα είναι συμβατό με όλα τα λειτουργικά συστήματα, επιτρέπει τη σύνδεση των γραφικών απεικονίσεων με σχεδιαστικές εφαρμογές και δίνει τη δυνατότητα για επιλογή της βέλτιστης λύσης.

Οι Burgoyne και Sham (1987) δημιούργησαν βάση γνώσης (knowledge base), ορίζοντας κανόνες για την κατασκευή της ανωδομής των οδικών γεφυρών από προεντεταμένο σκυρόδεμα. Μοντελοποίησαν τους κανόνες με τη βοήθεια της γλώσσας προγραμματισμού PROLOG και διαιρέσαν το σχεδιασμό σε τρεις επιμέρους διαδικασίες: σε πρώτη φάση χρησιμοποιούνται ποσοτικοί κανόνες σε εννοιολογικό επίπεδο ανάλογα με τις απαιτήσεις του χρήστη και το σύστημα υπολογίζει μόνο τις κύριες διαστάσεις της γέφυρας. Οι μαθηματικοί υπολογισμοί πραγματοποιούνται δευτερευόντως και προτείνεται από το σύστημα λύση που να ικανοποιεί τα επιλεγμένα οικονομοτεχνικά κριτήρια. Στο τελικό στάδιο υπολογίζονται τα ειδικότερα στοιχεία της ανωδομής, όπως τα καλώδια στήριξης, ώστε να ικανοποιούνται οι απαιτήσεις στατικού σχεδιασμού.

Οι Adeli και Balasubramanyam (1988) εισήγαγαν στην τεχνολογία των έμπειρων συστημάτων τη μαθηματική βελτιστοποίηση και δημιούργησαν πρωτότυπο σύστημα (BTEExpert) που αναζητά το βέλτιστο, ελαφρύτερο, σύστημα δικτυωμάτων για υποστήριξη ανωδομής οδικών γεφυρών. Η διαδικασία της βελτιστοποίησης πραγματοποιείται επαναληπτικά, προσφέροντας διαφορετικές επιλύσεις κάθε φορά. Σημαντικό πλεονέκτημα της εφαρμογής αποτελεί η δυνατότητα παρακολούθησης της διαδικασίας σε κάθε βήμα, σε αντίθεση με τις

συνήθεις ηλεκτρονικές εφαρμογές που παρουσιάζουν στο χρήστη μόνο τα τελικά αποτελέσματα.

Οι Spencer, Atkins και Podlaha (1989) ανέπτυξαν σύστημα προκαταρκτικού σχεδιασμού για γέφυρες (RCABE) μικρών και μεσαίων ανοιγμάτων. Το σύστημα παρέχει συμβουλευτικό ρόλο προς το μελετητή προσφέροντας ποικίλες εναλλακτικές επιλογές κατά τη διάρκεια της διαδικασίας σχεδιασμού. Εκτελείται στα πλαίσια του πακέτου λογισμικού EXSYS, γραμμένο σε γλώσσα C. Παρουσιάζει, ωστόσο, κάποιους περιορισμούς, καθώς η απουσία γραφικών το καθιστά δύσχρηστο στην επικοινωνία με το χρήστη.

Ο Moore (1991) ανέπτυξε το σύστημα BRIDGE1 για τον εννοιολογικό σχεδιασμό οδικών γεφυρών μικρού και μεσαίου μήκους χρησιμοποιώντας ως γλώσσα προγραμματισμού την LPA PROLOG. Το σύστημα εφαρμόζεται για γέφυρες έως τεσσάρων ανοιγμάτων και εφαρμόζεται επιτυχώς σε ποσοστό από 60% έως 80% των περιπτώσεων που προκύπτουν. Δεδομένου ότι το σύνολο της γνώσης των ειδικών αποτυπώνεται στο σύστημα μέσω αλγορίθμων, το πρόγραμμα αποτυγχάνει να ανταποκριθεί σε ορισμένες ειδικές κατασκευαστικές συνθήκες. Το μοντέλο θεωρήθηκε πρώτης γενιάς και συμπεριλαμβάνει, εκτός του σχεδιασμού των γεφυρών, και τον έλεγχο της γνώσης των ειδικών.

Οι Choi και Choi (1993) δημιούργησαν το SUPEREX για το σχεδιασμό της ανωδομής οδικών γεφυρών με βάση την εμπειρία και τη γνώση των ειδικών, που αναπαρίστανται σε βάση δεδομένων. Το σύστημα, με τη βοήθεια της γνωστικής βάσης που περιέχει τους κανόνες και τις μαθηματικές τους απεικονίσεις, εμφανίζει τα αποτελέσματα στην οθόνη του χρήστη.

Οι Reich και Fenves (1995) πρότειναν πειραματικό σύστημα (BRIDGER) για το σχεδιασμό καλωδιωτών γεφυρών. Τα σύστημα αρχικά συνθέτει μια λύση βασισμένο σε παλαιότερες κατασκευές ή γνωστικές βάσεις. Στη συνέχεια ακολουθεί η ανάλυση της λύσης και οι μαθηματικοί υπολογισμοί και η γέφυρα επανασχεδιάζεται στην περίπτωση που δεν ικανοποιούνται οι κατασκευαστικές απαιτήσεις. Αξιολογούνται, ακόμη, οι εναλλακτικές λύσεις, τόσο με υποκειμενικά κριτήρια, όσο και με κριτήρια κόστους. Το σύστημα προσφέρει διαδιάστατες απεικονίσεις στο χρήστη για τη διευκόλυνση της επιλογής των παραμέτρων σχεδιασμού. Περιορίζεται, ωστόσο, στην πρισματική αναπαράσταση του τύπου καταστρώματος της γέφυρας και δεν υποστηρίζει άλλο τύπο διατομής.

Οι Sundaram και Burgoyne (1995) ανέπτυξαν σύστημα σχεδιασμού οδικών γεφυρών από προεντεταμένο σκυρόδεμα, το BRIDEX. Το πρόγραμμα σχεδιάστηκε με την αρχή ότι ο υπολογιστής εκτελεί υπολογισμούς και παρουσιάζει τα αποτελέσματα στο χρήστη, ο οποίος με τη σειρά του επιλέγει τα όρια και τις προδιαγραφές σχεδιασμού. Σε προκαταρκτική φάση ο χρήστης καθορίζει τις βασικές παραμέτρους, το συνολικό άνοιγμα, τις θέσεις θεμελίωσης και τις φορτίσεις. Το πλάτος της γέφυρας υπολογίζεται έμμεσα από την επιλογή του αριθμού λωρίδων κυκλοφορίας και την πιθανή ύπαρξη πεζοδρομίου. Το πρόγραμμα σχεδιάζει, στη συνέχεια, τη γέφυρα τηρώντας τους κανόνες που περιέχονται εξαρχής, αλλά και τις επιλογές του χρήστη. Σκοπός του αποτελεί η βοήθεια προς το χρήστη σε κάθε στάδιο του σχεδιασμού. Επισημαίνεται, ότι το σύστημα αυτό δεν περιέχει εκτιμήσεις των ποσοτήτων εργασιών που απαιτούνται για την ολοκλήρωση της γέφυρας ή εκτιμήσεις του κόστους κατασκευής.

Οι Aparicio et al (1996) ανέπτυξαν ολοκληρωμένο σύστημα σχεδιασμού οδικών γεφυρών από προεντεταμένο σκυρόδεμα. Το σύστημα επιτρέπει το σχεδιασμό γεφυρών με ανοίγματα μεσαίου και μεγάλου μήκους υπό διαφορετικές συνθήκες φόρτισης, λαμβάνοντας υπόψη τις ιδιότητες των υλικών, τις απαιτήσεις αντοχής και ασφάλειας που χρησιμοποιούνται στην ανάλυση. Το μοντέλο καθορίζει τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των επιμέρους στοιχείων της γέφυρας, τις απαιτούμενες ποσότητες οπλισμού και συμπληρωματικών υλικών και το κόστος κατασκευής της γέφυρας, με χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή. Τα αποτελέσματα αποθηκεύονται και είναι διαθέσιμα για περαιτέρω επεξεργασία και οικονομοτεχνική αξιολόγηση ποικίλων τρόπων ανέγερσης οδικών γεφυρών μέσω σύγκρισης των εναλλακτικών μεθόδων. Το σύστημα εξάγει δεδομένα για όλα τα στοιχεία της γέφυρας, την ανωδομή, την υποδομή και τις θεμελιώσεις. Κατά τη λειτουργία της εφαρμογής ο χρήστης καθορίζει ξεχωριστά τα βασικά δεδομένα γενικά για τη γέφυρα και ειδικότερα για κάθε στοιχείο της. Το μοντέλο παρέχει και γραφική απεικόνιση της προς σχεδιασμό γέφυρας, καθώς και τον προτεινόμενων διατομών της ανωδομής και των βάθρων.

Οι Ugwu και Kumaraswamy (2004) συνέλλεξαν στοιχεία κατασκευής 804 οδικών γεφυρών της περιόδου 1942-2001 στο Χονγκ Κονγκ. Ο αριθμός αυτός μειώθηκε σε 341 έργα μετά από εκ νέου επεξεργασία και μετασχηματισμό των δεδομένων ώστε όλα τα έργα να έχουν τον ίδιο αριθμό διαθέσιμων στοιχείων. Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκε αναγωγή των συλλεχθέντων στοιχείων κόστους στο έτος-βάση 2001. Εφαρμόζοντας τη θεωρία των νευρωνικών δικτύων για την υπολογιστική ανάλυση των δεδομένων και συγκεκριμένα το

ευρέως χρησιμοποιούμενο λογισμικό NeuroShell2, οι ερευνητές προέβλεψαν το κόστος κατασκευής οδικών γεφυρών. Τα αποτελέσματά τους κρίθηκαν ικανοποιητικά, ειδικότερα μετά την επανεξέταση και αξιολόγηση των δεδομένων όποτε τα ποσοστά απόκλισης μειώθηκαν σημαντικά. Η έρευνα κατέληξε στο συμπέρασμα ότι τα νευρωνικά δίκτυα δίνουν αξιόπιστα αποτελέσματα με τη συλλογή καλής ποιότητας δεδομένων και είναι δυνατό να χρησιμοποιηθούν σε συστήματα υποστήριξης αποφάσεων (DSS- Decision Support Systems) ως αρωγή στο έργο του μελετητή.

Ο Φραγκάκης (2012) δημιούργησε σύστημα προκοστολόγησης οδικών γεφυρών, εφαρμόζοντας στατιστικά μοντέλα γραμμικής παλινδρόμησης σε πραγματικά κατασκευαστικά στοιχεία. Τα στοιχεία αυτά καταχωρήθηκαν σε βάση δεδομένων οδικών γεφυρών που αναπτύχθηκε σε MICROSOFT Access. Τα μοντέλα παλινδρόμησης που υπολογίσθηκαν ελέχθησαν μέσω των στατιστικών δεικτών ώστε να παρέχουν αξιόπιστα αποτελέσματα. Το σύστημα αναπτύχθηκε σε περιβάλλον Java και υπολογίζει τις ποσότητες εργασιών, και στη συνέχεια το κόστος, ξεχωριστά για τα μεσόβαθρα και τις θεμελιώσεις τους, καθώς και για την ανωδομή, για τρεις μεθόδους κατασκευής οδικών γεφυρών. Περιέχει, επίσης, και έξυπνο σύστημα αυτόματου υπολογισμού του τύπου θεμελίωσης για τα μεσόβαθρα, με σκοπό την περαιτέρω διευκόλυνση του χρήστη. Απουσιάζει, ωστόσο, ο υπολογισμός των ποσοτήτων εργασιών των ακροβάθρων.

Το σύστημα προκοστολόγησης “CostBridge” που αναπτύχθηκε στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας αποσκοπεί στη συμπλήρωση των παλαιότερων ελλείψεων. Λήφθηκαν υπόψη τα προηγούμενα συστήματα, κυρίως αυτά που αφορούν στις οδικές γέφυρες, ώστε η εφαρμογή να γίνει εύχρηστη προς το χρήστη και, ταυτόχρονα, λειτουργική. Το σύστημα απαιτεί μικρό αριθμό δεδομένων εισόδου, τα οποία στο σύνολό τους είναι γνωστά στα προκαταρκτικά στάδια του σχεδιασμού. Εξάγει, όμως, σημαντικό αριθμό αποτελεσμάτων καλύπτοντας το μεγαλύτερο εύρος των οδικών γεφυρών, αφού υποστηρίζει τις κυριότερες μεθόδους κατασκευής. Για τον υπολογισμό των ποσοτήτων εργασιών επιλέχθηκαν τα μοντέλα του Φραγκάκη (2012) και συμπληρώθηκαν για τα αρόβαθρα με έρευνα που διενεργήθηκε στα πλαίσια της παρούσας εργασίας, καθώς θεωρούνται ιδιαίτερα αξιόπιστα για τα προκαταρκτικά στάδια σχεδιασμού. Η παρουσίαση των αποτελεσμάτων είναι είτε συνοπτική, είτε λεπτομερής για κάθε ξεχωριστό στοιχείο της γέφυρας, ώστε ο χρήστης να λαμβάνει άποψη για το σύνολο του κόστους, αλλά και την επιμέρους κατανομή του. Εισήχθησαν, ακόμη, δισδιάστατες

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΚΟΣΤΟΥΣ ΚΑΙ ΒΑΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΟΔΙΚΩΝ ΓΕΦΥΡΩΝ ΑΠΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ

γραφικές απεικονίσεις των μηκοτομών, των οποίων τα στοιχεία υπολογίζονται και παρουσιάζονται σε ξεχωριστές οθόνες, για διευκόλυνση του χρήστη στη διαδικασία επιλογής των παραμέτρων σχεδιασμού. Συμπερασματικά, το “CostBridge” χαρακτηρίζεται από την απλότητα, την αξιοπιστία και την ταχύτητα των εκτιμήσεων που προσφέρει, καθώς, σε αντίθεση με τα παλαιότερα συστήματα που απαιτούσαν αρκετές ώρες για την εξαγωγή αποτελεσμάτων, το συγκεκριμένο απαιτεί μερικά λεπτά μόνο.

2.1.3 Υπάρχουσες Βάσεις Δεδομένων Οδικών Γεφυρών

Η Υπηρεσία Μεταφορών της Ομοσπονδιακής Κυβέρνησης των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής (2012) έχει συλλέξει στοιχεία από όλες τις Πολιτείες και έχει καταρτίσει συγκεντρωτικό πίνακα με σκοπό την επισκόπηση των οδικών γεφυρών. Ο πίνακας διαιρείται σε υποπίνακες με βάση ποικίλα στοιχεία, όπως την πολιτεία, το έτος κατασκευής και τον τρόπο κατασκευής του καταστρώματος. Παρατίθεται, επίσης, πίνακας με το κόστος κατασκευής ανά μονάδα επιφάνειας οδικών γεφυρών, με βάση τις κατασκευασμένες γέφυρες της περιόδου 1994-2010 σε όλες τις πολιτείες.

Η Πολιτεία της Καλιφόρνια (2012) έχει δημιουργήσει βάση δεδομένων οδικών γεφυρών καθ’ έτος, μέχρι και το 2011, με βασικά στοιχεία που αφορούν στο κόστος είτε κατασκευής νέας γέφυρας, είτε αναβάθμισής της αυξάνοντας το πλάτος της. Με οδηγό τις υπάρχουσες γέφυρες, παρουσιάζονται πίνακες για την εκτίμηση του κόστους κατασκευής νέας γέφυρας εντός της πολιτείας, καλύπτοντας το 75% των πιθανών τρόπων κατασκευής που απαντώνται την παρούσα στιγμή στην Καλιφόρνια.

Η Πολιτεία του Όρεγκον (2011) έχει εκδώσει συλλεγμένα στοιχεία για γέφυρες υπό μορφή οδηγού για μελλοντικές κατασκευές. Παρουσιάζονται όλες οι γέφυρες της Πολιτείας με το κόστος κατασκευής (ή ακόμα και κατεδάφισης) κάθε επιμέρους στοιχείου. Η βάση δεδομένων επεκτείνεται και στις χωματουργικές εργασίες και τον εξοπλισμό. Περιέχει τοπογραφικό σκαρίφημα της περιοχής και της γέφυρας, στο οποίο αναφέρονται γενικά κατασκευαστικά της στοιχεία όπως το μήκος, το πλάτος και ο τρόπος κατασκευής. Παρουσιάζονται, ακόμη, συγκριτικά τα κόστη των γεφυρών σε άλλες Πολιτείες και οι

υψηλότερες και χαμηλότερες τιμές δημοπράτησης που επιτεύχθηκαν κατά το διαγωνισμό των έργων. Ο συγκεκριμένος οδηγός είναι από τους πιο πλήρεις που εντοπίστηκαν στη διεθνή βιβλιογραφία αναφορικά με τις προσπάθειες καταγραφής οδικών γεφυρών.

Η Πολιτεία της Φλόριντα (2011) παρουσιάζει οδηγό κόστους κατασκευής, κατεδάφισης και συντήρησης οδικών γεφυρών εντός των συνόρων της. Οι εκτιμήσεις αυτές βασίζονται στις υπάρχουσες κατασκευές και έχουν ομαδοποιηθεί σε γέφυρες μικρού (20-45ft), μεσαίου (45-150ft) και μεγάλου ανοίγματος (+150ft). Επιπλέον, κατηγοριοποιούνται ανάλογα με το στατικό μοντέλο των ανοιγμάτων τους και δίνονται οι ακραίες τιμές κόστους ανά μονάδα επιφάνειας.

Η Πολιτεία της Βόρειας Καρολίνας (2011) έχει δημιουργήσει βάση δεδομένων για οδικές γέφυρες μεγαλύτερες των είκοσι ποδιών, με στοιχεία όπως την τοποθεσία, την κατάσταση στην οποία βρίσκονται και το έτος κατασκευής. Η συγκεκριμένη βάση κρίνεται ιδιαίτερα ελλιπής, δεδομένου ότι απουσιάζουν μέχρι και τα βασικά κατασκευαστικά στοιχεία των έργων. Ουσιαστικά ο μοναδικός στόχος της βάσης είναι η κατηγοριοποίηση των γεφυρών σε ελαττωματικές ή μη.


Η Πολιτεία του Τέξας (2012) έχει αναπτύξει πλήρη ιστοσελίδα για το σχεδιασμό νέων οδικών γεφυρών. Έχει δημιουργήσει, αρχικά, πίνακες με τα κόστη μονάδας για διαφορετικές μεθόδους κατασκευής της ανωδομής, ανάλογα με το μέγεθος και το υλικό κατασκευής. Παρουσιάζονται, ακόμη, και πίνακες με οδηγίες για τα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν, το κόστος τους και τις τεχνικές προδιαγραφές τους, καθώς και στοιχεία για τις θεμελιώσεις παράλληλα με την παρουσία ποικίλων δοκιμών για τον καθορισμό των γεωτεχνικών προδιαγραφών. Παρατηρείται, ωστόσο, η απουσία παρουσίασης δεδομένων για τις υπάρχουσες γέφυρες.

Αναφορικά με τις γέφυρες των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής συναντήθηκε στη βιβλιογραφία μια πλούσια βάση δεδομένων, η NBI (National Bridge Inventory) (2013) που δημιουργήθηκε για πρώτη φορά το 1972 και περιέχει λεπτομερή στοιχεία για περισσότερες από 600.000 οδικές γέφυρες μεγαλύτερες των 30 ποδιών. Η βάση δεδομένων δίνει τη δυνατότητα αναζήτησης μέσω πολλαπλών κριτηρίων (Πολιτεία, μέθοδος κατασκευής, τύπος της γέφυρας, τύπος εμποδίου, υλικό κατασκευής). Η σημαντικότητα της συγκεκριμένης βάσης δεδομένων έγκειται στις αναφορές που εξάγονται μετά την αναζήτηση. Οι γέφυρες που πληρούν τα κριτήρια αναζήτησης παρουσιάζονται συγκεντρωμένες σε πίνακα με το όνομα, το

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΚΟΣΤΟΥΣ ΚΑΙ ΒΑΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΟΔΙΚΩΝ ΓΕΦΥΡΩΝ ΑΠΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ

μήκος, την περιοχή, το έτος κατασκευής και ανακατασκευής και τη μέθοδο κατασκευής. Δίδεται η επιλογή προεπισκόπησης κάθε γέφυρας ξεχωριστά στην οποία αναφέρονται τα γενικά της στοιχεία συγκεντρωμένα, με ιδιαίτερη έμφαση στην ποιότητα εξυπηρέτησης και το επίπεδο ασφάλειας που παρέχεται.

Εντοπίστηκε, τέλος, και μια διεθνής Βάση Δεδομένων (2012) με μεγάλα έργα υποδομής σε όλο τον κόσμο. Οι γέφυρες συναντώνται στην κατηγορία των μεταφορών. Για κάθε εγγραφή στη βάση παρέχεται φωτογραφικό υλικό και λεπτομερής παράθεση όλων των κατασκευαστικών διαστάσεων, όπως το συνολικό και τα επιμέρους μήκη ανοιγμάτων και το ύψος των βάρων. Αναφέρονται επίσης, το όνομα, η τοποθεσία και το έτος κατασκευής της γέφυρας. Τα υλικά κατασκευής που χρησιμοποιήθηκαν παρουσιάζονται συνοπτικά και παρατίθενται οι ποσότητες δομικού χάλυβα που χρησιμοποιήθηκε στην ανωδομή και στην υποδομή. Το Σχήμα 2-1 αναφέρεται σε γέφυρα της Δανίας, και περιέχει τα διαθέσιμα στοιχεία.



Dimensions	Quantities	Materials
cables	total length	6.8 km
	number of cables	2
	strands per cable	37
	wires per strand	504
	cable diameter	0.827 m
	total number of wires per cable	18648
	on axis distance between the main cables	27.00 m
eastern approach	deck depth	6.7 m
	total length	2 529 m
	span lengths	73 m 12 x 193 m 140 m
	deck width	25.1 m
main bridge	main span	1 624 m
	deck depth	4.00 m
	total length	2 694 m
	span lengths	535 m 1624 m 535 m
	deck width	31.00 m
pylons	pylon height	254 m
western approach	deck depth	6.7 m
	total length	1 567 m
	span lengths	143 m - 7 x 193 m - 73 m
	deck width	25.1 m

Σχήμα 2 - 1 Παράδειγμα Εγγραφής Οδικής Γέφυρας στη Βάση Δεδομένων

Γίνεται εύκολα αντιληπτό ότι, τόσο στη διεθνή, όσο και στην εγχώρια βιβλιογραφία, δεν εντοπίστηκαν ολοκληρωμένες βάσεις δεδομένων οδικών γεφυρών λόγω έλλειψης στοιχείων. Τα στοιχεία που βρέθηκαν για τις ποσότητες εργασιών σκυροδέματος, χάλυβα και λοιπών υλικών είναι ελάχιστα. Επομένως, αυξάνεται η ανάγκη για πληρέστερες βάσεις δεδομένων οδικών γεφυρών που θα διευκολύνουν τη γενική επισκόπηση των έργων, αλλά και τον υπολογισμό του κόστους κατασκευής μιας νέας γέφυρας μέσω στατιστικών μοντέλων που εφαρμόζονται στις υπάρχουσες εγγραφές.

2.2 Θεωρητικά στοιχεία Βάσεων Δεδομένων

Στο παρόν κεφάλαιο δίνεται το θεωρητικό υπόβαθρο των βάσεων δεδομένων. Βασίστηκε στους Connolly & Begg (2005), Date (1995), Townsend (1992), Ramakrishnan & Gehrke (2002) και Silberschatz, Korth & Sudarshan (2002).

Αρχικά με τον όρο βάση δεδομένων ορίζεται “μια κοινόχρηστη συλλογή λογικώς συνδεδεμένων δεδομένων και μια περιγραφή αυτών των δεδομένων, η οποία έχει σχεδιαστεί για να ανταπεξέλθει στις ανάγκες του χρήστη για πληροφορίες”.

Αναλύοντας τις ανάγκες για πληροφορίες, αναγνωρίζονται οντότητες (entities), χαρακτηριστικά (attributes) και συσχετίσεις (relationships). Με τον όρο οντότητα εννοείται οποιοδήποτε διακριτό αντικείμενο (το όνομα μιας γέφυρας, το μήκος, ο αριθμός των ανοιγμάτων της) που πρέπει να αναπαρασταθεί στη βάση δεδομένων. Τα χαρακτηριστικά αποτελούν τις ιδιότητες της οντότητας που είναι επιθυμητό να καταγραφούν και μπορεί να είναι είτε απλά είτε σύνθετα. Οι συσχετίσεις συνδέουν τις οντότητες μεταξύ τους, αποτελούν τμήμα των δεδομένων και ως εκ τούτου πρέπει να αναπαριστώνται στη βάση δεδομένων.

Η χρήση βάσεων δεδομένων είναι πολύ διαδεδομένη τις τελευταίες δεκαετίες δεδομένου ότι επιτρέπουν στο χρήστη την προσπέλαση δεδομένων πιο αποτελεσματικά από παραδοσιακές μεθόδους αποθήκευσης δεδομένων. Λόγω του μεγάλου όγκου πληροφοριών αναπτύχθηκαν ποικίλα Συστήματα Διαχείρισης Βάσεων Δεδομένων (Database Management

Systems, DBMS), που αλληλεπιδρούν με τα προγράμματα εφαρμογών του χρήστη και τη βάση δεδομένων. Τα Συστήματα Διαχείρισης Βάσεων Δεδομένων προσφέρουν τις εξής υπηρεσίες:

- Επιτρέπουν τον ορισμό της βάσης δεδομένων με γλώσσες χειρισμού δεδομένων (Data Definition Language, DDL), μέσω των οποίων προσδιορίζονται οι τύποι και οι δομές δεδομένων, καθώς και οι περιορισμοί στα δεδομένα που θα αποθηκευτούν.
- Επιτρέπουν την εισαγωγή, ενημέρωση, διαγραφή και ανάκτηση δεδομένων από τη βάση μέσω γλώσσας χειρισμού δεδομένων (Data Management Language, DML).
- Παρέχουν ελεγχόμενη πρόσβαση στη βάση δεδομένων.
- Τα DBMS παρέχει κεντρικό έλεγχο των δεδομένων σε σύνθετα περιβάλλοντα και παρουσιάζουν τα εξής πλεονεκτήματα:
- Ο πλεονασμός (redundancy) μειώνεται στο ελάχιστο, ως συνέπεια τον χαμηλό βαθμό επανάληψης για τα αποθηκευμένα δεδομένα ο οποίος οδηγεί σε εξοικονόμηση αποθηκευτικού χώρου.
- Η ασυνέπεια (inconsistency) αποφεύγεται, καθώς εκλείπουν περιπτώσεις όπου οι καταχωρίσεις δε συμφωνούν μεταξύ τους λόγω έλλειψης ενημέρωσης. Το DBMS εξασφαλίζει τη διάδοση ενημερώσεων (propagating updates) στη βάση δεδομένων.
- Τα δεδομένα μπορεί να είναι κοινόχρηστα (sharing), γεγονός που επιτρέπει την ανάπτυξη νέων εφαρμογών με χρησιμοποίηση των ίδιων δεδομένων.
- Επιβάλλονται πρότυπα στην αναπαράσταση των δεδομένων μέσα στη βάση. Η τυποποίηση της αναπαράστασης διευκολύνει την ανταλλαγή και την κατανόηση των δεδομένων.
- Εφαρμόζονται περιορισμοί ασφαλείας από το Διαχειριστή του συστήματος (Database Administrator, DBA), εξασφαλίζοντας την πρόσβαση μέσω συγκεκριμένων καναλιών και, συνεπώς, θεσπίζονται κανόνες για κάθε είδος προσπέλασης σε κάθε στοιχείο πληροφοριών στη βάση δεδομένων.
- Διατηρείται η ακεραιότητα (integrity), δηλαδή εξασφαλίζεται ότι τα δεδομένα της βάσης είναι ακριβή και δεν περιέχονται λανθασμένες πληροφορίες.

- Καλύπτονται οι απαιτήσεις του χρήστη για την αναπαράσταση των αποθηκευμένων δεδομένων σύμφωνα με τις προτιμήσεις του.

Ο βασικός σκοπός των Συστημάτων Διαχείρισης Βάσεων Δεδομένων είναι η αφαιρετική προβολή των δεδομένων προς τους χρήστες, αποκρύπτοντας τους τρόπους αποθήκευσης και επεξεργασίας τους. Ακολουθούν αρχιτεκτονική τριών επιπέδων αφαίρεσης για την επίτευξή της, δηλαδή τριών διαφορετικών τρόπων περιγραφής των δεδομένων: εξωτερικό, εσωτερικό και εννοιολογικό επίπεδο.

Το εξωτερικό επίπεδο περιγράφει το μέρος της βάσης δεδομένων που σχετίζεται με το χρήστη και αποτελείται από ποικίλες εξωτερικές προβολές της που περιέχουν τις οντότητες, τα χαρακτηριστικά και τις συσχετίσεις του “πραγματικού κόσμου” που ενδιαφέρουν το χρήστη και είναι οικεία σε αυτόν.

Το εννοιολογικό επίπεδο περιγράφει το είδος των δεδομένων που αποθηκεύονται στη βάση δεδομένων και τις συσχετίσεις μεταξύ τους. Αποτελεί το μεσαίο επίπεδο της αρχιτεκτονικής των τριών επιπέδων. Είναι μια πλήρης προβολή των απαιτήσεων για δεδομένα του χρήστη η οποία είναι ανεξάρτητη από τις προδιαγραφές αποθήκευσης. Αναπαρίστανται οι οντότητες, τα χαρακτηριστικά, οι συσχετίσεις, οι περιορισμούς και οι πληροφορίες σημασιολογίας, ασφάλειας και ακεραιότητας των δεδομένων.

Το εσωτερικό επίπεδο περιγράφει τον τρόπο που αποθηκεύονται τα δεδομένα στον υπολογιστή, αποτελεί τη φυσική αναπαράσταση της βάσης δεδομένων στον υπολογιστή και καλύπτει τη φυσική υλοποίησή της, με σκοπό τη βέλτιστη απόδοση εκτέλεσης και χρήσης του χώρου αποθήκευσης.

Η ανεξαρτησία των δεδομένων (Data Independence) αποτελεί τον λόγο που αναπτύχθηκε η αρχιτεκτονική των τριών επιπέδων. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται η ανοσία των εφαρμογών στις αλλαγές της αποθηκευτικής δομής και της τεχνικής προσπέλασης των δεδομένων, καθώς τα ανώτερα επίπεδα δεν επηρεάζονται από αλλαγές στα κατώτερα επίπεδα. Λόγου χάρη, η προσθήκη και αφαίρεση νέων οντοτήτων, χαρακτηριστικών ή συσχετίσεων

πρέπει να είναι εφικτές χωρίς αλλαγές σε υπάρχουσες διαγραμματικές παραστάσεις ή σε προγραμματιστικές εφαρμογές.

Η συντριπτική πλειοψηφία των Συστημάτων Διαχείρισης Βάσεων Δεδομένων βασίζονται στη σχεσιακή προσέγγιση (relational approach) που προτάθηκε, αρχικά, από τον E. F. Codd (1970) και η οποία εφαρμόζεται και στην παρούσα διπλωματική εργασία. Το σχεσιακό μοντέλο βασίζεται στη μαθηματική έννοια της σχέσης, δηλαδή σε πίνακα με γραμμές και στήλες. Στην αναπαράστασή της από αυτόν τον δισδιάστατο πίνακα, οι γραμμές αντιστοιχούν σε μεμονωμένες εγγραφές και οι στήλες σε χαρακτηριστικά, των οποίων η σειρά δεν επηρεάζει το νόημα της σχέσης. Σημαντικό εργαλείο στο σχεσιακό μοντέλο αποτελούν οι τομείς που ορίζουν το σύνολο των επιτρεπόμενων τιμών για ένα ή περισσότερα χαρακτηριστικά. Τα σχεσιακά κλειδιά εισάγονται για να διασφαλιστεί η μοναδικότητα των εγγραφών (ή αλλιώς των γραμμών). Το πρωτεύον κλειδί (primary key) επιλέγεται για την αναγνώριση των εγγραφών μοναδικά μέσα στον πίνακα. Το ξένο κλειδί (foreign key) συνδέει γραμμές διαφορετικών πινάκων στοχεύοντας στο πρωτεύον κλειδί του βασικού πίνακα ώστε να αναπαρασταθούν οι απαραίτητες συσχετίσεις.

2.3 Γλώσσες προγραμματισμού

2.3.1 Γενικά Στοιχεία Γλωσσών Προγραμματισμού

Στα πλαίσια υλοποίησης της παρούσας διπλωματικής εργασίας απαιτήθηκαν τεχνικές γνώσεις στον τομέα του προγραμματισμού, με σκοπό την ανάπτυξη του προγράμματος διαχείρισης της βάσης δεδομένων, καθώς και του λογισμικού για την προκοστολόγηση οδικών γεφυρών. Το Πρόγραμμα Διαχείρισης Βάσης Δεδομένων, “DataBridge”, δομήθηκε σε περιβάλλον HTML για τα γραφικά και JAVA για τις απαιτούμενες διεργασίες και το σύστημα «CostBridge» σε C#. Το θεωρητικό υπόβαθρο γενικά και ειδικότερα για εκείνες που χρησιμοποιήθηκαν στην εργασία παρουσιάζεται σύμφωνα με τον Webber (2003) .

Ως γλώσσα προγραμματισμού ορίζεται “ένας συστηματικός συμβολισμός για περιγραφή υπολογιστικών διαδικασιών”.

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΚΟΣΤΟΥΣ ΚΑΙ ΒΑΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΟΔΙΚΩΝ ΓΕΦΥΡΩΝ ΑΠΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ

Η σύνταξη της γλώσσας καθορίζει αν μια ακολουθία συμβολισμών αποτελεί πρόγραμμα γραμμένο στη γλώσσα αυτή ή όχι. Η σημασιολογία της γλώσσας καθορίζει τη σημασία του προγράμματος, δηλαδή ποια υπολογιστική διαδικασία περιγράφει το πρόγραμμα. Ιδιαίτερης σημασίας είναι το γεγονός ότι μια γλώσσα προγραμματισμού πρέπει να είναι κατανοητή από τον άνθρωπο για να μπορεί να περιγράψει μια υπολογιστική διαδικασία, και από τον υπολογιστή, για να μπορεί στη συνέχεια να την εκτελεί. Οι γλώσσες υψηλού επιπέδου αποτελούν την ενδιάμεση λύση ανάμεσα στη φυσική γλώσσα και τη γλώσσα μηχανής καθώς είναι εύκολα κατανοητές από τον άνθρωπο και τον υπολογιστή, είναι σε μεγάλο βαθμό ανεξάρτητες από τον υπολογιστή και περιέχουν περιεκτικές εντολές και άλλα χαρακτηριστικά για την ευκολότερη και ακριβέστερη περιγραφή των υπολογιστικών διαδικασιών. Οι γλώσσες προγραμματισμού δύναται να κατηγοριοποιηθούν ως παρακάτω:

- Von Neumann: το πρόγραμμα αποτελείται από σειρά εντολών τις οποίες ο υπολογιστής εκτελεί ακολουθιακά και οι οποίες επιδρούν στις μεταβλητές του, όπως οι C, Pascal, FORTRAN και Algol.
- Αντικειμενοστραφείς: το πρόγραμμα αποτελείται από σύνολο αντικειμένων που αλληλεπιδρούν μεταξύ τους. Οι C#, JAVA επιλέχτηκαν στα πλαίσια της εργασίας και επομένως θα αναλυθούν διεξοδικά παρακάτω.
- Συναρτησιακές γλώσσες: το πρόγραμμα αποτελείται από πλήθος συναρτήσεων που ορίζονται με βάση πρωτογενείς συναρτήσεις χρησιμοποιώντας σύνθεση και αναδρομή, όπως οι Lisp, ML, Scheme και Haskell.
- Λογικές γλώσσες: το πρόγραμμα αποτελείται από σύνολο προτάσεων που θεωρούνται ότι είναι αληθείς και περιγράφουν επαρκώς τον κόσμο. Το επιθυμητό αποτέλεσμα επιτυγχάνεται δίνοντας στον υπολογιστή μία πρόταση και ζητώντας του να βρει κάτω από ποιες συνθήκες η πρόταση αυτή αποτελεί λογικό συμπέρασμα των προτάσεων του προγράμματος. Χαρακτηριστικό παράδειγμα η Prolog και οι επεκτάσεις της.
- Γλώσσες ροής δεδομένων: ο υπολογισμός γίνεται με ροή πληροφορίας μεταξύ απλών συναρτησιακών κόμβων, οι οποίοι ενεργοποιούνται όταν λάβουν πληροφορία στην είσοδό τους. Τέτοιες γλώσσες είναι οι Id και Val.

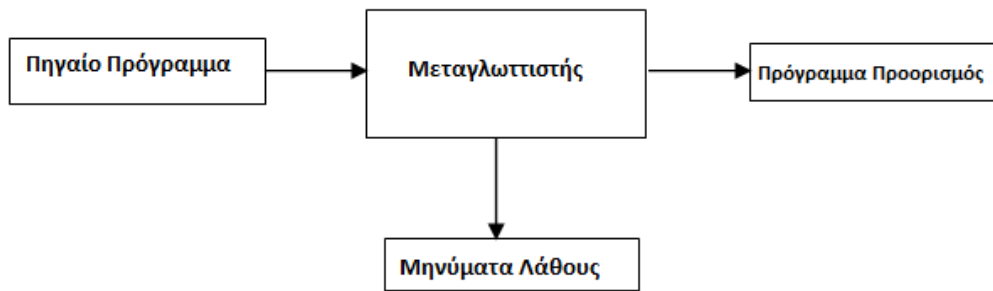
- Γλώσσες σεναρίων: δίνουν έμφαση στην συγκόλληση προγραμμάτων που έχουν αναπτυχθεί ανεξάρτητα. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιούνται ευρέως σε εφαρμογές διαδικτύου, με κυριότερα παραδείγματα τις Perl, Python, PHP και JavaScript.

Για την υλοποίηση των γλωσσών προγραμματισμού ακολουθούνται μία εκ των τριών μεθόδων:

- Μετάφραση ή μεταγλώττιση, κατά την οποία κατασκευάζεται πρόγραμμα, στο οποίο εισάγεται πρόγραμμα στη γλώσσα προγραμματισμού και παράγεται ισοδύναμο πρόγραμμα σε γλώσσα μηχανής.
- Διερμηνεία, κατά την οποία σχεδιάζεται πρόγραμμα το οποίο εξομοιώνει έναν ιδεατό υπολογιστή, του οποίου η γλώσσα μηχανής είναι η γλώσσα προγραμματισμού που υλοποιείται.
- Υβριδικές μέθοδοι, κατά τις οποίες το πρόγραμμα μεταφράζεται σε γλώσσα χαμηλού επιπέδου, διαφορετική από γλώσσα μηχανής, η οποία στη συνέχεια υλοποιείται με διερμηνέα.

2.3.2 Θεωρητικά Στοιχεία Μεταγλωττιστή

Οι γλώσσες προγραμματισμού που χρησιμοποιήθηκαν στα πλαίσια της παρούσας διπλωματικής εργασίας ανήκουν στην πρώτη μέθοδο υλοποίησης, τη μετάφραση, και επομένως απαιτούν τη χρήση ενός μεταγλωττιστή ή μεταφραστή ή διερμηνευτή (Compiler). Ιδιαίτερη σημασία δίνεται κατά τη διαδικασία της μεταγλώττισης της γλώσσας-πηγής στη γλώσσα-προορισμό στην παρουσία λαθών που υπάρχουν στο πηγαίο πρόγραμμα. Η διαδικασία της μεταγλώττισης παρουσιάζεται στο Σχήμα 2-2.

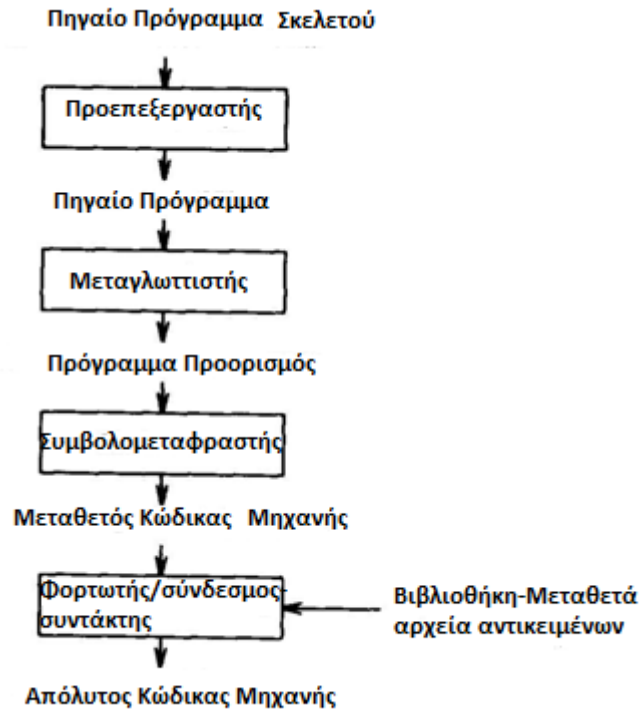


Σχήμα 2 - 2 Διαδικασία Μεταγλώττισης

Υπάρχουν δύο βασικά μέρη στη διαδικασία της μεταγλώττισης: η ανάλυση και η σύνθεση:

- Η ανάλυση διασπά το πηγαίο πρόγραμμα σε μικρά κομμάτια και δημιουργεί μια ενδιάμεση αναπαράστασή του
- Η σύνθεση κατασκευάζει το επιθυμητό πρόγραμμα – προορισμό από την ενδιάμεση αναπαράσταση. Η σύνθεση είναι και το πιο δύσκολο κομμάτι ενός μεταγλωττιστή.

Και άλλα προγράμματα συμμετέχουν μαζί με έναν μεταγλωττιστή για τη δημιουργία ενός εκτελέσιμου προγράμματος. Το πηγαίο πρόγραμμα μπορεί να είναι αποθηκευμένο σε διαφορετικά αρχεία και να χρησιμοποιεί αρχεία βιβλιοθήκες, όπως τις γραφικές βιβλιοθήκες OpenTk και OpenGL που χρησιμοποιούνται στην παρούσα εργασία. Η συλλογή όλων των σχετικών αρχείων εκτελείται από έναν προεπεξεργαστή (preprocessor). Μια τυπική μετάφραση παρουσιάζεται στο Σχήμα 2-3, στην οποία το πηγαίο πρόγραμμα χρειάζεται και περαιτέρω επεξεργασία από έναν συμβολομεταφραστή (assembler) πριν εκτελεστεί.



Σχήμα 2 - 3 Διαδικασία Τυπικής Μετάφρασης

Η ανάλυση του πηγαίου προγράμματος κατά την μετάφραση αποτελείται από τρεις φάσεις:

- Τη γραμμική ανάλυση, στην οποία η σειρά των χαρακτήρων που αποτελούν το πηγαίο πρόγραμμα διαβάζεται από την αρχή ως το τέλος (από αριστερά προς τα δεξιά) και ομαδοποιείται σε “κομμάτια” (tokens), τα οποία είναι ακολουθίες χαρακτήρων με κάποιο νόημα.
- Την ιεραρχική ανάλυση, στην οποία οι χαρακτήρες ή τα tokens ομαδοποιούνται ιεραρχικά σε συλλογές με κάποιο νόημα.
- Τη σημαντική (semantic) ανάλυση, στην οποία ελέγχεται εάν τα κομμάτια που απαρτίζουν το πρόγραμμα και η σειρά τους έχουν νόημα.

2.3.3 Θεωρητικό Υπόβαθρο HTML

Για την κατανόηση της HTML (ακρώνυμο για το HyperText Markup Language) επιλέχτηκαν θεωρητικά στοιχεία από τους Morrison (2003), Lloyd (2008) και Meloni & Morrison (2010). Η HTML αναπτύχθηκε σε πρώιμο στάδιο από τον Tim Berners-Lee στην προσπάθειά του να δημιουργήσει υπερκείμενα για την ανταλλαγή δεδομένων σε όλο τον κόσμο (1989). Στα τέλη της δεκαετίας του '80 έφερε σε πέρας την ιδέα του το Διαδίκτυο. Είναι σαφές ότι ο προγραμματισμός κατά τα πρώτα χρόνια λειτουργίας του γινόταν σε απλοϊκές μορφές, δεδομένου ότι η HTML είχε περιορισμένες δυνατότητες, όντας στην πραγματικότητα γλώσσα σήμανσης και όχι προγραμματισμού. Με την πάροδο των ετών, όμως, η πολυπλοκότητα των σελίδων του Διαδικτύου αυξήθηκε, χωρίς ωστόσο να δυσχεραίνεται ο χρήστης. Για το λόγο αυτό το Πρόγραμμα Διαχείρισης Βάσης Δεδομένων της παρούσας εργασίας αναπτύχθηκε σε HTML χρησιμοποιώντας έτοιμα περιγράμματα από το Διαδίκτυο, ενώ η χρήση του γίνεται μέσω ενός κοινού φυλλομετρητή. Η σημαντικότητα της HTML έγκειται στο γεγονός ότι δεν καθιστά απαραίτητη την σε βάθος γνώση του κώδικά της για τη δημιουργία των σελίδων, αλλά υπάρχουν ποικίλα έτοιμα εργαλεία που διαχειρίζονται τον κώδικα καταλλήλως. Συν τοις άλλοις, ως η πρώτη κι επίσημη γλώσσα του Διαδικτύου η HTML είναι συμβατή με όλα τα λειτουργικά προγράμματα που κυκλοφορούν σήμερα και συνδέει αποτελεσματικά και εύκολα διαφορετικές σελίδες. Για την περαιτέρω μορφοποίηση του προγράμματος που αναπτύχθηκε στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκε μία γλώσσα στυλ, η CSS2 (ακρώνυμο του Cascading Style Sheet), η οποία, εκτός των σύνθετων κι εξειδικευμένων επιλογών για το στυλ του λογισμικού, παρέχει και ομαδοποίησή του ώστε να εφαρμόζεται καθολικά σε όλες τις σελίδες του Συστήματος Διαχείρισης Βάσης Δεδομένων διατηρώντας τα ίδια χαρακτηριστικά. Επομένως, η δημιουργία ενός πολύπλοκου και με πολλές λειτουργίες DBMS απαιτεί το συνδυασμό της HTML και της CSS2 με σκοπό να διατηρείται ευδιάκριτη και λειτουργική η δομή του για το χρήστη.

2.3.4 Θεωρητικό Υπόβαθρο JAVA

Όπως προαναφέρθηκε η HTML είναι γλώσσα σήμανσης, δεδομένου ότι αναφέρεται στην εμφάνιση και σύνδεση των επιμέρους σελίδων ενός προγράμματος ή μιας ιστοσελίδας. Για τη σωστή διαχείριση της ΒΔΟΓ χρησιμοποιήθηκε μια πολύπλοκη και πλήρης γλώσσα προγραμματισμού, η JAVA. Η θεωρητική και πρακτική προσέγγιση βασίστηκε στους Schildt' s (2008), Haines (2000), Cadenhead & Lemay (2007) και Horstmann & Cornell (2008). Η JAVA δημιουργήθηκε από τον James Gosling που εργαζόταν για τη "Sun Corporations", στην προσπάθειά του να ξεπεράσει τις δυσκολίες και δυσλειτουργίες της γλώσσας που χρησιμοποιούσε για τη δημιουργία μιας διαδραστικής τηλεόρασης, της C++ (1994). Η JAVA βρήκε αναπάντεχα μεγάλη εφαρμογή στο ταχέως αναπτυσσόμενο Διαδίκτυο, προσφέροντας την πρώτη μορφή διαδραστικού προγραμματισμού μεταξύ ηλεκτρονικού υπολογιστή και χρήστη. Στα αρχικά της στάδια ήταν σχεδιασμένη να εκτελείται με μικρή εκχώρηση μνήμης, να είναι αξιόπιστη και αποτελεσματική και να δύναται να μεταφερθεί σε διαφορετικές ηλεκτρονικές πλατφόρμες. Η δυνατότητα ενός προγράμματος να εκτελείται χωρίς την απαίτηση τροποποίησης για διαφορετικά περιβάλλοντα υπολογιστών αποτελεί την ανεξαρτησία από την πλατφόρμα. Τα προγράμματα που γράφονται σε JAVA μεταγλωττίζονται στη μορφή που καλείται bytecode και μπορούν να εκτελεστούν σε οποιοδήποτε λειτουργικό σύστημα ή λογισμικό που διαθέτει διερμηνευτή (interpreter) JAVA. Ένας επιπρόσθετος λόγος που καθιστά ελκυστική την JAVA για τους προγραμματιστές είναι η λογική της, η οποία ακολουθεί τον αντικειμενοστραφή προγραμματισμό (Object –Oriented Programming, OOP) δηλαδή μια μεθοδολογία ανάπτυξης λογισμικού βάσει της οποίας ένα πρόγραμμα θεωρείται ως ομάδα αντικειμένων που δουλεύουν μαζί, ξεφεύγοντας κατ' αυτόν τον τρόπο από τον πεπαλαιωμένο διαδικαστικό προγραμματισμό (procedural programming). Τα αντικείμενα (Objects) δημιουργούνται χρησιμοποιώντας πρότυπα, τα οποία αποκαλούνται κλάσεις (classes) και περιέχουν δεδομένα και τις εντολές που απαιτούνται για τη χρησιμοποίηση αυτών των δεδομένων. Οι βασικές αρχές του αντικειμενοστραφούς προγραμματισμού είναι η οργάνωση των προγραμμάτων σε κλάσεις, η εκμάθηση του τρόπου με τον οποίο αυτές χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία αντικειμένων και ο ορισμός τους με βάση τη συμπεριφορά και τις ιδιότητές τους. Ιδιαίτερης σημασίας είναι και η σύνδεση των κλάσεων μεταξύ τους με τρόπο ώστε να κληρονομείται η λειτουργικότητα της μίας προς την άλλη, καθώς και η σύνδεση των κλάσεων

μέσω πακέτων (packages) και διασυνδέσεων (interfaces). Ο αντικειμενοστραφής προγραμματισμός αντιμετωπίζει ένα πρόγραμμα εστιάζοντας στην επιθυμητή για το χρήστη εργασία και όχι στον τρόπο με τον οποίο χειρίζεται τις εργασίες ο υπολογιστής, όπως συμβαίνει στις γλώσσες διαδικαστικού προγραμματισμού.

2.3.5 Θεωρητικό Υπόβαθρο C#

Για την ανάπτυξη του έξυπνου συστήματος κοστολόγησης οδικών γεφυρών επιλέχθηκε η γλώσσα προγραμματισμού C#, μια αντικειμενοστραφής γλώσσα που ενσωματώνει χαρακτηριστικά διαφόρων προγραμματιστικών προτύπων. Το θεωρητικό υπόβαθρο βασίστηκε στους Troelsen (2001), MacDonald & Szpuszta (2007), Robinson et al. (2001) και Stellman & Greene (2008). Η C# αναπτύχθηκε στην εταιρία “Microsoft” ως μέρος του “.Net framework”, ενός πλαισίου λογισμικού (software framework) που αποτελείται από μεγάλη βιβλιοθήκη κλάσεων και υποστηρίζει πληθώρα γλωσσών προγραμματισμού με τη δυνατότητα η μια να μπορεί να χρησιμοποιηθεί από την άλλη. Η C# θεωρείται μια απλή σχετικά γλώσσα η οποία είναι εναρμονισμένη με όλες τις σύγχρονες προγραμματιστικές πρακτικές. Κύρια χαρακτηριστικά της αποτελούν:

- Η απλότητα, καθώς έχει σχεδιαστεί με απλοποιημένο συντακτικό ώστε να μειώνεται η πιθανότητα πρόκλησης λαθών από την πολυπλοκότητα του κώδικα.
- Η αντικειμενοστρέφεια, καθώς η C# παρέχει ξεκάθαρη και αποδοτική αντικειμενοστραφή πλατφόρμα με συλλογή βιβλιοθηκών δοκιμασμένων αντικειμένων.
- Η οικειότητα, καθώς ο σχεδιασμός της βασίστηκε στην προϋπάρχουσα δομή της C++ σε συνδυασμό με την απλότητα της JAVA. Για την εκτέλεση των προγραμμάτων χρησιμοποιείται ένας μεταγλωττιστής με επικρατέστερο το “Visual Studio” ο οποίος αποτελεί το Ολοκληρωμένο Περιβάλλον Ανάπτυξης (Integrated Development Environment, IDE) της Microsoft και δίνει τη δυνατότητα επεξεργασίας, μεταγλώττισης και εκτέλεσης του κώδικα.

3. ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΒΑΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΟΔΙΚΩΝ ΓΕΦΥΡΩΝ

3.1 Εισαγωγή

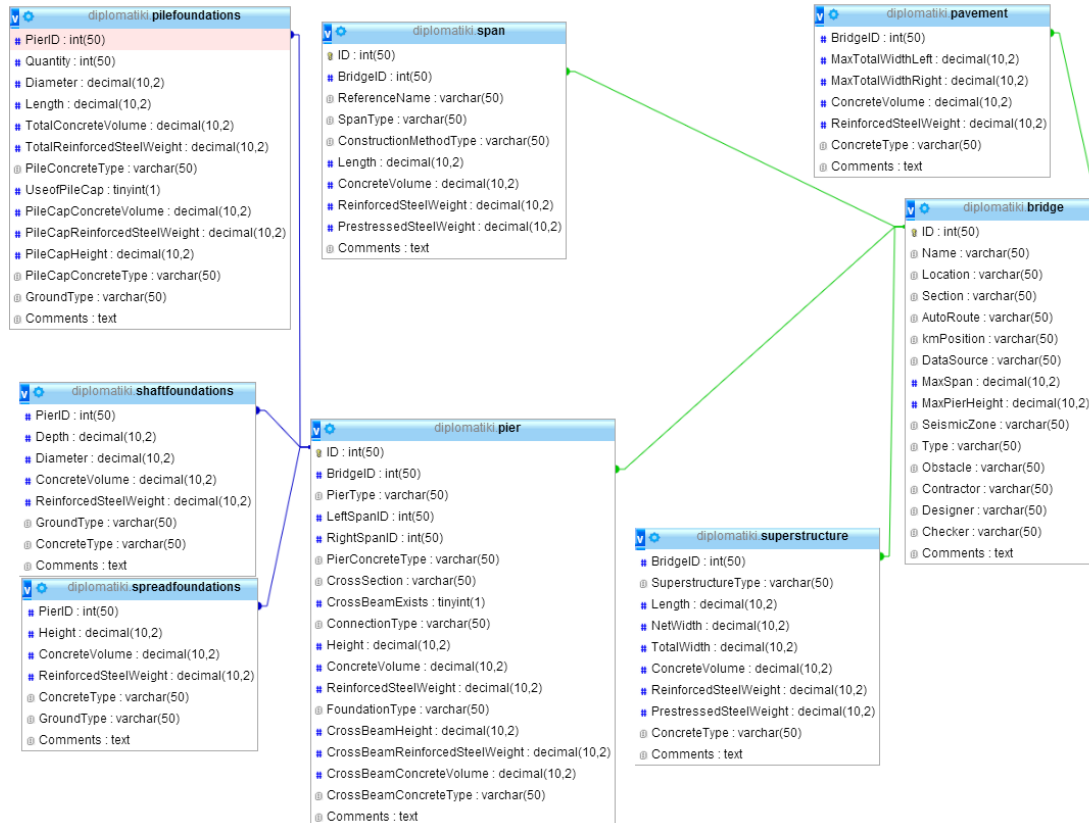
Κατά την επισκόπηση της υπάρχουσας βιβλιογραφίας προέκυψε έλλειψη διαθέσιμων εφαρμογών σε βάσεις δεδομένων με στοιχεία οδικών γεφυρών. Ως εκ τούτου, στα πλαίσια της παρούσας διπλωματικής εργασίας αναπτύχθηκε βάση δεδομένων με τα λεπτομερή επιμέρους στοιχεία οδικών γεφυρών, σύμφωνα με τις αρχές που περιγράφηκαν στο κεφάλαιο του θεωρητικού υπόβαθρου. Η υλοποίησή της πραγματοποιήθηκε με τα προγραμματιστικά περιβάλλοντα “php”, “html”, “css” και “javascript”. Για τη δημιουργία του προγράμματος που αναπτύχθηκε απαιτήθηκαν οι παρακάτω ενέργειες:

- Εγκατάσταση εξυπηρετητή (server) που περιέχει τις γλώσσες “php”, “mysql”, “apache”. Επιλέχθηκε το “xampp server”.
- Δημιουργία της βάσης δεδομένων με τη βοήθεια του ελεύθερου λογισμικού “phpmyadmin”. Επιλέχθηκε το “phpmyadmin” γιατί παρέχει πολλά χρήσιμα και εύχρηστα εργαλεία επεξεργασίας της βάσης δεδομένων και είναι συμβατό με τα διαθέσιμα λειτουργικά συστήματα που χρησιμοποιούνται σήμερα.
- Η χρήση φυλλομετρητή μέσω του οποίου εκτελείται το πρόγραμμα από το url: <http://localhost/diplomatiki>. Επιλέχθηκε ο Google Chrome.

3.2 Συσχετίσεις Βάσης Δεδομένων Οδικών Γεφυρών

Δημιουργήθηκαν, καταρχάς, οκτώ πίνακες που αφορούν στα επιμέρους στοιχεία των οδικών γεφυρών. Στη συνέχεια ορίστηκαν οι απαραίτητες συσχετίσεις μεταξύ τους, ακολουθώντας τις αρχές του μοντέλου Οντοτήτων-Συσχετίσεων (Entity-Relationship ή συντετμημένα ER). Οι συσχετίσεις αποτυπώνονται στο διάγραμμα Οντοτήτων-Συσχετίσεων που παρουσιάζεται στο Σχήμα 3-1 και βασίζονται στον ακόλουθο συσχετισμό. Μία γέφυρα έχει ακριβώς ένα πεζοδρόμιο και ακριβώς μία ανωδομή η οποία με τη σειρά της περιλαμβάνει ένα ή

περισσότερα ανοίγματα. Η γέφυρα έχει, ακόμη, ένα ή περισσότερα βάθρα τα οποία περιλαμβάνουν ακριβώς έναν τύπο θεμελίωσης (πάσσαλοι ή φρέαρ ή επιφανειακή θεμελίωση).



Σχήμα 3 - 1 Διάγραμμα Οντότητων-Συσχετίσεων

3.3 Δομή Βάσης Δεδομένων Οδικών Γεφυρών

Σε κάθε πίνακα που παρουσιάζεται περιέχονται οι στήλες “Name” που δηλώνει το όνομα του πεδίου, “Type” που δηλώνει τον τύπο του πεδίου (αριθμητικός ή αλφαριθμητικός), “Collation” που δηλώνει την κωδικοποίηση του πεδίου, “Null” που δηλώνει αν επιτρέπεται το πεδίο να είναι κενό, “Default” που δηλώνει το πεδίο κενό από προεπιλογή και “Extra” που χρησιμοποιείται για τα πρωτεύοντα κλειδιά ώστε να συμπληρώνονται αυτόματα από το πρόγραμμα.

Ο πίνακας Bridge περιέχει τα γενικά χαρακτηριστικά μιας οδικής γέφυρας και αποτυπώνεται στο Σχήμα 3-2:

- ID: Το primary key του κυρίου πίνακα που μεταφέρεται σαν foreign key (BridgeID) σε όλους τους υπόλοιπους πίνακες ώστε να συνδέονται οι γέφυρες με τα αντίστοιχα δομικά στοιχεία τους (βάθρα, ανοίγματα, πεζοδρόμιο, ανωδομή, θεμελίωση).
- Name: Η ονομασία της γέφυρας.
- Location: Η γεωγραφική τοποθεσία της γέφυρας.
- Section: Το τμήμα στο οποίο βρίσκεται η γέφυρα
- Autoroute: Ο αυτοκινητόδρομος στον οποίο ανήκει η γέφυρα.
- kmPosition: Η χιλιομετρική θέση της γέφυρας.
- DataSource: Η πηγή δεδομένων για τα στοιχεία της γέφυρας.
- MaxSpan: Το μήκος του μέγιστου ανοίγματος της γέφυρας σε μέτρα με τη μορφή πραγματικού αριθμού με δύο δεκαδικά ψηφία.
- MaxPierHeight: Το μέγιστο ύψος των βάθρων της γέφυρας σε μέτρα με τη μορφή πραγματικού αριθμού με δύο δεκαδικά ψηφία.
- SeismicZone: Η σεισμική ζώνη στην οποία ανήκει η γέφυρα κατά τον Ελληνικό Αντισεισμικό Κανονισμό (ΕΑΚ 2000) όπως τροποποιήθηκε το 2003 με το νέο σεισμικό χάρτη.
- Type: Ο τύπος της γέφυρας (Οδική, Άνω διάβαση, Κάτω διάβαση, Σιδηροδρομική).
- Obstacle: Το εμπόδιο που γεφυρώνει το τεχνικό έργο.
- Contractor: Το όνομα του Αναδόχου Κατασκευαστή της γέφυρας.
- Designer: Το όνομα του Μελετητή της γέφυρας.
- Checker: Το όνομα του ελεγκτή της μελέτης της γέφυρας.
- Comments: Τυχόν σχόλια για τον πίνακα Bridge.

#	Name	Type	Collation	Attributes	Null	Default	Extra
1	ID	int(50)			No	None	AUTO_INCREMENT
2	Name	varchar(50)	utf8_general_ci		No	None	
3	Location	varchar(50)	utf8_general_ci		No	None	
4	Section	varchar(50)	utf8_general_ci		No	None	
5	AutoRoute	varchar(50)	utf8_general_ci		No	None	
6	kmPosition	varchar(50)	utf8_general_ci		No	None	
7	DataSource	varchar(50)	utf8_general_ci		No	None	
8	MaxSpan	decimal(10,2)			Yes	NULL	
9	MaxPierHeight	decimal(10,2)			Yes	NULL	
10	SeismicZone	varchar(50)	utf8_general_ci		No	None	
11	Type	varchar(50)	utf8_general_ci		No	None	
12	Obstacle	varchar(50)	utf8_general_ci		No	None	
13	Contractor	varchar(50)	utf8_general_ci		No	None	
14	Designer	varchar(50)	utf8_general_ci		No	None	
15	Checker	varchar(50)	utf8_general_ci		No	None	
16	Comments	text	utf8_general_ci		Yes	NULL	

Σχήμα 3 - 2 Γνωρίσματα και Χαρακτηριστικά Πίνακα Bridge

Ο πίνακας Pavement περιέχει τα χαρακτηριστικά στοιχεία του πεζοδρομίου της ανωδομής και αποτυπώνεται στο Σχήμα 3-3:

- BridgeID: Το primary key του πίνακα Bridge.
- MaxTotalWidthLeft: Το μέγιστο ολικό πλάτος αριστερά του πεζοδρομίου σε μέτρα με τη μορφή πραγματικού αριθμού με δύο δεκαδικά ψηφία.
- MaxTotalWidthRight: Το μέγιστο ολικό πλάτος δεξιά του πεζοδρομίου σε μέτρα με τη μορφή πραγματικού αριθμού με δύο δεκαδικά ψηφία.
- ConcreteVolume: Ο όγκος σκυροδέματος του πεζοδρομίου σε κυβικά μέτρα με τη μορφή πραγματικού αριθμού με δύο δεκαδικά ψηφία.
- ReinforcedSteelWeight: Το βάρος το χάλυβα οπλισμού του πεζοδρομίου σε χιλιόγραμμα με τη μορφή πραγματικού αριθμού με δύο δεκαδικά ψηφία.
- ConcreteType: Ο τύπος σκυροδέματος του πεζοδρομίου. Επιλέγεται ένας εκ των: B10,B15,B25,B35,B45.

- Comments: Τυχόν σχόλια για τον πίνακα Pavement.

#	Name	Type	Collation	Attributes	Null	Default
<input type="checkbox"/>	1 BridgelD	int(50)			No	None
<input type="checkbox"/>	2 MaxTotalWidthLeft	decimal(10,2)			Yes	NULL
<input type="checkbox"/>	3 MaxTotalWidthRight	decimal(10,2)			Yes	NULL
<input type="checkbox"/>	4 ConcreteVolume	decimal(10,2)			Yes	NULL
<input type="checkbox"/>	5 ReinforcedSteelWeight	decimal(10,2)			Yes	NULL
<input type="checkbox"/>	6 ConcreteType	varchar(50)	utf8_general_ci		Yes	NULL
<input type="checkbox"/>	7 Comments	text	utf8_general_ci		Yes	NULL

Σχήμα 3 - 3 Γνωρίσματα και Χαρακτηριστικά Πίνακα Pavement

Ο πίνακας Superstructure περιέχει τα χαρακτηριστικά στοιχεία της ανωδομής της γέφυρας και αποτυπώνεται στο Σχήμα 3-4:

- **BridgelD:** Το primary key του πίνακα Bridge.
- **SuperstructureType:** Ο τύπος της ανωδομής. Επιλέγεται ένας εκ των: Μονοκυψελωτό κιβώτιο, Δικυψελωτό κιβώτιο, Πλάκα με κενά, Συμπαγής πλάκα, Προκατασκευασμένη δοκός με πλάκα συνέχειας.
- **Length:** Το συνολικό μήκος του καταστρώματος της ανωδομής σε μέτρα με τη μορφή πραγματικού αριθμού με δύο δεκαδικά ψηφία.
- **NetWidth:** Το καθαρό πλάτος του καταστρώματος κυκλοφορίας σε μέτρα με τη μορφή πραγματικού αριθμού με δύο δεκαδικά ψηφία.
- **TotalWidth:** Το ολικό πλάτος του καταστρώματος σε μέτρα με τη μορφή πραγματικού αριθμού με δύο δεκαδικά ψηφία.
- **ConcreteVolume:** Ο όγκος σκυροδέματος της ανωδομής σε κυβικά μέτρα με τη μορφή πραγματικού αριθμού με δύο δεκαδικά ψηφία.
- **ReinforcedSteelWeight:** Το βάρος του χάλυβα οπλισμού της ανωδομής σε χιλιόγραμμα με τη μορφή πραγματικού αριθμού με δύο δεκαδικά ψηφία.

- PrestressedSteelWeight: Το βάρος του χάλυβα προέντασης της ανωδομής σε χιλιόγραμμα με τη μορφή πραγματικού αριθμού με δύο δεκαδικά ψηφία.
- ConcreteType: Ο τύπος σκυροδέματος της ανωδομής κατ' αναλογία με τον πίνακα των πεζοδρομίων.
- Comments: Τυχόν σχόλια για τον πίνακα Superstructure.

#	Name	Type	Collation	Attributes	Null	Default
<input type="checkbox"/>	1 BridgeID	int(50)			No	None
<input type="checkbox"/>	2 SuperstructureType	varchar(50)	utf8_general_ci		No	None
<input type="checkbox"/>	3 Length	decimal(10,2)			No	None
<input type="checkbox"/>	4 NetWidth	decimal(10,2)			No	None
<input type="checkbox"/>	5 TotalWidth	decimal(10,2)			No	None
<input type="checkbox"/>	6 ConcreteVolume	decimal(10,2)			No	None
<input type="checkbox"/>	7 ReinforcedSteelWeight	decimal(10,2)			No	None
<input type="checkbox"/>	8 PrestressedSteelWeight	decimal(10,2)			No	None
<input type="checkbox"/>	9 ConcreteType	varchar(50)	utf8_general_ci		No	None
<input type="checkbox"/>	10 Comments	text	utf8_general_ci		Yes	NULL

Σχήμα 3 - 4 Γνωρίσματα και Χαρακτηριστικά Πίνακα Superstructure

Ο πίνακας Span περιέχει τα γενικά χαρακτηριστικά των ανοιγμάτων της γέφυρας και αποτυπώνεται στο Σχήμα 3-5:

- ID: Το primary key του πίνακα Span που μεταφέρεται ως foreign key (LeftSpanID ή RightSpanID) στον πίνακα Pier ώστε να αντιστοιχίζονται τα ανοίγματα με τα βάθρα υποστήριξής τους.
- BridgeID: Το primary key του πίνακα Bridge.
- ReferenceName: Ο χρήστης επιλέγει μια χαρακτηριστική ονομασία στο άνοιγμα για την μετέπειτα αναγνώρισή του στον πίνακα των βάθρων.
- SpanType: Ο τύπος ανοίγματος. Επιλέγεται ένας εκ των: Ακραίο, Μεσαίο.

- **ConstructionMethodType**: Η μέθοδος κατασκευής του ανοίγματος. Επιλέγεται ένας εκ των: Προβολοδόμηση, Συμβατική κατασκευή, Προκατασκευασμένες δοκοί, Τμηματική προώθηση, Προωθούμενος μεταλλότυπος, Μικτή.
- **Length**: Το μήκος του ανοίγματος σε μέτρα με τη μορφή πραγματικού αριθμού με δύο δεκαδικά ψηφία.
- **ConcreteVolume**: Ο όγκος του σκυροδέματος του ανοίγματος σε κυβικά μέτρα με τη μορφή πραγματικού αριθμού με δύο δεκαδικά ψηφία. **ReinforcedSteelWeight**: Το βάρος του χάλυβα σπλισμού του ανοίγματος σε χιλιόγραμμα με τη μορφή πραγματικού αριθμού με δύο δεκαδικά ψηφία.
- **PrestressedSteelWeight**: Το βάρος του χάλυβα προέντασης του ανοίγματος σε χιλιόγραμμα με τη μορφή πραγματικού αριθμού με δύο δεκαδικά ψηφία.
- **Comments**: Τυχόν σχόλια για τον πίνακα Span.

#	Name	Type	Collation	Attributes	Null	Default	Extra
<input type="checkbox"/>	1 ID	int(50)			No	None	AUTO_INCREMENT
<input type="checkbox"/>	2 BridgeID	int(50)			No	None	
<input type="checkbox"/>	3 ReferenceName	varchar(50)	utf8_general_ci		Yes	NULL	
<input type="checkbox"/>	4 SparType	varchar(50)	utf8_general_ci		No	None	
<input type="checkbox"/>	5 ConstructionMethodType	varchar(50)	utf8_general_ci		No	None	
<input type="checkbox"/>	6 Length	decimal(10,2)			No	None	
<input type="checkbox"/>	7 ConcreteVolume	decimal(10,2)			No	None	
<input type="checkbox"/>	8 ReinforcedSteelWeight	decimal(10,2)			No	None	
<input type="checkbox"/>	9 PrestressedSteelWeight	decimal(10,2)			No	None	
<input type="checkbox"/>	10 Comments	text	utf8_general_ci		Yes	NULL	

Σχήμα 3 - 5 Γνωρίσματα και Χαρακτηριστικά Πίνακα Span

Ο πίνακας Pier περιέχει τα χαρακτηριστικά των βάθρων υποστήριξης και αποτυπώνεται στο Σχήμα 3-6:

- ID: Το primary key του πίνακα Pier που μεταφέρεται ως foreign key (PierID) στους πίνακες των θεμελιώσεων για να αντιστοιχίζονται τα βάθρα υποστήριξης με τον τύπο θεμελίωσής τους.
- BridgeID: Το primary key του πίνακα Bridge.
- PierType: Ο τύπος βάθρου. Επιλέγεται ένας εκ των: Μεσόβαθρο, Ακρόβαθρο.
- LeftSpanID: Το primary key του αριστερού υποστηριζόμενου ανοίγματος.
- RightSpanID: Το primary key του δεξιού υποστηριζόμενου ανοίγματος.
- PierConcreteType: Ο τύπος σκυροδέματος του βάθρου.
- CrossSection: Ο τύπος της διατομής του βάθρου. Επιλέγεται ένας εκ των: Κυκλική, Ορθογωνική συμπαγής, Ορθογωνική με κενό, Συμπαγές βάθρο, Λεπίδες, Βαρυτικού Τύπου.
- CrossBeamExists: Υποδηλώνει την ύπαρξη ή μη δοκού έδρασης.
- ConnectionType: Ο τύπος σύνδεσης του βάθρου με την ανωδομή. Επιλέγεται ένας εκ των: Μονολιθική, Εφέδρανα.
- Height: Το συνολικό ύψος του βάθρου σε μέτρα με τη μορφή πραγματικού αριθμού με δύο δεκαδικά ψηφία. Το ύψος των μεσόβαθρων μετράται από τη στέψη του κεφαλόδεσμου ή της επιφανειακής θεμελίωσης ή του φρέατος μέχρι τη στέψη της δοκού έδρασης (αν υφίσταται) ή του βάθρου. Στην περίπτωση των ακρόβαθρων το ύψος μετράται από τη βάση της επιφανειακής θεμελίωσης ή του κεφαλόδεσμου μέχρι τη στέψη του θωρακίου.
- ConcreteVolume: Ο συνολικός όγκος σκυροδέματος του βάθρου σε κυβικά μέτρα με τη μορφή πραγματικού αριθμού με δύο δεκαδικά ψηφία.
- ReinforcedSteelWeight: Το συνολικό βάρος του χάλυβα σπλισμού του βάθρου σε χιλιόγραμμα με τη μορφή πραγματικού αριθμού με δύο δεκαδικά ψηφία.
- FoundationType: Ο τύπος θεμελίωσης του βάθρου. Επιλέγεται ένας εκ των: Πάσσαλοι, Φρέαρ, Πέδιλο.

- CrossBeamHeight: Το ύψος της δοκού έδρασης.
- CrossBeamReinforcedSteelWeight: Το βάρος του χάλυβα σπλισμού μόνο της δοκού έδρασης σε χιλιόγραμμα με τη μορφή πραγματικού αριθμού με δύο δεκαδικά ψηφία.
- CrossBeamConcreteVolume: Ο όγκος σκυροδέματος μόνο της δοκού έδρασης σε κυβικά μέτρα με τη μορφή πραγματικού αριθμού με δύο δεκαδικά ψηφία.
- CrossBeamConcreteType: Ο τύπος σκυροδέματος της δοκού έδρασης.
- Comments: Τυχόν σχόλια για τον πίνακα Pier.

#	Name	Type	Collation	Attributes	Null	Default	Extra
<input type="checkbox"/>	1 ID	int(50)			No	None	AUTO_INCREMENT
<input type="checkbox"/>	2 BridgeID	int(50)			No	None	
<input type="checkbox"/>	3 PierType	varchar(50)	utf8_general_ci		No	None	
<input type="checkbox"/>	4 LeftSpanID	int(50)			No	None	
<input type="checkbox"/>	5 RightSpanID	int(50)			No	None	
<input type="checkbox"/>	6 PierConcreteType	varchar(50)	utf8_general_ci		No	None	
<input type="checkbox"/>	7 Cross Section	varchar(50)	utf8_general_ci		Yes	NULL	
<input type="checkbox"/>	8 CrossBeamExists	tinyint(1)			Yes	NULL	
<input type="checkbox"/>	9 ConnectionType	varchar(50)	utf8_general_ci		Yes	NULL	
<input type="checkbox"/>	10 Height	decimal(10,2)			No	None	
<input type="checkbox"/>	11 ConcreteVolume	decimal(10,2)			No	None	
<input type="checkbox"/>	12 ReinforcedSteelWeight	decimal(10,2)			No	None	
<input type="checkbox"/>	13 FoundationType	varchar(50)	utf8_general_ci		No	None	
<input type="checkbox"/>	14 CrossBeamHeight	decimal(10,2)			Yes	NULL	
<input type="checkbox"/>	15 CrossBeamReinforcedSteelWeight	decimal(10,2)			Yes	NULL	
<input type="checkbox"/>	16 CrossBeamConcreteVolume	decimal(10,2)			Yes	NULL	
<input type="checkbox"/>	17 CrossBeamConcreteType	varchar(50)	utf8_general_ci		Yes	NULL	
<input type="checkbox"/>	18 Comments	text	utf8_general_ci		Yes	NULL	

Σχήμα 3 - 6 Γνωρίσματα και Χαρακτηριστικά Πίνακα Pier

Ο πίνακας SpreadFoundations περιέχει τα στοιχεία των επιφανειακών θεμελιώσεων και αποτυπώνεται στο Σχήμα 3-7:

- PierID: Το primary key του αντίστοιχου βάρθρου.
- Height: Το ύψος της επιφανειακής θεμελίωσης σε μέτρα με τη μορφή πραγματικού αριθμού με δύο δεκαδικά ψηφία.

- ConcreteVolume: Ο όγκος σκυροδέματος της επιφανειακής θεμελίωσης σε κυβικά μέτρα με τη μορφή πραγματικού αριθμού με δύο δεκαδικά ψηφία.
- ReinforcedSteelWeight: Το βάρος του χάλυβα σπλισμού της επιφανειακής θεμελίωσης σε χιλιόγραμμα με τη μορφή πραγματικού αριθμού με δύο δεκαδικά ψηφία.
- ConcreteType: Ο τύπος σκυροδέματος της επιφανειακής θεμελίωσης κατ' αναλογία με τον πίνακα των πεζοδρομίων.
- GroundType: Ο τύπος εδάφους όπως κατηγοριοποιήθηκε από το Φραγκάκη (2012). Επιλέγεται ένας εκ των: IA, IB1, IB2, IC, ID1, ID2, IE1, IE2, IE3, IIA1, IIA2, IIB1, IIB2, IIC .
- Comments: Τυχόν σχόλια για τον πίνακα SpreadFoundations.

#	Name	Type	Collation	Attributes	Null	Default
<input type="checkbox"/>	1 PierID	int(50)			No	None
<input type="checkbox"/>	2 Height	decimal(10,2)			Yes	NULL
<input type="checkbox"/>	3 ConcreteVolume	decimal(10,2)			Yes	NULL
<input type="checkbox"/>	4 ReinforcedSteelWeight	decimal(10,2)			Yes	NULL
<input type="checkbox"/>	5 ConcreteType	varchar(50)	utf8_general_ci		Yes	NULL
<input type="checkbox"/>	6 GroundType	varchar(50)	utf8_general_ci		Yes	NULL
<input type="checkbox"/>	7 Comments	text	utf8_general_ci		Yes	NULL

Σχήμα 3 - 7 Γνωρίσματα και Χαρακτηριστικά Πίνακα SpreadFoundations

Ο πίνακας ShaftFoundations περιέχει τα χαρακτηριστικά της θεμελίωσης των βάρων με φρέατα και αποτυπώνεται στο Σχήμα 3-8:

- PierID: Το primary key του αντίστοιχου βάρου.
- Depth: Το βάθος του φρέατος σε μέτρα με τη μορφή πραγματικού αριθμού με δύο δεκαδικά ψηφία.
- Diameter: Η διάμετρος του φρέατος σε μέτρα με τη μορφή πραγματικού αριθμού με δύο δεκαδικά ψηφία.

- ConcreteVolume: Ο όγκος σκυροδέματος του φρέατος σε κυβικά μέτρα με τη μορφή πραγματικού αριθμού με δύο δεκαδικά ψηφία.
- ReinforcedSteelWeight: Το βάρος του χάλυβα οπλισμού του φρέατος σε χιλιόγραμμα με τη μορφή πραγματικού αριθμού με δύο δεκαδικά ψηφία.
- ConcreteType: Ο τύπος σκυροδέματος του φρέατος κατ' αναλογία με τον πίνακα των πεζοδρομίων.
- GroundType: Ο τύπος εδάφους κατ' αναλογία με τον πίνακα των επιφανειακών θεμελιώσεων.
- Comments: Τυχόν σχόλια για τον πίνακα ShaftFoundations.

#	Name	Type	Collation	Attributes	Null	Default
<input type="checkbox"/>	1 PierID	int(50)			No	None
<input type="checkbox"/>	2 Depth	decimal(10,2)			Yes	NULL
<input type="checkbox"/>	3 Diameter	decimal(10,2)			Yes	NULL
<input type="checkbox"/>	4 ConcreteVolume	decimal(10,2)			Yes	NULL
<input type="checkbox"/>	5 ReinforcedSteelWeight	decimal(10,2)			Yes	NULL
<input type="checkbox"/>	6 GroundType	varchar(50)	utf8_general_ci		Yes	NULL
<input type="checkbox"/>	7 ConcreteType	varchar(50)	utf8_general_ci		Yes	NULL
<input type="checkbox"/>	8 Comments	text	utf8_general_ci		Yes	NULL

Σχήμα 3 - 8 Γνωρίσματα και Χαρακτηριστικά Πίνακα ShaftFoundations

Ο πίνακας PileFoundations περιέχει τα στοιχεία της θεμελίωσης των βάθρων με πασσάλους και αποτυπώνεται στο Σχήμα 3-9:

- PierID: Το primary key του αντίστοιχου βάθρου.
- Quantity: Ο αριθμός των πασσάλων της θεμελίωσης με τη μορφή ακεραίου αριθμού.
- Diameter: Η διάμετρος των πασσάλων σε μέτρα με τη μορφή πραγματικού αριθμού με δύο δεκαδικά ψηφία.

- Length: Το συνολικό μήκος των πασσάλων σε μέτρα με τη μορφή πραγματικού αριθμού με δύο δεκαδικά ψηφία.
- TotalConcreteVolume: Ο συνολικός όγκος σκυροδέματος των πασσάλων σε κυβικά μέτρα με τη μορφή πραγματικού αριθμού με δύο δεκαδικά ψηφία.
- TotalReinforcedSteelWeight: Το συνολικό βάρος του οπλισμού των πασσάλων σε χιλιόγραμμα με τη μορφή πραγματικού αριθμού με δύο δεκαδικά ψηφία.
- PileConcreteType: Ο τύπος σκυροδέματος των πασσάλων κατ' αναλογία με τον πίνακα των πεζοδρομίων..
- UseofPileCap: Υποδεικνύει την ύπαρξη ή μη κεφαλόδεσμου.
- PileCapConcreteVolume: Ο όγκος σκυροδέματος μόνο του κεφαλόδεσμου σε κυβικά μέτρα με τη μορφή πραγματικού αριθμού με δύο δεκαδικά ψηφία.
- PileCapReinforcedSteelWeight: Το βάρος του χάλυβα οπλισμού μόνο του κεφαλόδεσμου σε χιλιόγραμμα με τη μορφή πραγματικού αριθμού με δύο δεκαδικά ψηφία.
- PileCapHeight: Το ύψος του κεφαλόδεσμου σε μέτρα με τη μορφή πραγματικού αριθμού με δύο δεκαδικά ψηφία.
- PileCapConcreteType: Ο τύπος σκυροδέματος του κεφαλόδεσμου κατ' αναλογία με τον πίνακα των πεζοδρομίων..
- GroundType: Ο τύπος εδάφους κατ' αναλογία με τον πίνακα των επιφανειακών θεμελιώσεων.
- Comments: Τυχόν σχόλια για τον πίνακα PileFoundations.

#	Name	Type	Collation	Attributes	Null	Default
1	PierID	int(50)			No	None
2	Quantity	int(50)			Yes	NULL
3	Diameter	decimal(10,2)			Yes	NULL
4	Length	decimal(10,2)			Yes	NULL
5	TotalConcreteVolume	decimal(10,2)			Yes	NULL
6	TotalReinforcedSteelWeight	decimal(10,2)			Yes	NULL
7	PileConcreteType	varchar(50)	utf8_general_ci		Yes	NULL
8	UseofPileCap	bit(50)			Yes	NULL
9	PileCapConcreteVolume	decimal(10,2)			Yes	NULL
10	PileCapReinforcedSteelWeight	decimal(10,2)			Yes	NULL
11	PileCapHeight	decimal(10,2)			Yes	NULL
12	PileCapConcrete Type	varchar(50)	utf8_general_ci		Yes	NULL
13	GroundType	varchar(50)	utf8_general_ci		Yes	NULL
14	Comments	text	utf8_general_ci		Yes	NULL

Σχήμα 3 - 9 Γνωρίσματα και Χαρακτηριστικά Πίνακα PileFoundations

Η εισαγωγή και επεξεργασία των δεδομένων, καθώς και η αναζήτηση στοιχείων και παρουσίασής τους με αναφορές πραγματοποιείται ξεχωριστά μέσω προγράμματος διαχείρισης βάσεων δεδομένων, που αναπτύχθηκε για το σκοπό της παρούσας διπλωματικής εργασίας και αναλύεται στο Κεφάλαιο 4.

3.4 Συλλογή Στοιχείων

Στη βάση δεδομένων που αναπτύχθηκε εισήχθησαν αρχικά τα στοιχεία που είχαν συγκεντρωθεί από το Φραγκάκη (2012) από γέφυρες τις Εγνατίας Οδού μέσω ερωτηματολογίων, επισκέψεων στα εργοτάξια και προσωπικών συνεντεύξεων με μελετητές και μηχανικούς των κλιμακίων επίβλεψης. Ωστόσο, στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας, καταβλήθηκε ιδιαίτερη προσπάθεια για τον εμπλουτισμό της βάσης δεδομένων με πρόσθετα στοιχεία από τεχνικά έργα που δεν είχαν συμπεριληφθεί στην έρευνα του Φραγκάκη.

Έργα οδοποιίας πραγματοποιούνται τα τελευταία χρόνια στην Ελλάδα κυρίως από δημοσίους φορείς, όπως την Εγνατία Οδό ΑΕ. Σημαντικά έργα ξεκίνησαν επιπρόσθετα να κατασκευάζονται

από τις κοινοπραξίες εταιρείες που ανέλαβαν με συμβάσεις παραχώρησης την κατασκευή και εκμετάλλευση πέντε μεγάλων αυτοκινητοδρόμων της Ελλάδας και ειδικότερα την Ιονία Οδό, τη Νέα Οδό, την Ολυμπία Οδό, τον Άξονα Κεντρικής Ελλάδας (Ε65) και τον αυτοκινητόδρομο Μορέας. Η προσπάθεια συλλογής στοιχείων οδικών γεφυρών παρουσιάζεται ιδιαίτερα δύσκολη, κυρίως εξαιτίας της απροθυμίας των Κυρίων των Έργων να παραχωρήσουν στοιχεία, είτε οικονομικά, είτε ποσοτήτων εργασιών που μπορούν να οδηγήσουν σε εκτιμήσει κόστους. Η απροθυμία αυτή είναι διαχρονική για τους φορείς του Δημοσίου Τομέα. Ωστόσο, κατά την αρχική μας έρευνα, διαπιστώθηκε ακόμη μεγαλύτερη απροθυμία από τους παραχωρησιούχους.

Αρχικά απευθυνθήκαμε στην Εγνατία Οδό ΑΕ, καθώς το δείγμα στοιχείων του Φραγκάκη (2012) συμπεριελάμβανε τις περισσότερες γέφυρες του αυτοκινητοδρόμου και απέμεινε μόνο ένας μικρός αριθμός τεχνικών έργων των οποίων η κατασκευή ολοκληρώθηκε τα τελευταία χρόνια. Μετά από αλληπάλληλες προσπάθειες, τελικά πραγματοποιήθηκε επίσκεψη στο Περιφερειακό Γραφείο Γρεβενών. Κατά την πρώτη επίσκεψη αναζητήθηκαν τα τελικά πρωτόκολλα κατασκευής των γεφυρών στο αρχείο της Υπηρεσίας. Η προσπάθεια αυτή ήταν δύσκολη, δεδομένου ότι η τελική αποτύπωση της κατασκευής των γεφυρών διαχωριζόταν σε περισσότερα πρωτόκολλα στα διάφορα τμήματα του έργου. Μετά την ολοκλήρωση της αναζήτησης καταγράφηκαν τα πρώτα στοιχεία και συγκεντρώθηκαν και οι οριστικές μελέτες των τεχνικών έργων σε ψηφιακή μορφή. Κατά την επεξεργασία των στοιχείων και την καταγραφή τους στη βάση δεδομένων διαπιστώθηκαν αρκετές ελλείψεις, καθώς και αρκετά στοιχεία στις μελέτες και κατ'επέκταση στις ποσότητες εργασιών που χρειαζόντουσαν διευκρίνιση. Για το λόγο αυτό, πραγματοποιήθηκε και δεύτερη μετάβαση στο Περιφερειακό Γραφείο Γρεβενών της Εγνατίας Οδού ΑΕ για να συγκεντρωθούν οι ελλείψεις στα στοιχεία. Πραγματοποιήθηκαν, ακόμη, συνεντεύξεις με μηχανικούς που είχαν απασχοληθεί στα κλιμάκια επίβλεψης των έργων ώστε να αποσαφηνιστούν οι ειδικές συνθήκες που εντοπίστηκαν σε μερικές θέσεις έργων. Οι γέφυρες της Εγνατίας Οδού για τις οποίες συγκεντρώθηκαν στοιχεία ποσοτήτων εργασιών παρουσιάζονται στον Πίνακα 3-1. Επισημαίνεται ότι τα στοιχεία που συγκεντρώθηκαν για τις γέφυρες της Εγνατίας Οδού αντιπροσωπεύουν τα τελικά πραγματικά κατασκευαστικά στοιχεία όπως υλοποιήθηκαν.

α/α	Όνομα	Τμήμα	Κλάδος	Συνολικό Μήκος (m)	Χ.Θ. Αρχής
1	Γ1	4.1.1	Αριστερός	297,60	
2	Γ1	4.1.1	Δεξιός	335,10	
3	Γ2	4.1.1	Αριστερός	345,00	4+328,80
4	Γ2	4.1.1	Δεξιός	349,00	4+327,80
5	Γ3	4.1.1	Αριστερός	180,00	6+846,50
6	Γ3	4.1.1	Δεξιός	180,00	6+856,60
7	Γ2	4.1.2	Αριστερός	292,00	15+908,24
8	Γ2	4.1.2	Δεξιός	290,00	15+944,00
9	Γ3	4.1.2	Αριστερός	200,00	17+589,00
10	Γ3	4.1.2	Δεξιός	200,00	17+601,00
11	Γ4	4.1.2	Αριστερός	150,00	18+589,46
12	Γ4	4.1.2	Δεξιός	150,00	18+581,97
13	Γ6	4.1.2	Αριστερός	157,20	22+363,76
14	Γ6	4.1.2	Δεξιός	157,20	22+409,32
15	Γ1	4.1.3	Αριστερός	531,20	23+884,97
16	Γ1	4.1.3	Δεξιός	636,20	23+920,52
17	Γ2	4.1.3	Αριστερός	426,00	28+142,02
18	Γ2	4.1.3	Δεξιός	426,00	28+142,02
19	Γ3	4.1.3	Αριστερός	326,00	31+146,67
20	Γ3	4.1.3	Δεξιός	326,00	31+148,49

Πίνακας 3 - 1 Πρόσθετες γέφυρες Εγνατίας Οδού για τις οποίες συλλέχθηκαν στοιχεία

Σε δεύτερο στάδιο αναζητήθηκαν στοιχεία ποσοτήτων εργασιών από μελετητές γεφυρών που παρείχαν υπηρεσίες για τους παραχωρησιούχους. Από την προσπάθεια αυτή δεν συλλέχθηκαν στοιχεία, εξαιτίας της ρήτρας εμπιστευτικότητας που δέσμευε τους μελετητές. Για το λόγο αυτό, απευθυνθήκαμε στις εταιρείες που έχουν αναλάβει την κατασκευή και εκμετάλλευση των αυτοκινητοδρόμων. Τελικά, μόνο ο παραχωρησιούχος του Άξονα Κεντρικής Ελλάδος Ε65 ανταποκρίθηκε, από τον οποίο συλλέχθηκαν στοιχεία ποσοτήτων εργασιών για 14 τεχνικά έργα. Τα στοιχεία συγκεντρώθηκαν από τις αναλυτικές προμετρήσεις εργασιών που συνόδευαν τις οριστικές μελέτες των τεχνικών έργων.

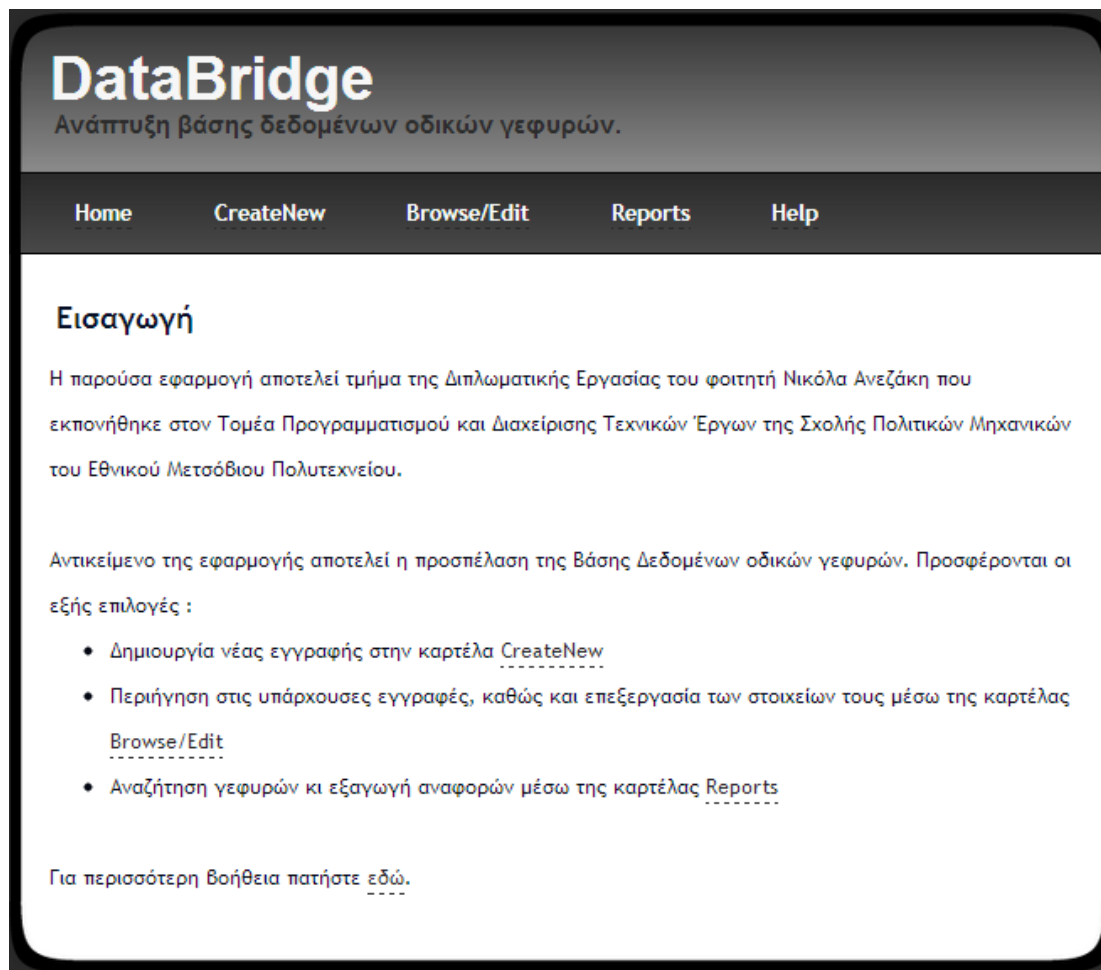
4 ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΒΑΣΕΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ “DataBridge”

4.1 Εισαγωγή

Στα πλαίσια της διπλωματικής εργασίας αναπτύχθηκε Πρόγραμμα Διαχείρισης Βάσεων Δεδομένων, με την ονομασία “DataBridge”, με στόχο τη διευκόλυνση του χρήστη στη διαχείριση, προσπέλαση και επεξεργασία των στοιχείων της Βάσης Δεδομένων Οδικών Γεφυρών, που περιγράφηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο, χωρίς να απαιτούνται εξειδικευμένες τεχνικές γνώσεις σε γλώσσα προγραμματισμού. Με το πρόγραμμα καθίσταται, επίσης, πιο γρήγορη η εισαγωγή δεδομένων ξεχωριστά για κάθε γέφυρα και τα στοιχεία της, καθώς και η εξαγωγή. Το “DataBridge” βασίστηκε στην τεχνολογία δύο ευρέως διαδεδομένων γλωσσών προγραμματισμού, της “HTML5” και της “JAVA”. Η πρώτη χρησιμοποιείται, συνήθως, για εφαρμογές διαδικτύου και ιστοσελίδες. Επιλέχθηκε στην παρούσα εργασία ώστε να γίνει το πρόγραμμα πιο φιλικό προς το χρήστη, δίχως να δυσχεραίνεται η λειτουργικότητά του. Η δεύτερη γλώσσα προγραμματισμού επιλέχθηκε για τις διεργασίες του προγράμματος και τη σύνδεσή του με τη βάση. Το “DataBridge” έχει, ως αποτέλεσμα, τη μορφή μιας ιστοσελίδας που χρειάζεται έναν εξυπηρετητή (server) για να λειτουργήσει και αποτελείται από ένα κοινό θέμα και πέντε διαφορετικές καρτέλες. Το πρόγραμμα “Netbeans” της “ORACLE” χρησιμοποιήθηκε για την εύρυθμη λειτουργία του εξυπηρετητή.

4.2 Αρχική Σελίδα (Home)

Η πρώτη καρτέλα που συναντάται κατά την έναρξη της λειτουργίας του DataBridge περιγράφει το σκοπό του προγράμματος, το λόγο που αναπτύχθηκε στα πλαίσια της διπλωματικής εργασίας, καθώς και συνοπτική περιγραφή των επιλογών που παρέχονται στο χρήστη για την διαχείριση της βάσης δεδομένων. Προσφέρει, ακόμη, υπερσυνδέσμους για τις άλλες καρτέλες του προγράμματος, ώστε να επιτυγχάνεται η ταχύτερη πλοήγηση στο πρόγραμμα.



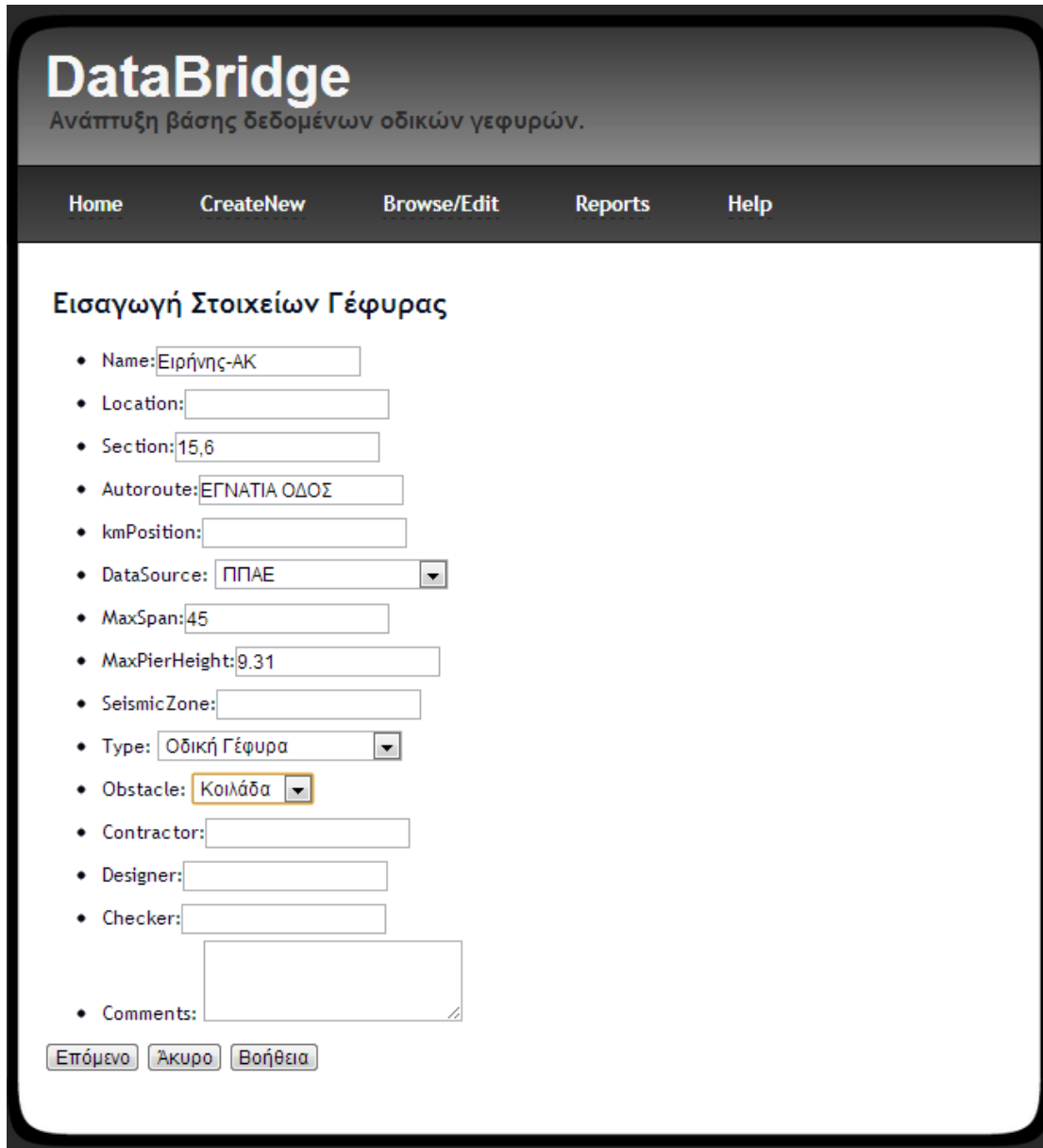
Σχήμα 4 - 1 Οθόνη Αρχικής Σελίδας

4.3 Δημιουργία Νέας Εγγραφής (CreateNew)

Η καρτέλα αυτή επιτρέπει στο χρήστη να εισάγει νέα δεδομένα στη βάση δεδομένων και αποτελείται από υποκαρτέλες που αφορούν στα επιμέρους στοιχεία της γέφυρας, της ανωδομής, των βάθρων, των ανοιγμάτων, του πεζοδρομίου και των θεμελιώσεων. Για την παρουσίαση των δυνατοτήτων της εφαρμογής επιλέχθηκε ως Παράδειγμα η γέφυρα Ειρήνης-ΑΚ που βρίσκεται στην Εγνατία Οδό, ώστε τα δεδομένα εισαγωγής να ανταποκρίνονται σε πραγματικά κατασκευαστικά στοιχεία.

4.3.1 Εισαγωγή Γενικών Στοιχείων Γέφυρας

Αρχικά, συμπληρώνεται η υποκαρτέλα Bridge η οποία περιέχει τα γενικά στοιχεία της γέφυρας τα οποία συμπίπτουν με τα χαρακτηριστικά που περιγράφηκαν στο κεφάλαιο της Βάσης Δεδομένων. Προσφέρεται στο χρήστη η δυνατότητα 3 χειρισμών. α)“Επόμενο”, που τον ανακατευθύνει στην επόμενη υποκαρτέλα με τα στοιχεία της ανωδομής, β)“Άκυρο”, που τον ανακατευθύνει στην Αρχική σελίδα (Home) και γ)“Βοήθεια”, που τον οδηγεί στην καρτέλα της βοήθειας που θα αναλυθεί στη συνέχεια του κεφαλαίου.



The screenshot displays the 'DataBridge' web application interface. At the top, the title 'DataBridge' is shown with the subtitle 'Ανάπτυξη βάσης δεδομένων οδικών γεφυρών.' Below this is a navigation menu with links for 'Home', 'CreateNew', 'Browse/Edit', 'Reports', and 'Help'. The main content area is titled 'Εισαγωγή Στοιχείων Γέφυρας' and contains a form with the following fields:

- Name: Ειρήνης-ΑΚ
- Location: [Empty]
- Section: 15,6
- Autoroute: ΕΓΝΑΤΙΑ ΟΔΟΣ
- kmPosition: [Empty]
- DataSource: ΠΠΑΕ (dropdown menu)
- MaxSpan: 45
- MaxPierHeight: 9,31
- SeismicZone: [Empty]
- Type: Οδική Γέφυρα (dropdown menu)
- Obstacle: Κοιλιάδα (dropdown menu)
- Contractor: [Empty]
- Designer: [Empty]
- Checker: [Empty]
- Comments: [Empty text area]

At the bottom of the form, there are three buttons: 'Επόμενο', 'Άκυρο', and 'Βοήθεια'.

Σχήμα 4 - 2 Καρτέλα εισαγωγής στοιχείων πίνακα Bridge

4.3.2 Εισαγωγή Στοιχείων Ανωδομής

Στη συνέχεια συμπληρώνεται η υποκαρτέλα με τα γενικά στοιχεία της ανωδομής (Superstructure). Το πεδίο με το όνομα της γέφυρας είναι μόνο για ανάγνωση, και παρουσιάζεται σε κάθε φόρμα ως υπενθύμιση στο χρήστη για την εγγραφή που χειρίζεται. Η επιλογή “Προηγούμενο” προσφέρεται, επιπρόσθετα, ώστε να ανακατευθύνει το χρήστη στην υποκαρτέλα Bridge, χωρίς την αποθήκευση των στοιχείων της ανωδομής. Η επιλογή “Επόμενο” οδηγεί στην υποκαρτέλα με τα στοιχεία του πρώτου ανοίγματος.

DataBridge
Ανάπτυξη βάσης δεδομένων οδικών γεφυρών.

Home CreateNew Browse/Edit Reports Help

Εισαγωγή Στοιχείων Ανωδομής

- Bridge Name:
- Superstructure Type:
- Length:
- NetWidth:
- TotalWidth:
- ConcreteVolume:
- ReinforcedSteelWeight:
- PrestressedSteel:
- Concrete Type:
- Comments:

Σχήμα 4 - 3 Καρτέλα εισαγωγής στοιχείων πίνακα Superstructure

4.3.3 Εισαγωγή Στοιχείων Ανοίγματος

Στην υποκαρτέλα Span συμπληρώνονται από το χρήστη τα στοιχεία του πρώτου ανοίγματος. Δεδομένου ότι μια γέφυρα είναι σύνηθες να αποτελείται από περισσότερα από ένα ανοίγματα, δίδεται η δυνατότητα για προσθήκη ανοιγμάτων μέσω της επιλογής “Επόμενο Άνοιγμα” που κατευθύνει το χρήστη στην αντίστοιχη υποκαρτέλα του επόμενου ανοίγματος, αφού όμως αποθηκευτούν προσωρινά τα δεδομένα του προηγούμενου ανοίγματος. Ο χρήστης έχει πρόσβαση στα στοιχεία του προηγούμενου ανοίγματος με την επιλογή “Προηγούμενο Άνοιγμα”. Δεν υπάρχει περιορισμός ως προς τον αριθμό των ανοιγμάτων που μπορεί να εισαχθούν. Με την επιλογή “Επόμενο” ο χρήστης οδηγείται στην υποκαρτέλα με τα γενικά στοιχεία του πρώτου βάθρου, ενώ με την επιλογή “Προηγούμενο” επιστρέφει στη φόρμα εισαγωγής των στοιχείων της ανωδομής χωρίς τη διατήρηση των δεδομένων των ανοιγμάτων που έχουν εισαχθεί. Το πεδίο “ReferenceName” αποτελεί πολύ σημαντικό στοιχείο εισαγωγής στην παρούσα φόρμα. Το στοιχείο αυτό αποθηκεύεται στη βάση δεδομένων αλλά η χρησιμότητά του αφορά μόνο στο “DataBridge” για την αναγνώριση των υποστηριζόμενων ανοιγμάτων στην φόρμα εισαγωγής των βάθρων. Στο παράδειγμα, εφαρμογής το άνοιγμα που εισάγεται είναι το τέταρτο κατά σειρά και ονομάστηκε “Δεξί 4”. Επίσης, καθώς έχουν ήδη εισαχθεί τρία ανοίγματα η φόρμα δίνει την επιλογή “Προηγούμενο Άνοιγμα” για επιστροφή στο τρίτο κατά σειρά άνοιγμα.

DataBridge
Ανάπτυξη βάσης δεδομένων οδικών γεφυρών.

Home CreateNew Browse/Edit Reports Help

Εισαγωγή Στοιχείων Ανοίγματος

- Bridge Name: Ειρήνης-AK
- ReferenceName: Δεξί 4
- SpanType: Ακράιο
- ConstructionMethodType: Συμβατική Κατασκευή
- Length: 45
- ConcreteVolume: 399.21
- ReinforcedSteelWeight: 47304.78
- PrestressedSteelWeight: 21314.91
- Comments:

Προηγούμενο Προηγούμενο Άνοιγμα Επόμενο Άνοιγμα Επόμενο Άκυρο Βοήθεια

Σχήμα 4 - 4 Καρτέλα εισαγωγής στοιχείων πίνακα Span

4.3.4 Εισαγωγή Στοιχείων Βάθρων Θεμελίωσης

Ακολουθεί η υποκαρτέλα Pier με τα στοιχεία του πρώτου βάθρου της οδικής γέφυρας. Η σημαντική διαφοροποίηση στην καρτέλα αυτή προέρχεται από το γεγονός ότι η επιλογή “Επόμενο” εξαρτάται άμεσα από την επιλογή του χρήστη στο πεδίο “FoundationType”, που περιέχει τις επιλογές “Πάσσαλοι”, “Φρέαρ” και “Πέδιλο” υποδεικνύοντας τον τύπο θεμελίωσης του συγκεκριμένου βάθρου. Επομένως, επιλέγοντας τον τύπο θεμελίωσης ο χρήστης κατευθύνεται στην αντίστοιχη φόρμα. Στα πεδία “LeftSpan” και “RightSpan” που αναφέρονται στα υποστηριζόμενα ανοίγματα εμφανίζεται λίστα με τα εισηγμένα ονόματα ανοιγμάτων (Reference Name). Επισημαίνεται ότι στη βάση δεδομένων αντιστοιχίζονται τα ID των

ανοιγμάτων σε κάθε βάθρο. Τα ονόματα των ανοιγμάτων (Reference Name) τους διευκολύνουν μόνο το χρήστη κατά την εισαγωγή δεδομένων στο “DataBridge”.

DataBridge
Ανάπτυξη βάσης δεδομένων οδικών γεφυρών.

Home CreateNew Browse/Edit Reports Help

Εισαγωγή Στοιχείων Βάθρου

- BridgeName: Ειρήνης-AK
- PierType: Μεσόβαθρο
- LeftSpan: Αριστερό 1
- RightSpan: Αριστερό 2
- ConcreteType: --
- CrossSection: --
- CrossBeamExists:
- ConnectionType: Εφέδρανα
- Height: 9.3
- ConcreteVolume: 58.15
- ReinforcedSteelWeight: 7054.67
- FoundationType: Πάσσαλοι
- CrossBeamHeight: 2
- CrossBeamReinforcedSteelWeight:
- CrossBeamConcreteVolume: 29.12
- CrossBeamConcreteType: --
- Comments:

Προηγούμενο Επόμενο Άκυρο Βοήθεια

Σχήμα 4 - 5 Καρτέλα εισαγωγής στοιχείων πίνακα Pier

4.3.5 Εισαγωγή Στοιχείων Θεμελίωσης με Πασσάλους

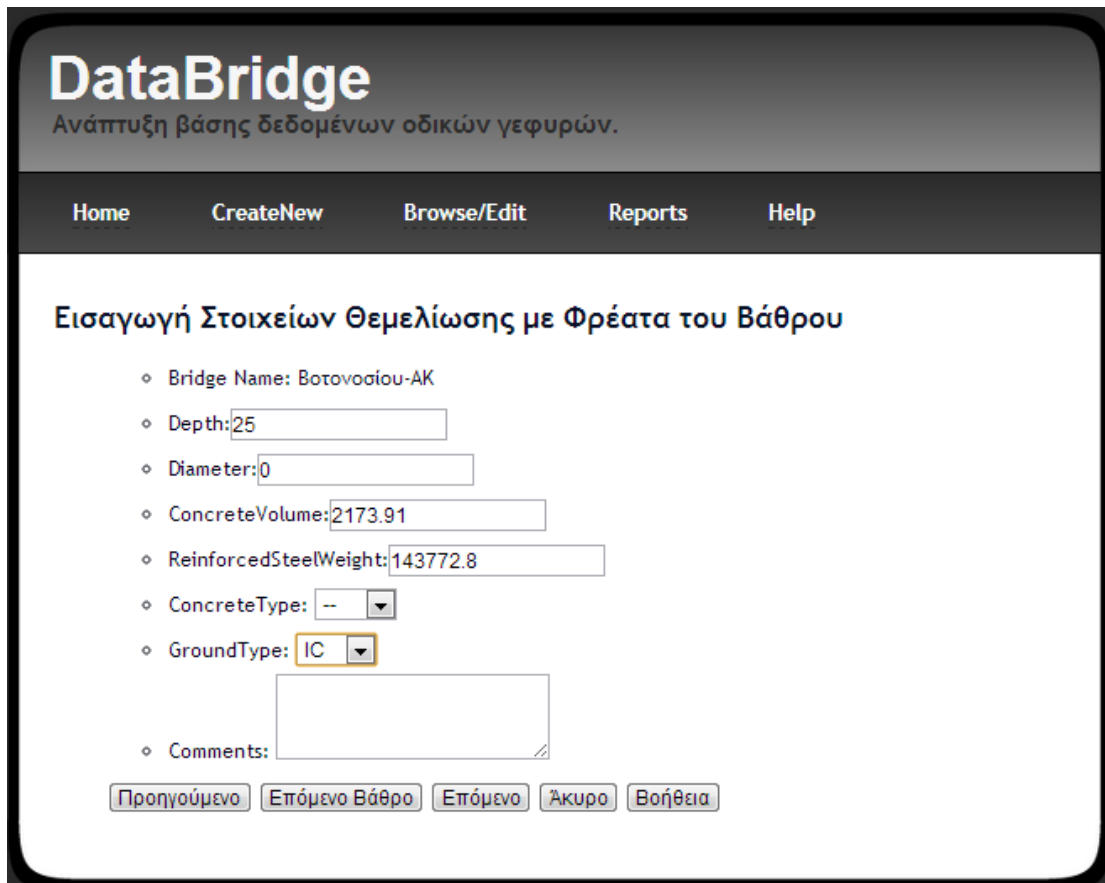
Στην περίπτωση που επιλέγονται οι “Πάσσαλοι” ως τύπος θεμελίωσης ο χρήστης κατευθύνεται στην υποκαρτέλα “PileFoundations” στην οποία συμπληρώνονται τα στοιχεία της θεμελίωσης με πασσάλους του βάθρου που μόλις συμπληρώθηκε. Ο χρήστης επιλέγει, στη συνέχεια, α) “Επόμενο” για να κατευθυνθεί στην τελευταία υποκαρτέλα με τα στοιχεία του πεζοδρομίου, β) “Άκυρο”, γ) “Βοήθεια” και δ) “Επόμενο Βάθρο”.

The screenshot displays the DataBridge software interface. At the top, the logo 'DataBridge' is shown with the tagline 'Ανάπτυξη βάσης δεδομένων οδικών γεφυρών.' Below the logo is a navigation bar with buttons for 'Home', 'CreateNew', 'Browse/Edit', 'Reports', and 'Help'. The main content area is titled 'Εισαγωγή Στοιχείων Θεμελίωσης με Πασσάλους' and contains a list of input fields and dropdown menus for entering pile foundation data. The fields include: Bridge Name (Ειρήνης-AK), Quantity (6), Diameter (1.2), Length (120), TotalConcreteVolume (135.65), TotalReinforcedSteelWeight (14254.07), PileConcreteType (dropdown), Use of Pile Cap (checked), PileCapConcreteVolume (129.98), PileCapReinforcedSteelWeight (13990.98), PileCapHeight (2), PileCapConcreteType (dropdown), GroundType (ID1 dropdown), and a Comments text area. At the bottom of the form, there are five buttons: 'Προηγούμενο', 'Επόμενο Βάθρο', 'Επόμενο', 'Άκυρο', and 'Βοήθεια'.

Σχήμα 4 - 6 Καρτέλα εισαγωγής στοιχείων πίνακα Pile Foundations

4.3.6 Εισαγωγή Στοιχείων Θεμελίωσης με Φρέατα

Στην περίπτωση της επιλογής του φρέατος για τη θεμελίωση ο χρήστης κατευθύνεται στην υποκαρτέλα “ShaftFoundations” για τη συμπλήρωση των στοιχείων θεμελίωσης. Οι επιλογές που προσφέρονται παραμένουν ίδιες με την υποκαρτέλα “PileFoundations”. Επειδή η γέφυρα που επιλέχθηκε ως παράδειγμα εισαγωγής δεν περιέχει φρέατα ως τύπο θεμελίωσης, στο Σχήμα 4-7 παρουσιάζονται στοιχεία θεμελίωσης από τη γέφυρα Βοτονοσίου-ΑΚ που βρίσκεται επίσης στην Εγνατία Οδό.



The screenshot shows the DataBridge software interface. At the top, the logo "DataBridge" is displayed with the tagline "Ανάπτυξη βάσης δεδομένων οδικών γεφυρών." Below the logo is a navigation menu with options: Home, CreateNew, Browse/Edit, Reports, and Help. The main content area is titled "Εισαγωγή Στοιχείων Θεμελίωσης με Φρέατα του Βάθρου". It contains a list of input fields for bridge data:

- Bridge Name: Βοτονοσίου-ΑΚ
- Depth: 25
- Diameter: 0
- ConcreteVolume: 2173.91
- ReinforcedSteelWeight: 143772.8
- ConcreteType: --
- GroundType: IC
- Comments: (empty text area)

At the bottom of the form, there are five buttons: Προηγούμενο, Επόμενο Βάθρο, Επόμενο, Άκυρο, and Βοήθεια.

Σχήμα 4 - 7 Καρτέλα εισαγωγής στοιχείων πίνακα Shaft Foundations

4.3.7 Εισαγωγή Στοιχείων Επιφανειακής Θεμελίωσης

Όταν επιλέγεται ως τύπος θεμελίωσης το “Πέδιλο” ο χρήστης συμπληρώνει τα στοιχεία επιφανειακής θεμελίωσης του βάθρου στην υποκαρτέλα “SpreadFoundations”. Οι επιλογές είναι παρόμοιες με τις άλλες δύο υποκαρτέλες των θεμελιώσεων. Στο Σχήμα 4-8 παρουσιάζεται επιφανειακή θεμελίωση ενός βάθρου από τη γέφυρα Τ3 της Εγνατίας Οδού.

DataBridge
Ανάπτυξη βάσης δεδομένων οδικών γεφυρών.

Home CreateNew Browse/Edit Reports Help

Εισαγωγή Στοιχείων Επιφανειακής Θεμελίωσης

- Bridge Name: T3
- Height: 2
- ConcreteVolume: 198
- ReinforcedSteelWeight: 27825.75
- ConcreteType: --
- GroundType: IIA2
- Comments:

Προηγούμενο Επόμενο Βάθρο Επόμενο Άκυρο Βοήθεια

Σχήμα 4 - 8 Καρτέλα εισαγωγής στοιχείων πίνακα Spread Foundations

4.3.8 Εισαγωγή Στοιχείων Πεζοδρομίου

Η καρτέλα με τα στοιχεία του πεζοδρομίου της ανωδομής είναι η τελευταία υποκαρτέλα προς συμπλήρωση. Στην υποκαρτέλα αυτή η επιλογή “Καταχώρηση” εισάγει τα συμπληρωθέντα στοιχεία στη βάση δεδομένων.

DataBridge
Ανάπτυξη βάσης δεδομένων οδικών γεφυρών.

Home CreateNew Browse/Edit Reports Help

Εισαγωγή Στοιχείων Πεζοδρομίου

- Bridge Name: Ειρήνης-AK
- MaxTotalWidthLeft:
- MaxTotalWidthRight:
- ConcreteVolume:
- ReinforcedSteelWeight:
- ConcreteType: -- ▾
- Comments:

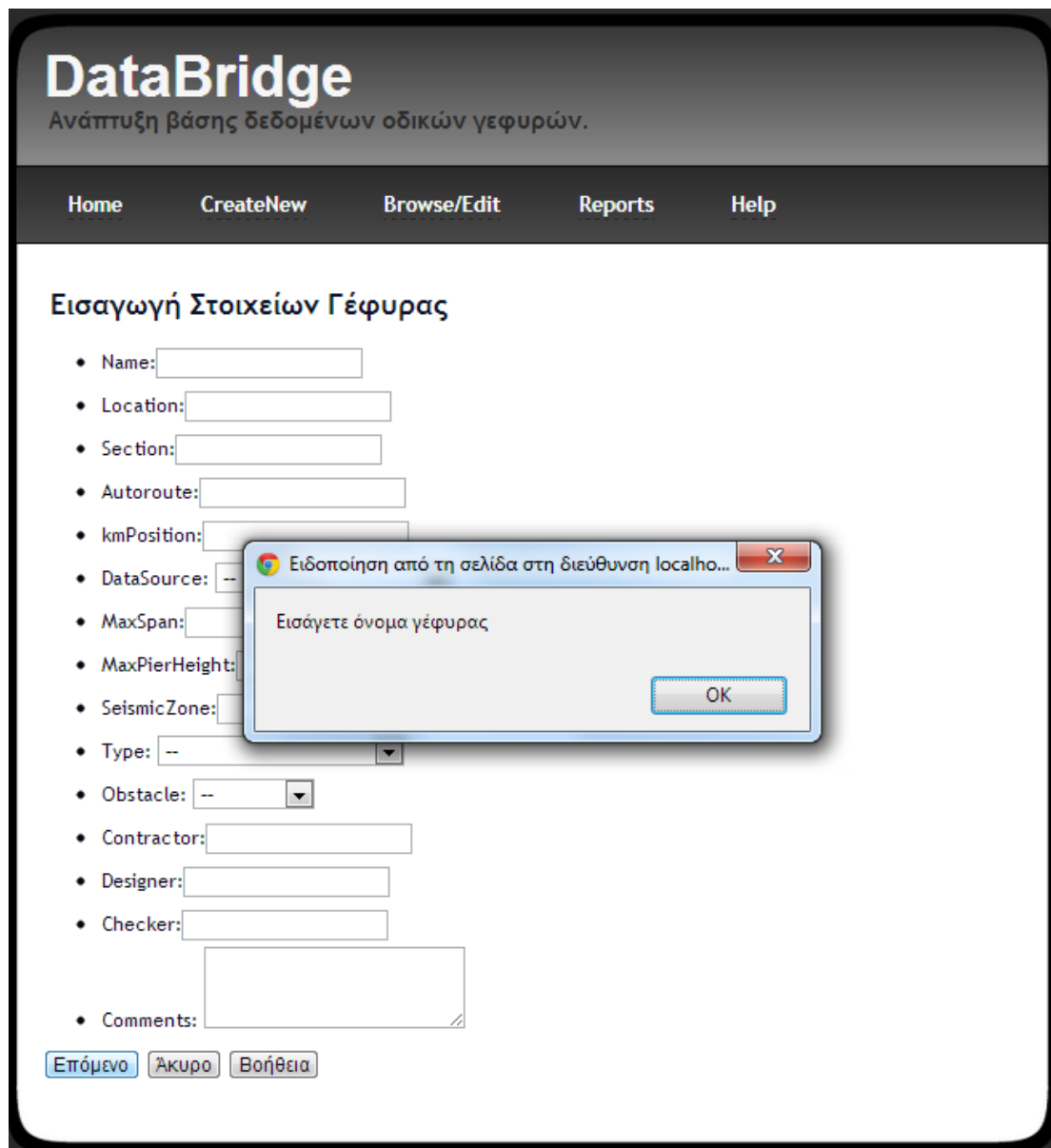
Σχήμα 4 - 9 Καρτέλα εισαγωγής στοιχείων πίνακα Pavement

Σε κάθε υποκαρτέλα της ενότητας “CreateNew” προσφέρονται οι επιλογές “Άκυρο” και “Βοήθεια”. Ιδιαίτερης σημασίας είναι η λειτουργία της επιλογής “Επόμενο” σε όλα τα στάδια της διαδικασίας εισαγωγής των δεδομένων καθώς πραγματοποιείται προσωρινή αποθήκευση των δεδομένων στην προσωρινή μνήμη-“cache memory”. Τα στοιχεία εισάγονται στη βάση μόνο με την επιλογή “Καταχώρηση” της τελευταίας υποκαρτέλας “Pavement”. Με τον τρόπο αυτό σε περίπτωση που επιλεγθεί κάποια από τις επιλογές “Άκυρο”, “Βοήθεια” ή “Προηγούμενο” δεν εισάγονται στη βάση δεδομένων άχρηστα στοιχεία. Επιπλέον, σε κάθε υποκαρτέλα που ακολουθεί την πρώτη (Bridge) εμφανίζεται το όνομα της γέφυρας (BridgeName) που συμπληρώθηκε από το χρήστη χωρίς τη δυνατότητα επεξεργασίας (read-only). Η εισαγωγή αριθμητικών δεδομένων πρέπει να γίνεται με μορφή “XXXXXXXX.XX” δηλαδή μέχρι δέκα ψηφία συνολικά εκ των οποίων τα δύο δεκαδικά. Για την εισαγωγή αλφαριθμητικών δεδομένων υπάρχει ο περιορισμός των είκοσι ψηφίων κατά μέγιστο. Στην περίπτωση που δεν

υφίστανται δεδομένα προς εισαγωγή σε κάποιο πεδίο, οι αριθμοί αποθηκεύονται ως "0" και τα υπόλοιπα στοιχεία ως " " στη βάση δεδομένων.

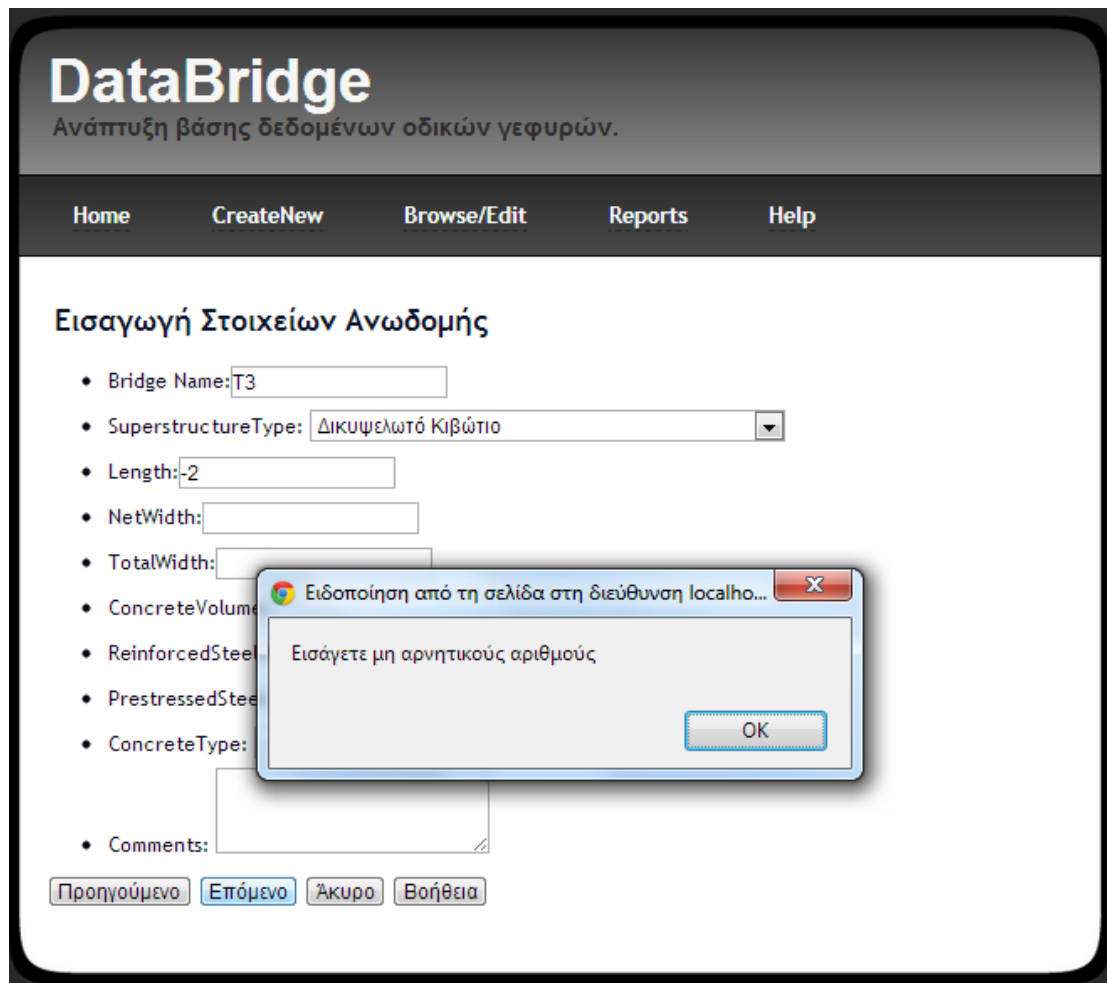
4.3.9 Έλεγχος ορθότητας Δεδομένων

Η εφαρμογή περιέχει αρκετούς περιορισμούς ορθότητας των εισαχθέντων δεδομένων. Οι περιορισμοί προέρχονται από τη σημασιολογία των δεδομένων που αναπαριστούν. Ο πρώτος περιορισμός αφορά στην εισαγωγή των γενικών στοιχείων της γέφυρας όπου απαιτείται η συμπλήρωση του ονόματος της γέφυρας προκειμένου να π συνεχιστεί η διαδικασία. Το μήνυμα σφάλματος παρουσιάζεται στο Σχήμα 4-10.

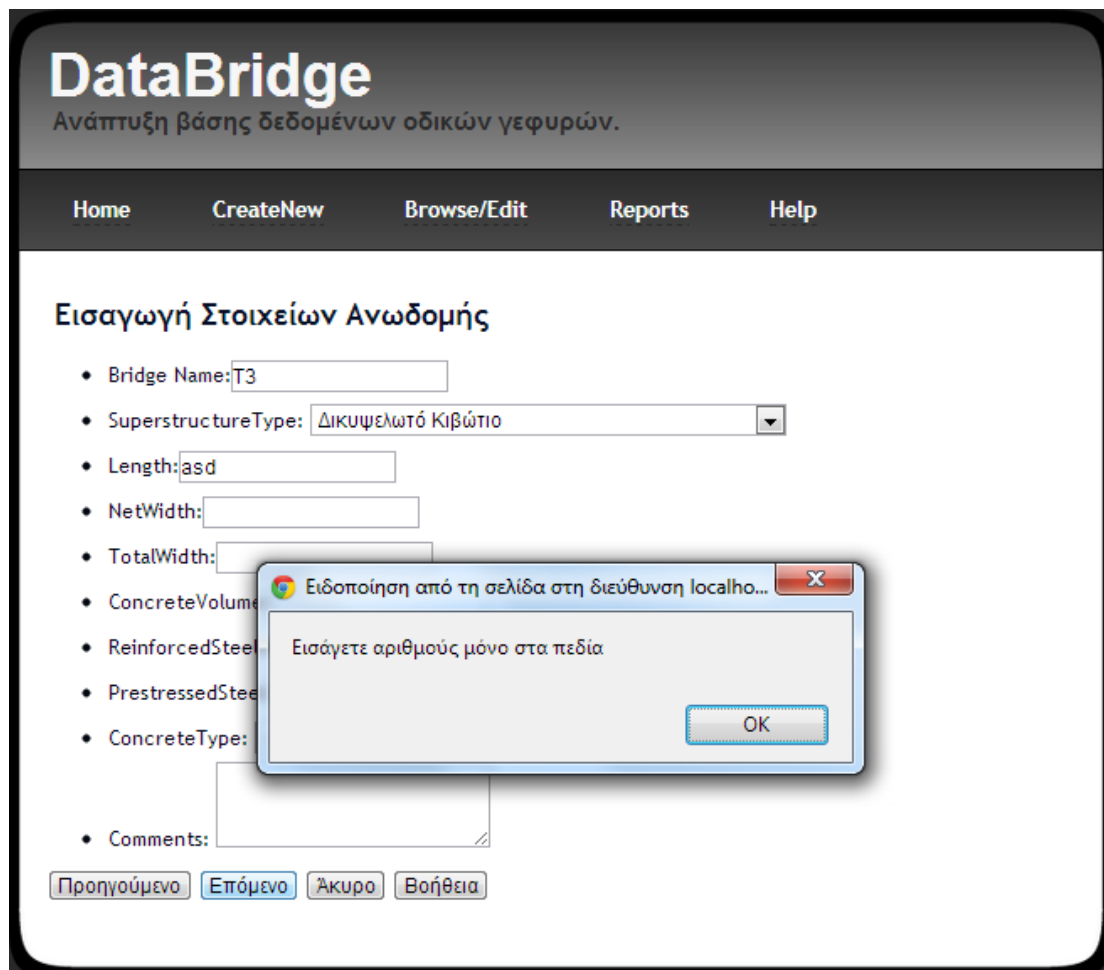


Σχήμα 4 - 10 Μήνυμα σφάλματος κενού πεδίου ονόματος γέφυρας

Το δεύτερο επίπεδο ελέγχου βρίσκεται στο επιτρεπόμενο σύνολο τιμών των αριθμητικών πεδίων, όπως αυτό προκύπτει από την φυσική τους σημασία. Τα δεδομένα που εισάγονται πρέπει να είναι μη αρνητικοί αριθμοί και να μην περιέχουν μη αριθμητικούς χαρακτήρες. Το Σχήμα 4-11 παρουσιάζει μήνυμα σφάλματος για εισαγωγή αρνητικού αριθμού στο πεδίο με το μήκος της ανωδομής και το Σχήμα 4-12 παρουσιάζει μήνυμα σφάλματος για εισαγωγή μη αριθμητικού χαρακτήρα στο ίδιο πεδίο.

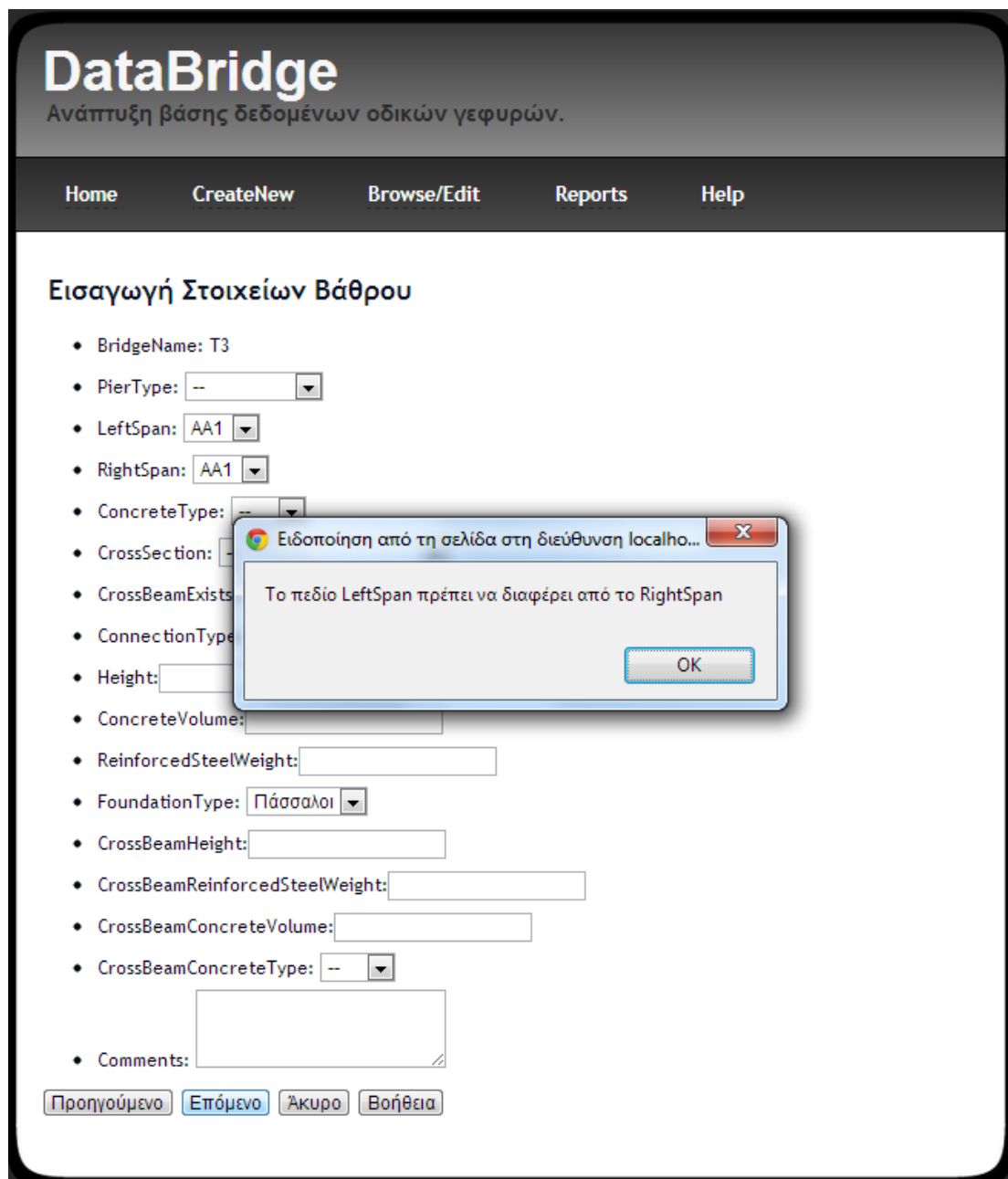


Σχήμα 4 - 11 Μήνυμα σφάλματος εισαγωγής αρνητικού αριθμού



Σχήμα 4 - 12 Μήνυμα σφάλματος εισαγωγής μη αριθμητικού χαρακτήρα

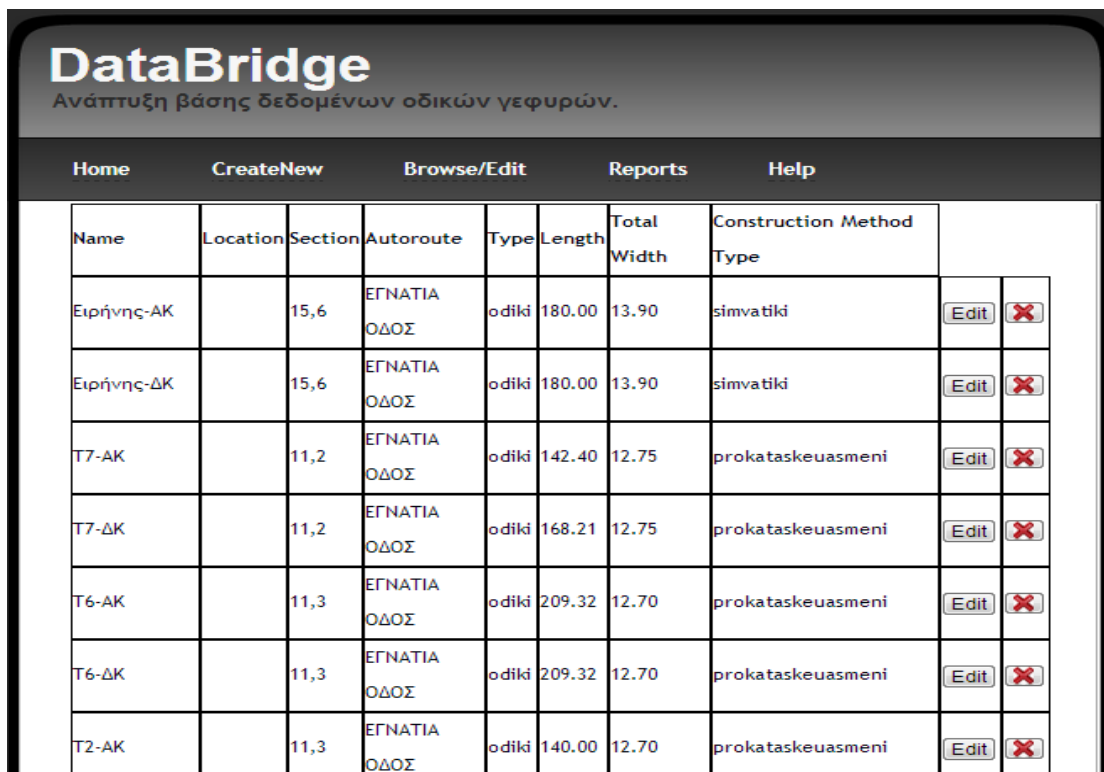
Το τελευταίο επίπεδο ελέγχου σχετίζεται με τον πίνακα των βάθρων και τη φυσική σημασία της επιλογής των πεδίων “LeftSpan” και “RightSpan”. Είναι προφανές ότι για δεδομένο μεσόβαθρο τα δύο αυτά πεδία πρέπει να διαφέρουν μεταξύ τους, το Σχήμα 4-13 παρουσιάζει το μήνυμα σφάλματος για επιλογή ίδιων τιμών στα δύο πεδία.



Σχήμα 4 - 13 Μήνυμα σφάλματος περιορισμού ορθότητας πεδίων LeftSpan και RightSpan

4.4 Περιήγηση και Επεξεργασία υπάρχουσας εγγραφής (Browse/Edit)

Οι υπάρχουσες εγγραφές στη Βάση Δεδομένων παρουσιάζονται στην Τρίτη καρτέλα του προγράμματος. Ο πίνακας περιλαμβάνει τα πιο αντιπροσωπευτικά στοιχεία των γεφυρών: το όνομα (Name), την τοποθεσία (Location), τον τομέα (Section), τον αυτοκινητόδρομο (AutoRoute), τον τύπο (Type), το μήκος (Length), το πλάτος (Total Width) και τον τρόπο κατασκευής της οδικής γέφυρας (Construction Method Type). Στο Σχήμα 4-14 παρουσιάζεται απόσπασμα με ορισμένες εγγραφές της βάσης δεδομένων.



DataBridge
Ανάπτυξη βάσης δεδομένων οδικών γεφυρών.

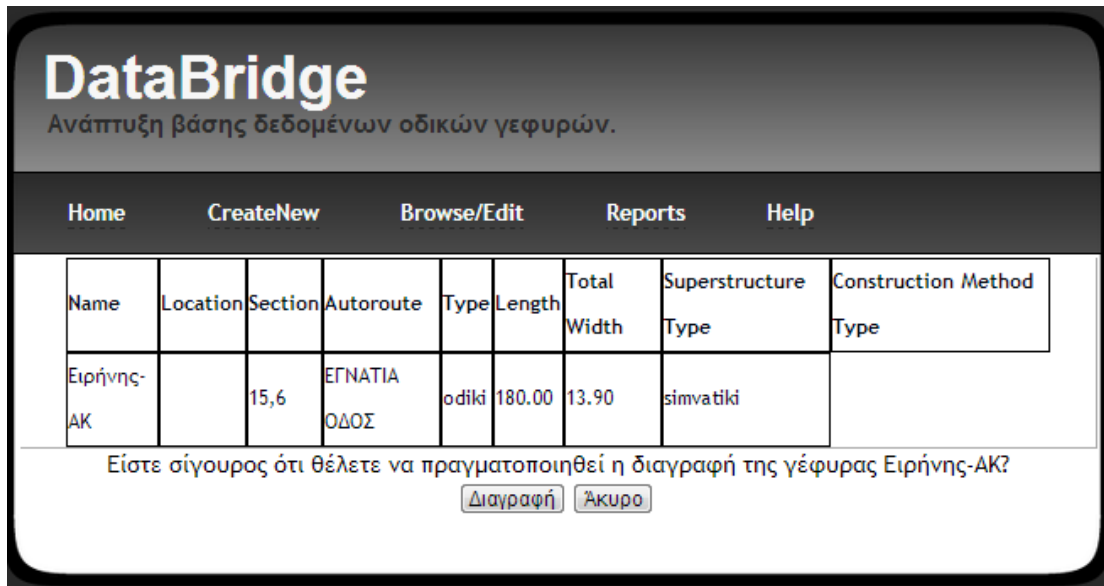
Home CreateNew Browse/Edit Reports Help

Name	Location	Section	Autoroute	Type	Length	Total Width	Construction Method Type		
Ειρήνης-ΑΚ		15,6	ΕΓΝΑΤΙΑ ΟΔΟΣ	odiki	180.00	13.90	simvatiki	Edit	X
Ειρήνης-ΔΚ		15,6	ΕΓΝΑΤΙΑ ΟΔΟΣ	odiki	180.00	13.90	simvatiki	Edit	X
T7-ΑΚ		11,2	ΕΓΝΑΤΙΑ ΟΔΟΣ	odiki	142.40	12.75	prokataskeuasmeni	Edit	X
T7-ΔΚ		11,2	ΕΓΝΑΤΙΑ ΟΔΟΣ	odiki	168.21	12.75	prokataskeuasmeni	Edit	X
T6-ΑΚ		11,3	ΕΓΝΑΤΙΑ ΟΔΟΣ	odiki	209.32	12.70	prokataskeuasmeni	Edit	X
T6-ΔΚ		11,3	ΕΓΝΑΤΙΑ ΟΔΟΣ	odiki	209.32	12.70	prokataskeuasmeni	Edit	X
T2-ΑΚ		11,3	ΕΓΝΑΤΙΑ ΟΔΟΣ	odiki	140.00	12.70	prokataskeuasmeni	Edit	X

Σχήμα 4 - 14 Απόσπασμα Φόρμας Περιήγησης

Όπως παρουσιάζεται στο Σχήμα 4-14, οι επιλογές “Edit” και “Delete” προσφέρονται δίπλα στα βασικά στοιχεία κάθε γέφυρας. η πρώτη επιλογή οδηγεί στην αρχική καρτέλα εισαγωγής στοιχείων, την υποκαρτέλα “Bridge”, με τη διαφορά ότι η συγκεκριμένη καρτέλα περιέχει τα στοιχεία που έχουν εισαχθεί ήδη στη Βάση Δεδομένων για τη συγκεκριμένη γέφυρα. Στη συνέχεια ακολουθείται η ίδια δομή όπως και στην καρτέλα “CreateNew” και ο χρήστης προσπελαύνει τα στοιχεία της γέφυρας με δυνατότητα επεξεργασίας τους. Στην

περίπτωση που αποφασίσει ο χρήστης την αλλαγή τρόπου θεμελίωσης για κάποιο από τα βάθρα η παλαιότερη εγγραφή του τύπου θεμελίωσης διαγράφεται αυτόματα από τη βάση, ώστε να μη διατηρούνται άχρηστα στοιχεία. Η τελική αποθήκευση πραγματοποιείται και πάλι στην τελευταία υποκαρτέλα “Pavement”. Η επιλογή “Delete” διαγράφει όλα τα στοιχεία της γέφυρας που υπάρχουν στη βάση. Πριν την τελική διαγραφή, όμως, ο χρήστης ερωτάται αν επιθυμεί να προχωρήσει στην ενέργεια αυτή, ώστε να αποφεύγονται τα λάθη όπως παρουσιάζεται στο Σχήμα 4-15.



Σχήμα 4 - 15 Φόρμα οριστικής διαγραφής

4.5 Αναζήτηση-Αναφορές (Reports)

Η καρτέλα των αναφορών προσφέρει στο χρήστη τη δυνατότητα αναζήτησης γεφυρών που ικανοποιούν συγκεκριμένα κριτήρια. Τα βασικά στοιχεία των γεφυρών που ικανοποιούν τα κριτήρια αναζήτησης παρουσιάζονται στη συνέχεια με μορφή συγκεντρωτικών αναφορών. Παρέχονται οι εξής επιλογές αναφορών: Γενική Αναφορά Οδικών Γεφυρών, Αναφορά Ανωδομής, Αναφορά οπλισμού Ανωδομής, Αναφορά Ανοιγμάτων, Αναφορά οπλισμού Ανοιγμάτων, Αναφορά Βάθρων, Αναφορά οπλισμού Βάθρων και Αναφορές Θεμελίωσεων.

4.5.1 Γενική Αναφορά

Ο χρήστης επιλέγει αρχικά ένα ή περισσότερα κριτήρια αναζήτησης μεταξύ:

- Όνομα Γέφυρας,
- Αυτοκινητόδρομος,
- Τμήμα, Ολικό Μήκος (Από... Έως...),
- Ολικό Πλάτος (Από... Έως...),
- Τύπος Ανωδομής,
- Όνομα Ανάδοχου,
- Όνομα Μελετητή
- Όνομα Ελεγκτή.

Προεπιλεγμένες ακραίες τιμές εμφανίζονται στα κριτήρια του μήκους και του πλάτους ώστε να συμπεριλαμβάνονται όλες οι εγγραφές στην περίπτωση που δεν επιθυμεί ο χρήστης να ορίσει αυτά τα δύο κριτήρια αναζήτησης. Στο Σχήμα 4-16 παρουσιάζεται η φόρμα εισαγωγής κριτηρίων αναζήτησης γενικής αναφοράς.

DataBridge

Ανάπτυξη βάσης δεδομένων οδικών γεφυρών.

Home
CreateNew
Browse/Edit
Reports
Help

Αναζήτηση και εξαγωγή αναφορών

Γενική Αναφορά

Name:

Autoroute:

Section:

Length: Από Έως:

Total Width: Από Έως:

SuperstructureType: ▼

Contractor:

Designer:

Checker:

Αναφορά Ανωδομής

Αναφορά κατανάλωσης οπλισμού ανωδομής

Αναφορά Ανοιγμάτων

Αναφορά κατανάλωσης οπλισμού ανοιγμάτων

Αναφορά Βάθρων Θεμελίωσης

Αναφορά κατανάλωσης οπλισμού βάθρων θεμελίωσης

Αναφορά Θεμελιώσεων

Σχήμα 4 - 16 Φόρμα εισαγωγής κριτηρίων γενικής αναφοράς

4.5.2 Αποτελέσματα Γενικής Αναφοράς

Μετά την αναζήτηση, η εφαρμογή εμφανίζει πίνακα με τα αποτελέσματα των οδικών γεφυρών που είναι καταχωρημένες στη Βάση Δεδομένων και, ταυτόχρονα, ικανοποιούν τα κριτήρια αναζήτησης. Η Γενική Αναφορά εμφανίζει τα εξής στοιχεία που παρουσιάζονται στο Σχήμα 4-17: Όνομα Γέφυρας, Συνολικό Μήκος, Πλάτος, Επιφάνεια, Μέγιστο Άνοιγμα, Μέγιστο

Ύψος Βάθρου και Τύπος Ανωδομής. Στο Σχήμα 4-17 εμφανίζεται η αναφορά για γέφυρες με μήκος μεγαλύτερο των 250μ., συνολικού πλάτους μικρότερου των 15μ. και τύπο ανωδομής το Μονοκυφελωτό Κιβώτιο.

DataBridge Ανάπτυξη βάσης δεδομένων οδικών γεφυρών.						
Home CreateNew Browse/Edit Reports Help						
Name	Length (m)	Total Width (m)	Area (m2)	Max Span (m)	Max Pier Height (m)	Superstructure Type
Βοτονοσίου-ΑΚ	490.00	13.00	6370	230.00	46.19	monokipseloto
Βοτονοσίου-ΔΚ	477.75	13.00	6214	224.25	52.47	monokipseloto
ΜΕΣΟΒΟΥΝΙΟΥ-ΑΚ	260.01	12.95	3380	100.40	29.64	monokipseloto
ΜΕΣΟΒΟΥΝΙΟΥ-ΔΚ	257.47	12.95	3341	100.10	29.64	monokipseloto
ΚΡΥΣΤΑΛΛΟΠΗΓΗΣ-ΑΚ	638.19	13.00	8294	54.99	24.01	monokipseloto
ΚΡΥΣΤΑΛΛΟΠΗΓΗΣ-ΔΚ	847.77	13.00	11024	54.38	28.13	monokipseloto
ΜΕΓΑΛΟΡΕΜΑ-ΔΚ	483.45	13.00	6279	45.50	28.03	monokipseloto
ΜΕΓΑΛΟΡΕΜΑ-ΑΚ	472.95	13.00	6149	45.50	26.71	monokipseloto
Γ2-ΑΚ	345.00	14.20	4830	160.00	55.00	monokipseloto
Γ2-ΔΚ	349.00	14.20	4886	160.00	58.00	monokipseloto
Γ12-ΑΚ	457.00	14.00	6398	107.00	86.21	monokipseloto
Γ12-ΔΚ	457.00	14.00	6398	107.00	87.83	monokipseloto
Γ11-ΑΚ	299.45	14.00	4186	114.63	45.96	monokipseloto
Γ10-ΑΚ	265.18	15.00	3975	110.05	46.58	monokipseloto
ΓΡΕΒΕΝΙΩΤΙΚΟΣ-ΕΚ	920.00	12.78	11960	100.00	38.27	monokipseloto

Σχήμα 4 - 17 Απόσπασμα αναφοράς για Μονοκυφελωτό Κιβώτιο μήκους από 250 μ. και πλάτους μέχρι 15μ.

4.5.3 Αναφορά Ανωδομής- Οπλισμού Ανωδομής

Οι Αναφορές Ανωδομής και κατανάλωσης οπλισμού ανωδομής αποτελούν την επόμενη επιλογή του χρήστη στην καρτέλα "Search/Reports". Το Όνομα της Γέφυρας, ο Τύπος Καταστρώματος και η Μέθοδος Κατασκευής χρησιμοποιούνται ως κριτήρια αναζήτησης. Το Σχήμα 4-18 παρουσιάζει και κριτήρια για την αναφορά κατανάλωσης οπλισμού. Κάθε φορά εκτελείται μία μόνο αναζήτηση.

The screenshot shows the DataBridge web application interface. At the top, there is a navigation bar with links for Home, CreateNew, Browse/Edit, Reports, and Help. Below this, the main content area is titled "Αναζήτηση και εξαγωγή αναφορών". There are two main sections for search criteria, each with a checked checkbox and a "Name:" input field. The first section is for "Αναφορά Ανωδομής" (Bridge Structure Reference) and the second is for "Αναφορά κατανάλωσης οπλισμού ανωδομής" (Bridge Structure Reinforcement Consumption Reference). Both sections have dropdown menus for "SuperstructureType" (set to "Μονοκυψελωτό Κιβώτιο") and "ConstructionMethodType" (set to "Συμβατική Κατασκευή"). A "Αναζήτηση" (Search) button is present next to the second dropdown. Below these sections, there are several unchecked checkboxes for other search criteria: "Αναφορά Ανοιγμάτων", "Αναφορά κατανάλωσης οπλισμού ανοιγμάτων", "Αναφορά Βάθρων Θεμελίωσης", "Αναφορά κατανάλωσης οπλισμού βάθρων θεμελίωσης", and "Αναφορά Θεμελιώσεων".

Σχήμα 4 - 18 Φόρμα εισαγωγής κριτηρίων για αναφορά ανωδομής και αναφορά οπλισμού ανωδομής

4.5.4 Αποτελέσματα Αναφοράς Ανωδομής- Οπλισμού Ανωδομής

Μετά την εισαγωγή των κριτηρίων αναζήτησης και την προσπέλαση της Βάσης Δεδομένων, το πρόγραμμα εμφανίζει σε μορφή πίνακα την Αναφορά Ανωδομής με τα εξής βασικά χαρακτηριστικά: Όνομα Γέφυρας, Ολικό Μήκος, Ολικό Πλάτος, Επιφάνεια, Όγκος Σκυροδέματος, Βάρος Χάλυβα Οπλισμού και Βάρος Χάλυβα Προέντασης. Στο Σχήμα 4-19 εμφανίζονται τα αποτελέσματα της αναζήτησης για γέφυρες με τύπο ανωδομής το Μονοκυψελωτό Κιβώτιο και με Συμβατική μέθοδο κατασκευής.

<h1>DataBridge</h1> <p>Ανάπτυξη βάσης δεδομένων οδικών γεφυρών.</p>						
<p>Home CreateNew Browse/Edit Reports Help</p>						
Name	Length (m)	Total Width (m)	Area(m ²)	Concrete (m ³)	Reinforced Steel Weight(kg)	Prestressed Steel Weight (kg)
Ειρήνης - ΑΚ	180.00	13.90	2520	1596.82	189212.15	85259.63
Ειρήνης - ΔΚ	180.00	13.90	2520	1596.82	189219.15	85259.63
Βοτονοσίου-ΑΚ	490.00	13.00	6370	9169.26	2024420.10	622879.86
Κ.Δ. Σιδηροδρομικής γραμμής	90.00	13.95	1260	665.32	88528.98	32901.59
Γ4 ΜΑΝΘΕΙΑΣ-ΑΚ	91.00	12.70	1183	1026.78	103341.30	52834.09
Γ4 ΜΑΝΘΕΙΑΣ-ΔΚ	91.00	12.70	1183	1026.78	103341.30	52834.09
Τ12 ΠΡΟΦΗΤΗ ΗΛΙΑ-ΑΚ	145.00	13.95	2030	2064.23	216710.36	110706.51
Τ12 ΠΡΟΦΗΤΗ ΗΛΙΑ-ΔΚ	145.00	13.95	2030	2064.23	216710.36	110706.51
Τ3	113.00	13.95	1582	1570.60	129351.50	60626.62
ΜΕΣΟΒΟΥΝΙΟΥ-ΑΚ	260.01	12.95	3380	3006.14	497330.90	126383.30
ΜΕΣΟΒΟΥΝΙΟΥ-ΔΚ	257.47	12.95	3341	2986.92	494930.60	125383.50
Τ14	95.60	12.10	1152	892.43	0.00	30908.93
Γ11-ΑΚ	299.45	14.00	4186	3729.10	648663.70	195378.80
Γ10-ΑΚ	265.18	15.00	3975	3692.80	636821.40	146126.20

Σχήμα 4 - 19 Απόσπασμα αναφοράς για Μονοκυψελωτό Κιβώτιο Συμβατικής Κατασκευής

Το Σχήμα 4-20 παρουσιάζει την αντίστοιχη αναφορά κατανάλωσης οπλισμού ανωδομής με τα ίδια κριτήρια αναζήτησης. Οι στήλες της εξαγόμενης αναφοράς περιλαμβάνουν τις καταναλώσεις χάλυβα οπλισμού και προέντασης επιπρόσθετα του συνολικού μήκους, πλάτους και επιφάνειας της ανωδομής.

DataBridge				
Ανάπτυξη βάσης δεδομένων οδικών γεφυρών.				
Home CreateNew Browse/Edit Reports Help				
Ολικό Μήκος	Ολικό Πλάτος	Επιφάνεια (m2)	Κατανάλωση Χάλυβα Οπλισμού (kg/m3)	Κατανάλωση Χάλυβα Προέντασης (kg/m3)
180.00	13.90	2520	118.49309878383286	53.393388108866375
180.00	13.90	2520	118.49748249646171	53.393388108866375
490.00	13.00	6370	220.78336746913055	67.93131179615366
90.00	13.95	1260	133.06225575662836	49.452278602777604
91.00	12.70	1183	100.64600011687023	51.456095755663334
91.00	12.70	1183	100.64600011687023	51.456095755663334
145.00	13.95	2030	104.98363070006732	53.63089868861512
145.00	13.95	2030	104.98363070006732	53.63089868861512
113.00	13.95	1582	82.35801604482364	38.60092958105183
260.01	12.95	3380	165.43836947048376	42.0417212771195
257.47	12.95	3341	165.69931568304472	41.97752199590213
95.60	12.10	1152	0.0	34.63457077866051
299.45	14.00	4186	173.94644820466064	52.393017081869615
265.18	15.00	3975	172.449469237435	39.57056975736569

Σχήμα 4 - 20 Απόσπασμα αναφοράς οπλισμού για Μονοκυψελωτό Κιβώτιο Συμβατικής Κατασκευής

4.5.5 Αναφορά Ανοιγμάτων- Οπλισμού Ανοιγμάτων

Οι αναφορές από τη Βάση Δεδομένων για τα ανοίγματα των οδικών γεφυρών, εξάγονται κατόπιν αναζήτησης με ένα ή περισσότερα κριτήρια από τα ακόλουθα: Όνομα Γέφυρας, Μέθοδος Κατασκευής και Τύπος Ανοίγματος. Στο Σχήμα 4-21 παρουσιάζονται τα κριτήρια αναζήτησης των δύο αναφορών. Η αντίστοιχη αναφορά για τις καταναλώσεις οπλισμού των ανοιγμάτων εξάγονται με βάση τη μέθοδο κατασκευής.

DataBridge
Ανάπτυξη βάσης δεδομένων οδικών γεφυρών.

Home CreateNew Browse/Edit Reports Help

Αναζήτηση και εξαγωγή αναφορών

Γενική Αναφορά
 Αναφορά Ανωδομής
 Αναφορά κατανάλωσης οπλισμού ανωδομής
 Αναφορά Ανοιγμάτων

Name:

SpanType:

ConstructionMethodType:

Αναφορά κατανάλωσης οπλισμού ανοιγμάτων

Name:

SpanType:

ConstructionMethodType:

Αναφορά Βάθρων Θεμελίωσης
 Αναφορά κατανάλωσης οπλισμού βάθρων θεμελίωσης
 Αναφορά Θεμελιώσεων

Σχήμα 4 - 21 Φόρμα εισαγωγής κριτηρίων για αναφορά ανοιγμάτων και αναφορά οπλισμού ανοιγμάτων

4.5.6 Αποτελέσματα Αναφοράς Ανοιγμάτων- Οπλισμού Ανοιγμάτων

Η Αναφορά Ανοιγμάτων παρουσιάζεται σε μορφή πίνακα με τα ακόλουθα αποτελέσματα: Όνομα Γέφυρας, Μήκος ανοίγματος, Ολικό Πλάτος, Όγκος Σκυροδέματος, Βάρος Χάλυβα Οπλισμού και Βάρος Χάλυβα Προέντασης. Το Σχήμα 4-22 παρουσιάζει την

αναζήτηση για ακραία ανοίγματα με Προβολοδόμηση ως μέθοδο κατασκευής. Το Σχήμα 4-22 αποτελεί απόσπασμα της αναφοράς.

DataBridge
Ανάπτυξη βάσης δεδομένων οδικών γεφυρών.

Home CreateNew Browse/Edit Reports Help

Name	Length (m)	Total Width (m)	Concrete Volume (m3)	Reinforced Steel Weight (kg)	Prestressed Steel Weight (kg)
6+550-AK	130.00	12.75	2279.91	504823.25	141693.23
6+550-AK	130.00	12.75	2304.72	507386.30	169746.71
6+550-ΔΚ	126.75	12.75	2248.72	494935.13	142355.79
6+550-ΔΚ	126.75	12.75	2280.10	502104.65	167588.95
Βοτονοσίου-ΔΚ	59.88	13.00	659.23	114534.73	29105.93
Βοτονοσίου-ΔΚ	126.75	13.00	2280.10	502104.65	167588.98
ΜΕΣΟΒΟΥΝΙΟΥ-ΑΚ	59.88	12.95	659.23	114534.73	29105.93
ΜΕΣΟΒΟΥΝΙΟΥ-ΔΚ	59.98	12.95	661.74	115298.63	29209.24

Σχήμα 4 - 22 Απόσπασμα αναφοράς ακραίων ανοιγμάτων για Προβολοδόμηση

Το Σχήμα 4-23 περιέχει απόσπασμα της αναφοράς για κατανάλωσεις οπλισμού ακραίων ανοιγμάτων με την Προβολοδόμηση ως μέθοδο κατασκευής.

DataBridge

Ανάπτυξη βάσης δεδομένων οδικών γεφυρών.

Home

CreateNew

Browse/Edit

Reports

Help

Μήκος	Ολικό Πλάτος	Επιφάνεια	Κατανάλωση Χάλυβα Οπλισμού (kg/m3)	Κατανάλωση Χάλυβα Προέντασης (kg/m3)
130.00	12.75	1690	221.42244650008115	62.14860674324864
230.00	12.75	2990	220.78337837513604	67.93131179615366
130.00	12.75	1690	220.15095109167277	73.65177114790517
126.75	12.75	1651	220.0963792735423	63.30525365541287
224.25	12.75	2912	220.15442874744417	68.43830401738202
126.75	12.75	1651	220.21167931231088	73.50070172360863
61.19	13.00	793	173.73810230680166	44.15087729715287
100.40	13.00	1300	173.7389286457438	44.15108610098342

Σχήμα 4 - 23 Απόσπασμα αναφοράς οπλισμού ακραίων ανοιγμάτων για Προβολοδόμηση

4.5.7 Αναφορά Βάθρων -Κατανάλωση Οπλισμού Βάθρων

Το πρόγραμμα προσφέρει στο χρήστη τη δυνατότητα εξαγωγής Αναφοράς Βάθρων και αντίστοιχη κατανάλωσης οπλισμού μετά από αναζήτηση με τα ακόλουθα κριτήρια: Όνομα Γέφυρας, Τύπος Βάθρου, Είδος Διατομής, Τύπος Σύνδεσης με ανωδομή, Ύψος (Από... Έως). Στο Σχήμα 4-24 παρουσιάζονται οι παραπάνω επιλογές αναζήτησης και τα αντίστοιχα κριτήρια.

DataBridge

Ανάπτυξη βάσης δεδομένων οδικών γεφυρών.

Home
CreateNew
Browse/Edit
Reports
Help

Αναζήτηση και εξαγωγή αναφορών

Γενική Αναφορά
 Αναφορά Ανωδομής
 Αναφορά κατανάλωσης οπλισμού ανωδομής
 Αναφορά Ανοιγμάτων
 Αναφορά κατανάλωσης οπλισμού ανοιγμάτων
 Αναφορά Βάθρων Θεμελίωσης

Name:
 PierType:
 CrossSection:
 ConnectionType:
 Height: Από: Έως:

Αναφορά κατανάλωσης οπλισμού βάθρων θεμελίωσης

Name:
 PierType:
 CrossSection:
 ConnectionType:
 Height: Από: Έως:

Αναφορά Θεμελίωσης

Σχήμα 4 - 24 Φόρμα εισαγωγής κριτηρίων για αναφορά βάθρων και αναφορά οπλισμού βάθρων

4.5.8 Αποτελέσματα Αναφοράς Βάθρων Θεμελίωσης- Οπλισμού Βάθρων Θεμελίωσης

Ο πίνακας της Αναφοράς Βάθρων περιέχει τα ακόλουθα στοιχεία: Ύψος, Υποστηριζόμενο Μήκος Καταστρώματος, Όγκος Σκυροδέματος, Βάρος Χάλυβα Οπλισμού, Τύπος Σύνδεσης με ανωδομή και Διατομή. Το Σχήμα-25 παρουσιάζει απόσπασμα της αναφοράς για βάθρα με κριτήρια: Τύπο βάθρου “Μεσόβαθρο”, Τύπο Διατομής “Ορθογωνική με Κενό”, τύπο σύνδεσης με ανωδομή “Εφέδρανα” και ύψος βάθρου έως 15μ.

DataBridge Ανάπτυξη βάσης δεδομένων οδικών γεφυρών.					
Home	CreateNew	Browse/Edit	Reports	Help	
Height(m)	Support Span Length (m)	Concrete Volume	Reinforced Steel Weight(kgt)	Connection Type	Cross Section
11.32	34.890000	124.26	18059.29	efedrana	orthogonikimekeno
11.85	34.890000	127.38	18807.28	efedrana	orthogonikimekeno
9.07	30.000000	44.85	7144.73	efedrana	orthogonikimekeno
9.13	30.000000	45.12	7144.73	efedrana	orthogonikimekeno
8.66	49.580000	56.20	7856.09	efedrana	orthogonikimekeno
11.12	54.990000	70.97	10940.78	efedrana	orthogonikimekeno
14.45	54.980000	90.94	18370.85	efedrana	orthogonikimekeno
8.91	49.575000	57.86	6584.70	efedrana	orthogonikimekeno
7.88	48.790000	57.31	7898.07	efedrana	orthogonikimekeno
11.21	54.380000	77.29	11780.68	efedrana	orthogonikimekeno
13.29	54.380000	71.77	11277.51	efedrana	orthogonikimekeno
14.52	54.380000	97.15	14100.20	efedrana	orthogonikimekeno
14.88	48.815000	99.31	14359.00	efedrana	orthogonikimekeno
12.32	40.250000	101.23	23066.68	efedrana	orthogonikimekeno
14.04	45.500000	113.34	26433.45	efedrana	orthogonikimekeno

Σχήμα 4 - 25 Απόσπασμα αναφοράς μεσόβαθρου με διατομή Ορθογωνική με κενό, τύπο σύνδεσης τα Εφέδρανα και ύψους έως 15μ.

Στο Σχήμα 4-26 παρουσιάζεται απόσπασμα της αναφοράς κατανάλωσης χάλυβα οπλισμού για βάθρα με τα ίδια κριτήρια.

DataBridge
Ανάπτυξη βάσης δεδομένων οδικών γεφυρών.

Home CreateNew Browse/Edit Reports Help

Ύψος (m)	Αριστερό Ανοιγμα (m)	Δεξί Ανοιγμα(m)	Υποστηριζόμενο Μήκος Ανοιγματος (m)	Τύπος Σύνδεσης	Κατανάλωση Χάλυβα Οπλισμού (kg/m3)
11.32	34.89	34.89	34.890000	efedrana	145.33470143248027
11.85	34.89	34.89	34.890000	efedrana	147.64704035170357
9.07	30.00	30.00	30.000000	efedrana	159.30278706800445
9.13	30.00	30.00	30.000000	efedrana	158.34951241134752
8.66	44.17	54.99	49.580000	efedrana	139.78807829181494
11.12	54.99	54.99	54.990000	efedrana	154.16063125264196
14.45	54.98	54.98	54.980000	efedrana	202.01066637343303
8.91	54.98	44.17	49.575000	efedrana	113.80400967853438
7.88	43.20	54.38	48.790000	efedrana	137.81312161926365
11.21	54.38	54.38	54.380000	efedrana	152.42178807090178

Σχήμα 4 - 26 Απόσπασμα αναφοράς οπλισμού μεσόβαθρου με διατομή Ορθογωνική με κενό, τύπο σύνδεσης τα Εφέδρανα και ύψους έως 15μ.

4.5.9 Αναφορά και Αποτελέσματα Αναφοράς Θεμελίωσης με Πασσάλους

Το πρόγραμμα προσφέρει και αναφορές για τις θεμελιώσεις των βάθρων. Η εισαγωγή κριτηρίων περιέχει: το εύρος (Από... Έως...) του ύψους του βάθρου που θεμελιώνεται, τη μέθοδο κατασκευής της γέφυρας και υποχρεωτικά έναν εκ των τριών τύπων θεμελίωσης (“Πάσσαλοι”, “Φρέατα” και “Επιφανειακή θεμελίωση”). Στο Σχήμα 4-27 παρουσιάζεται η αναζήτηση θεμελιώσεων με πασσάλους για βάθρα μέγιστου ύψους 15μέτρων για γέφυρα που κατασκευάστηκε με προβολοδόμηση. Τα αποτελέσματα της αναζήτησης παρουσιάζονται στο Σχήμα 4-28 και είναι τα ακόλουθα: Τύπος Εδάφους, Διάμετρος, Μήκος πασσάλων, Όγκος

σκυροδέματος, Βάρος χάλυβα οπλισμού, Ύψος βάθρου, Τύπος σύνδεσης και Υποστηριζόμενο μήκος καταστρώματος.

The screenshot shows the DataBridge web application interface. At the top, the logo "DataBridge" is displayed with the tagline "Ανάπτυξη βάσης δεδομένων οδικών γεφυρών." Below the logo is a navigation menu with the following items: Home, CreateNew, Browse/Edit, Reports, and Help. The main content area is titled "Αναζήτηση και εξαγωγή αναφορών" (Search and export references). It contains a list of search criteria with checkboxes:

- Γενική Αναφορά
- Αναφορά Ανωδομής
- Αναφορά κατανάλωσης οπλισμού ανωδομής
- Αναφορά Ανοιγμάτων
- Αναφορά κατανάλωσης οπλισμού ανοιγμάτων
- Αναφορά Βάθρων Θεμελίωσης
- Αναφορά κατανάλωσης οπλισμού Βάθρων θεμελίωσης
- Αναφορά Θεμελίωσης

Below the list, there are input fields for "Height: Από: 0" and "Έως: 15". There is also a dropdown menu for "Foundation Type:" with the value "Πάσσαλοι" selected. At the bottom, there is a dropdown menu for "ConstructionMethodType:" with the value "Προβολοδόμηση" selected, and a button labeled "Αναζήτηση" (Search).

Σχήμα 4 - 27 Φόρμα εισαγωγής κριτηρίων για αναφορά θεμελιώσεων

DataBridge Ανάπτυξη βάσης δεδομένων οδικών γεφυρών.									
Home		CreateNew		Browse/Edit		Reports		Help	
Ground Type	Diameter (m)	Length (m)	Concrete Volume (m3)	Reinforced Steel Weight (kg)	Height (m)	Connection Type	Support Span Length (m)		
IB2	0.45	220.00	144.94	14650.85	11.67	efedrana	180.000000		
IB2	0.45	200.00	150.38	15327.23	12.35	efedrana	180.000000		
IB2	0.45	220.00	140.86	14134.30	11.16	efedrana	175.500000		

Σχήμα 4 - 28 Απόσπασμα αναφοράς θεμελιώσεων με Πασσάλους για βάθρα έως 15μ. και μέθοδο κατασκευής την Προβολοδόμηση

4.5.10 Αποτελέσματα Αναφοράς Θεμελίωσης με Φρέατα

Για την αναζήτηση με φρέατα εισήχθησαν ως κριτήρια επιλογής ύψος βάθρου από 10μ. έως 40μ. και μέθοδος κατασκευής την Τμηματική Προώθηση. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στο Σχήμα 4-29.

DataBridge
Ανάπτυξη βάσης δεδομένων οδικών γεφυρών.

Home CreateNew Browse/Edit Reports Help

Ground Type	Depth (m)	Diameter (m)	Concrete Volume (m3)	Reinforced Steel Weight (kg)	Height (m)	Connection Type	Support Span Length (m)
ID1	7.00	7.00	193.56	38220.03	25.80	efedrana	41.100000
ID1	10.00	7.00	208.81	41279.40	28.03	efedrana	45.500000
ID1	10.00	7.00	191.38	38336.59	25.45	efedrana	45.500000
ID1	7.00	7.00	199.78	39761.22	26.71	efedrana	41.100000

Σχήμα 4 - 29 Απόσπασμα αναφοράς θεμελιώσεων με Φρέατα για βάθρα ύψους από 10μ.έως 40μ. και μέθοδο κατασκευής την Τμηματική Προώθηση

4.5.11 Αποτελέσματα Αναφοράς Επιφανειακής Θεμελίωσης

Οι επιφανειακές θεμελιώσεις αποτελούν την τελευταία επιλογή των αναφορών. Στο Σχήμα 4-30 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα για μέγιστο ύψος βάθρου τα 25μ. και μέθοδο κατασκευής της γέφυρας τον Προωθούμενο Μεταλλότυπο.

DataBridge						
Ανάπτυξη βάσης δεδομένων οδικών γεφυρών.						
Home		CreateNew	Browse/Edit	Reports	Help	
Ground Type	Height (m)	Concrete Volume (m3)	Reinforced Steel Weight (kg)	Pier Height (m)	Connection Type	Support Span Length (m)
IB2	0.00	90.94	18370.85	14.45	efedrana	54.980000
IB2	0.00	57.86	6584.70	8.91	efedrana	49.575000
IB2	0.00	112.33	16384.77	17.05	efedrana	54.380000
IB2	0.00	71.77	11277.51	13.29	efedrana	54.380000
IB2	0.00	97.15	14100.20	14.52	efedrana	54.380000
IB2	0.00	99.31	14359.00	14.88	efedrana	48.815000

Σχήμα 4 - 30 Απόσπασμα αναφοράς θεμελιώσεων με Πέδιλα για βάθρα έως 25μ. και μέθοδο κατασκευής τον Προωθούμενο Μεταλλότυπο

4.6 Βοήθεια (Help)

4.6.1 Βοήθεια για την Καρτέλα CreateNew

Η τελευταία καρτέλα του Προγράμματος Διαχείρισης Βάσεων Δεδομένων “DataBridge” προσφέρει στο χρήστη βοήθεια για την εφαρμογή, κυρίως σε ό,τι αφορά την εισαγωγή νέας εγγραφής που αποτελεί την πιο πολύπλοκη διαδικασία. Η χρήση ενός ενιαίου επεξηγηματικού κειμένου κρίθηκε μη λειτουργική ώστε να μην προκύψει εξαιρετικά πολύπλοκη καρτέλα. Για το λόγο αυτό απλοποιήθηκε η μορφή της. Η εφαρμογή περιέχει τρεις ενότητες βοήθειας, μία για κάθε διαδικασία εκ των “CreateNew”, “Browse/Edit” και “Search/Reports”. Στην πρώτη ενότητα επεξηγούνται οι πίνακες που χρησιμοποιούνται κατά την εισαγωγή μια νέας εγγραφής. Επιλέγοντας από τα αντίστοιχα πεδία τον πίνακα για τον οποίο ο χρήστης αναζητά βοήθεια,

παρουσιάζοντα τα στοιχεία του με επεξήγηση των όρων και ανάλυση της μορφής με την οποία πρέπει να συμπληρωθούν τα κενά πεδία.

Βοήθεια για την καρτέλα CreateNew

Παρακάτω παρατίθενται οι οκτώ πίνακες που συναντώνται στην καρτέλα CreateNew. Επιλέγοντας έναν από αυτούς εμφανίζεται η λίστα με τα στοιχεία που ζητούνται από το χρήστη στον αντίστοιχο πίνακα, καθώς και η επεξήγησή τους.

- Βοήθεια επί του πίνακα Bridge, που περιέχει τα γενικά χαρακτηριστικά μιας γέφυρας
- Βοήθεια επί του πίνακα Superstructure, που περιέχει τα χαρακτηριστικά της ανωδομής
- Βοήθεια επί του πίνακα Pavement, που περιέχει τα χαρακτηριστικά του πεζοδρομίου
- Βοήθεια επί του πίνακα Span, που περιέχει τα χαρακτηριστικά του/των ανοίγματος/ων
- Βοήθεια επί του πίνακα Pier, που περιέχει τα χαρακτηριστικά του/των βάθρου/ων
- Βοήθεια επί του πίνακα SpreadFoundations, που περιέχει τα χαρακτηριστικά των επιφανειακών θεμελιώσεων των βάθρων
- Βοήθεια επί του πίνακα ShaftFoundations, που περιέχει τα χαρακτηριστικά των θεμελιώσεων των βάθρων με φρέατα
- Βοήθεια επί του πίνακα PileFoundations, που περιέχει τα χαρακτηριστικά των θεμελιώσεων των βάθρων με πασσάλους

Σχήμα 4 - 31 Απόσπασμα Καρτέλας Βοήθειας για την Καρτέλα Εισαγωγής Δεδομένων

- Βοήθεια επί του πίνακα **Superstructure**, που περιέχει τα χαρακτηριστικά της ανωδομής
- **SuperstructureType**: Ο τύπος της ανωδομής. Επιλέγεται ένας εκ των: Μονοκυψελωτό κιβώτιο, Δικυψελωτό κιβώτιο, Πλάκα με κενά, Συμπαγής πλάκα, Προκατασκευασμένη δοκός με πλάκα συνέχειας
 - **Length**: Το μήκος του καταστρώματος σε μορφή αριθμού με δύο δεκαδικά
 - **NetWidth**: Το καθαρό πλάτος του καταστρώματος σε μορφή αριθμού με δύο δεκαδικά
 - **TotalWidth**: Το ολικό πλάτος του καταστρώματος σε μορφή αριθμού με δύο δεκαδικά
 - **ConcreteVolume**: Ο όγκος σκυροδέματος της ανωδομής σε μορφή αριθμού με δύο δεκαδικά
 - **ReinforcedSteelWeight**: Το βάρος του χάλυβα οπλισμού της ανωδομής σε μορφή αριθμού με δύο δεκαδικά
 - **PrestressedSteelWeight**: Το βάρος του χάλυβα προέντασης της ανωδομής σε μορφή αριθμού με δύο δεκαδικά
 - **ConcreteType**: Ο τύπος σκυροδέματος της ανωδομής. Επιλέγεται ένας εκ των: B10, B15, B25, B35, B45
 - **Comments**: Τυχόν σχόλια για τον πίνακα **Superstructure**

Σχήμα 4 - 32 Απόσπασμα Καρτέλας Βοήθειας για τον πίνακα Superstructure

4.6.2 Βοήθεια για την Καρτέλα Browse/Edit

Η δεύτερη ενότητα της Βοήθειας περιέχει πληροφορίες για την καρτέλα “Browse/Edit” του “DataBridge”. Η αναλυτική επεξήγηση των υποκαρτελών κατά την επεξεργασία μιας εγγραφής δεν κρίθηκε απαραίτητη καθώς είναι παρόμοιες με εκείνες που χρησιμοποιούνται κατά τη διαδικασία εισαγωγής νέας εγγραφής και ως εκ τούτου ο χρήστης μπορεί να ανατρέξει στην πρώτη ενότητα της βοήθειας.

Βοήθεια για την καρτέλα Browse/Edit

Στην καρτέλα Browse/Edit ο χρήστης περιηγείται στις υπάρχουσες εγγραφές της Βάσης Δεδομένων μέσω ενός πίνακα που δείχνει τα βασικά τους χαρακτηριστικά. Αυτά είναι τα εξής: Name, Location, Section, AutoRoute, Type, Length, TotalWidth, SuperstructureType, ConstructionMethodType. Επιπρόσθετα, δίδεται η επιλογή 'Edit' που ανακατευθύνει στο χρήστη στις υποκαρτέλες εισαγωγής δεδομένων με αποθηκευμένα, όμως, τα στοιχεία της επιλεγείσας γέφυρας για εκ νέου επεξεργασία. Καθώς επιτρέπεται η επεξεργασία των δεδομένων επιτρέπεται από το σύστημα και η ολοκληρωτική διαγραφή μιας εγγραφής. Με την επιλογή της διαγραφής, και αφού ο χρήστης είναι σίγουρος, όλα τα δεδομένα για τη γέφυρα και τα επιμέρους στοιχεία της διαγράφονται οριστικά.

Σχήμα 4 - 33 Απόσπασμα Καρτέλας Βοήθειας για την Καρτέλα Περιήγησης και Επεξεργασίας Δεδομένων

4.6.3 Βοήθεια για την Καρτέλα Reports

Η τρίτη ενότητα της Βοήθειας αφορά στην καρτέλα Search/Reports και επεξηγεί τη διαδικασία αναζήτησης και εξαγωγής αναφορών. Σε πρώτη φάση ερμηνεύονται τα κριτήρια αναζήτησης για κάθε αναφορά και έπειτα αναλύονται οι στήλες των πινάκων των εξαγόμενων αναφορών με ιδιαίτερη έμφαση σε εκείνες των οποίων τα στοιχεία συλλέγονται έμμεσα από τη Βάση Δεδομένων, όπως για παράδειγμα η επιφάνεια και οι καταναλώσεις οπλισμού. Στο Σχήμα 4-34 παρουσιάζεται απόσπασμα της βοήθειας για τις αναφορές.

Βοήθεια για την καρτέλα Reports

Στην καρτέλα Reports ο χρήστης εκτελεί αναζήτηση στις υπάρχουσες εγγραφές της Βάσης Δεδομένων και εξάγει 8 διαφορετικές αναφορές. Η γενική αναφορά επιτρέπει την αναζήτηση με τα εξής κριτήρια: Name, AutoRoute, Section, Length, Total Width, Superstructure Type, Contractor, Designer και Checker. Σαν αποτέλεσμα, παρουσιάζεται πίνακας με τις εξής στήλες: Name, Length, Total Width, Area(ως γινόμενο των προηγούμενων δύο στηλών), Max Span, Max Pier Height και Superstructure Type. Η δεύτερη αναφορά έχει κριτήρια αναζήτησης τα: Name Superstructure Type και Construction Method Type και εξάγει πίνακα με στήλες: Name, Length, Total Width, Area(ως γινόμενο των προηγούμενων δύο στηλών), Concrete Volume, Reinforced Steel Weight, Prestressed Steel Weight. Η τρίτη αναφορά έχει κριτήρια ίδια με της δεύτερης και αποτέλεσμα τα: Length, Total Width, Area(ως γινόμενο των προηγούμενων δύο στηλών), Κατανάλωση Χάλυβα Οπλισμού και Κατανάλωση Χάλυβα Προέντασης. Η τέταρτη αναφορά έχει κριτήρια τα : Name, Span Type και Construction Method Type και αποτέλεσμα τα : Name, Length, Total Width, Concrete Volume,

Σχήμα 4 - 34 Απόσπασμα Καρτέλας Βοήθειας για την Καρτέλα Αναφορών

5 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΟΣΤΟΥΣ ΑΚΡΟΒΑΘΡΩΝ

5.1 Γενικά Στοιχεία

Τα ακρόβαθρα αποτελούν κατασκευές που χωροθετούνται στα δυο άκρα της γέφυρας. Κατ'αναλογία με τα μεσόβαθρα, χρησιμοποιούνται για τη στήριξη του καταστρώματος. Επιπρόσθετα όμως, χρησιμοποιούνται για την οδική σύνδεση των γεφυρών με τους δρόμους πρόσβασης μέσω των πλακών πρόσβασης, καθώς και για τη συγκράτηση των εδαφών που έχουν χρησιμοποιηθεί για την κατασκευή των δρόμων αυτών.

Η πιο συνηθισμένη μορφή ακροβάθρων κατά την Ελληνική κατασκευαστική πρακτική παρουσιάζεται στα σχήματα του Παραρτήματος Α'. Τα ακρόβαθρα αυτά είναι γνωστά ως «βαρυντικού τύπου» και αποτελούν τοιχεία με το επίχωμα στην κοίλη πλευρά τους. Τα κυριότερα τμήματά τους είναι τα ακόλουθα:

- Θεμελίωση, είτε με πέδιλα, είτε με πασσάλους που συνδέονται με κεφαλόδεσμο.
- Κορμός / Βάθρο
- Δοκός έδρασης.
- Θωράκιο
- Πτερυγότοιχοι.

Οι πτερυγότοιχοι αποτρέπουν το υποστηριζόμενο έδαφος που βρίσκεται πίσω από το ακρόβαθρο να μετατοπιστεί εγκάρσια. Παρουσιάζεται μεγάλη ποικιλία στο σχεδιασμό τους, καθώς η μορφή τους καθορίζεται και από την αισθητική που επιθυμεί ο μελετητής να διαμορφώσει. Η κυριότερη μορφή πτερυγότοιχων περιλαμβάνει την ανάπτυξή τους σε πρόβολο από το ακρόβαθρο. Σε αρκετές όμως περιπτώσεις, οι πτερυγότοιχοι διαθέτουν αυτοτελή θεμελίωση και ουσιαστικά εμφανίζονται ως τυπικοί τοίχοι αντιστήριξης.

5.2 Παράγοντες σχεδιασμού

Σύμφωνα με τους Chen and Duan (1999), τα κάθετα και οριζόντια φορτία της ανωδομής που μεταφέρονται διαμέσου του ακροβάθρου στο έδαφος, οι κάθετες και διαμήκεις εδαφικές

πιέσεις, το ίδιο βάρος της κατασκευής τους και οι φορτίσεις ανέμου αποτελούν τις κυριότερες φορτίσεις σχεδιασμού των ακροβάθρων κατά τη θεωρία. Στα πλαίσια της προσπάθειας τυποποίησης της διαδικασίας σχεδιασμού των ακροβάθρων με τελικό στόχο τον προσδιορισμό μοντέλου εκτίμησης του κόστους κατασκευής τους, πραγματοποιήθηκαν συνεντεύξεις με εμπειρογνώμονες, όπως μελετητές γεφυρών, ακαδημαϊκούς και μηχανικούς με εμπειρία στην επίβλεψη κατασκευής γεφυρών. Από τις συνεντεύξεις αυτές προέκυψε το συμπέρασμα ότι η λειτουργία του ακροβάθρου ως τοίχου αντιστήριξης του εδάφους που διαμορφώνει το δρόμο πρόσβασης αποτελεί το βασικότερο παράγοντα που καθορίζει το σχεδιασμό του. Ως εκ τούτου, το ύψος αποτελεί σύμφωνα με τους εμπειρογνώμονες, τη βασική παράμετρο σχεδιασμού των ακροβάθρων. Σημειώθηκε, ακόμη, ότι η θεμελίωση των ακροβάθρων πραγματοποιείται είτε με πέδιλα, είτε με πασσάλους που συνδέονται με κεφαλόδεσμο. Τα φορτία που μεταφέρονται στο έδαφος από τα ακρόβαθρα δεν είναι τόσο μεγάλα ώστε να έχει προκύψει απαίτηση χρήσης φρέατος πάκτωσης για τη θεμελίωσή τους. Επισημάνθηκε, ωστόσο, ότι τοπικοί παράγοντες σε κάθε θέση γέφυρας διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στην τελική επιλογή της μορφής του ακροβάθρου και επηρεάζουν κυρίως τη μορφή των πτερυγότοιχων. Για το λόγο αυτό, εκτιμάται από τους εμπειρογνώμονες ότι η διαδικασία τυποποίησης του σχεδιασμού των ακροβάθρων σύμφωνα με την Ελληνική κατασκευαστική πρακτική είναι ιδιαίτερα δύσκολη.

5.3 Στατιστική Ανάλυση

Από τη βάση δεδομένων οδικών γεφυρών αντλήθηκαν στοιχεία για 154 ακρόβαθρα. Απόσπασμα των στοιχείων των ακροβάθρων παρουσιάζεται στον Πίνακα 5-2. Ο Πίνακας 5-2 περιλαμβάνει ξεχωριστά τις ποσότητες εργασιών για τη θεμελίωση και το υπόλοιπο τμήμα του ακροβάθρου. Η θεμελίωση αναφέρεται είτε στο πέδιλο, είτε στον κεφαλόδεσμο και δεν περιλαμβάνει τις ποσότητες εργασιών των πασσάλων. Το ύψος του ακροβάθρου μετράται από τη βάση του πέδιλου ή του κεφαλόδεσμου μέχρι τη στέψη του θωρακίου.

Η πρώτη φάση της ανάλυσης περιλάμβανε την εξέταση της συσχέτισης των ποσοτήτων εργασιών του ακροβάθρου με το ύψος του που αποτελεί τον βασικότερο παράγοντα σχεδιασμού των ακροβάθρων σύμφωνα με την άποψη των εμπειρογνομώνων. Οι συντελεστές συσχέτισης που παρουσιάζονται στον Πίνακα 5-1 έδειξαν αξιόλογη συσχέτιση που κυμάνθηκε σε 72 και 75% για το βάρος του χάλυβα οπλισμού και τον όγκο σκυροδέματος αντίστοιχα.

	Όγκος Σκυροδέματος	Βάρος Χάλυβα Οπλισμού	Ύψος
Όγκος Σκυροδέματος	1,000		
Βάρος Χάλυβα Οπλισμού	0,858	1,000	
Ύψος	0,746	0,719	1,000

Πίνακας 5 - 1 Συντελεστές Συσχέτισης μεταβλητών

Λαμβάνοντας υπόψη τους παραπάνω υψηλούς συντελεστές συσχέτισης, αναζητήθηκαν μοντέλα εκτίμησης ποσοτήτων εργασιών των ακροβάθρων με χρήση στατιστικής ανάλυσης παλινδρόμησης. Ως ανεξάρτητη μεταβλητή χρησιμοποιήθηκε το ύψος του ακροβάθρου. Οι εξαρτημένες μεταβλητές περιλάμβαναν τις ποσότητες εργασιών του σκυροδέματος (όγκος) και του χάλυβα οπλισμού (βάρος). Εξετάστηκαν, συνεπώς, δυο ξεχωριστά γραμμικά μοντέλα παλινδρόμησης με μια ανεξάρτητη μεταβλητή ως ακολούθως:

$$Y = a + \beta_0 \times h \quad 5-1$$

όπου Y αντιπροσωπεύει την εξαρτημένη μεταβλητή (Όγκος σκυροδέματος V_c , Βάρος χάλυβα οπλισμού B_s).

Τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης ανέδειξαν χαμηλούς συντελεστές προσαρμοσμένου R^2 που κυμάνθηκαν στο 55% για τον όγκο σκυροδέματος και στο 51% για το χάλυβα οπλισμού. Επιβεβαίωσαν, ακόμη, την άποψη των εμπειρογνομόνων ότι ο σχεδιασμός των ακροβάθρων δεν αποτελεί μονοσήμαντο πρόβλημα, αλλά καθορίζεται ιδιαίτερα από τους τοπικούς παράγοντες σε κάθε θέση γέφυρας.

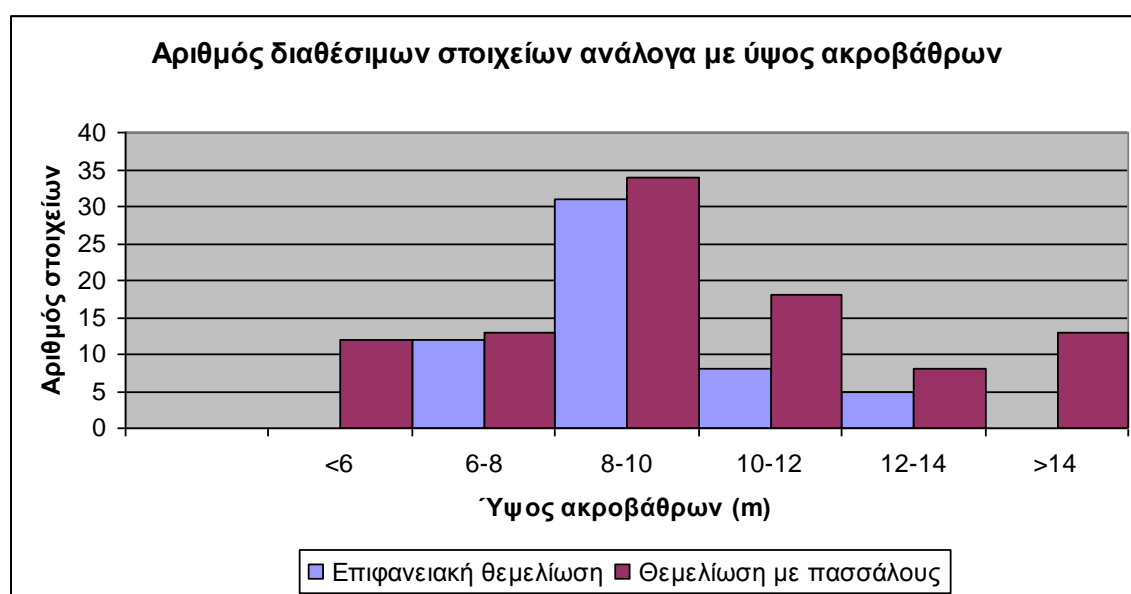
α/α	Όνομα Γέφυρας	Τμήμα	Θεμελίωση				Κυρίως Ακρόβαθρο			Σύνολο Ακροβάθρου		Ύψος (m)
			α/α	Τύπος θεμελίωσης	Όγκος Σκυροδέματος (m ³)	Βάρος Χάλυβα Οπλισμού (kg)	Όγκος Σκυροδέματος (m ³)	Βάρος Χάλυβα Οπλισμού (kg)	Όγκος Σκυροδέματος (m ³)	Βάρος Χάλυβα Οπλισμού (kg)		
1	T5	2.4	AAK1	Επιφανειακή	90,42	10.549,02	122,32	10.465,27	212,74	21.014,29	6,21	
2	T5	2.4	AΔK1	Επιφανειακή	113,52	12.996,29	139,78	12.318,61	253,30	25.314,90	6,17	
3	T3	2.4	A1	Επιφανειακή	81,00	8.296,79	71,34	6.939,78	152,34	15.236,57	6,17	
4	T3	2.4	A2	Επιφανειακή	81,00	8.197,91	69,01	7.114,14	150,01	15.312,05	6,23	
5	9+500	11.2	A1Δ	Πάσσαλοι	117,83	12.950,00	120,66	8.354,98	238,49	21.304,98	6,90	
6	6+550	11.2	A1K	Πάσσαλοι	118,67	8.293,78	36,93	3.754,04	155,60	12.047,82	3,45	
7	Γ1	4.1.1	A9Δ	Πάσσαλοι	190,50	12.139,06	219,14	17.300,03	409,64	29.439,09	8,99	
8	ΚΟΣΥΝΘΟΣ-TE 407	14.2.3/14.3.1	A1A	Πάσσαλοι	202,65	24.198,87	215,97	18.369,08	418,62	42.567,95	7,51	
9	ΚΟΣΥΝΘΟΣ-TE 407	14.2.3/14.3.1	A2A	Πάσσαλοι	173,77	21.177,60	201,98	17.684,75	375,75	38.862,35	7,77	
.....	
151	ΜΑΝΘΕΙΑ	15.8	A1Δ	Επιφανειακή	33,84	11.129,58	159,14	10.928,32	192,98	22.057,90	10,00	
152	ΜΑΝΘΕΙΑ	15.8	A1A	Επιφανειακή	33,84	11.129,58	160,55	10.928,32	194,39	22.057,90	9,94	
153	ΚΟΜΨΑΤΟΥ	14.3.2	A1Δ	Πάσσαλοι	231,12	22.008,92	174,16	14.082,48	405,28	36.091,40	9,71	
154	Γ3	4.1.3	A2A	Πάσσαλοι	281,53	38.232,33	54,93	12.295,18	336,46	50.527,51	9,33	

Πίνακας 5 - 2 Απόσπασμα στοιχείων ακροβάθρων

Δεδομένου ότι η ανάλυση παλινδρόμησης δεν οδήγησε σε αξιόπιστα μοντέλα εκτίμησης ποσοτήτων εργασιών τα οποία με τη σειρά τους θα οδηγούσαν σε εκτιμήσεις κόστους με χρήση κατάλληλων τιμών μονάδας κόστους, πραγματοποιήθηκε στατιστική ανάλυση των συλλεχθέντων στοιχείων. Το δείγμα δεδομένων διαχωρίστηκε καταρχήν ανάλογα με τον τύπο της θεμελίωσης (επιφανειακή ή βαθιά με πασσάλους) σε δυο υποκατηγορίες. Κάθε υποκατηγορία στη συνέχεια διαιρέθηκε σε τμήματα ανάλογα με το ύψος των ακροβάθρων. Ο Πίνακας 5-3 και το Σχήμα 5-1 παρουσιάζουν το μέγεθος του δείγματος στοιχείων για κάθε κατηγορία θεμελίωσης και για κάθε εύρος ύψους ακροβάθρου.

Αριθμός στοιχείων \ Ύψος ακροβάθρων	<6	6-8	8-10	10-12	12-14	>14	ΣΥΝΟΛΟ
Επιφανειακή θεμελίωση	0	12	31	8	5	0	56
Θεμελίωση με πασσάλους	12	13	34	18	8	13	98

Πίνακας 5 - 3 Κατηγοριοποίηση στατιστικού δείγματος κατά ύψος



Σχήμα 5 - 1 Διάγραμμα κλάσεων στατιστικού δείγματος

Τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης των διαθέσιμων στοιχείων για τους δυο τύπους θεμελίωσης παρουσιάζονται στους Πίνακες 5-4 και 5-5.

		Εύρος ύψους (m)	6-8	8-10	10-12	12-14
Όγκος σκυροδέματος (μ3)	Ελάχιστη Τιμή		150,01	191,99	185,23	222,04
	Μέγιστη Τιμή		675,58	640,04	576,87	878,24
	Μέση Τιμή		307,46	336,49	339,54	463,75
	Τυπική Απόκλιση		155,48	131,37	152,54	276,80
	5ο εκατοστημόριο		151,29	193,66	185,44	222,04
	50ο εκατοστημόριο		254,73	295,37	304,82	410,34
	95ο εκατοστημόριο		582,66	582,10	571,29	819,81
Βάρος Χάλυβα Οπλισμού (κgr)	Ελάχιστη Τιμή		15.236,57	15.424,50	28.281,74	35.767,59
	Μέγιστη Τιμή		62.180,28	72.113,25	61.612,02	143.363,81
	Μέση Τιμή		31.410,09	32.251,35	40.061,99	69.254,58
	Τυπική Απόκλιση		15.393,44	13.401,88	12.742,57	45.379,34
	5ο εκατοστημόριο		15.278,08	16.765,78	29.273,47	35.767,59
	50ο εκατοστημόριο		26.127,28	29.671,80	35.722,30	50.247,62
	95ο εκατοστημόριο		57.001,53	52.326,05	60.232,33	130.916,31

Πίνακας 5 - 4 Αποτελέσματα Στατιστικής Ανάλυσης Ακροβάθρων με Επιφανειακή Θεμελίωση

		Εύρος ύψους (m)	<6	6-8	8-10	10-12	12-14	>14
Όγκος σκυροδέματος (μ3)	Ελάχιστη Τιμή		106,40	238,49	97,90	386,25	496,96	493,07
	Μέγιστη Τιμή		197,18	570,03	487,47	638,88	905,78	1.221,61
	Μέση Τιμή		149,71	353,24	319,99	479,76	736,21	844,94
	Τυπική Απόκλιση		27,20	92,12	104,44	67,29	145,78	262,04
	5ο εκατοστημόριο		106,40	251,59	97,90	393,81	527,01	496,77
	50ο εκατοστημόριο		159,41	350,55	356,18	471,18	767,45	908,74
	95ο εκατοστημόριο		183,94	495,88	450,07	575,34	905,78	1.221,61
Βάρος Χάλυβα Οπλισμού (κgr)	Ελάχιστη Τιμή		12.047,82	21.304,98	18.331,67	17.985,60	59.583,59	61.999,30
	Μέγιστη Τιμή		19.582,72	55.160,36	52.625,91	80.635,95	112.125,63	162.378,29
	Μέση Τιμή		17.993,71	35.582,46	34.823,06	45.282,60	95.145,31	93.135,16
	Τυπική Απόκλιση		1.967,45	11.887,92	9.148,77	15.811,28	18.182,07	36.213,50
	5ο εκατοστημόριο		14.913,39	21.371,42	22.614,63	25.038,16	67.068,95	63.178,24
	50ο εκατοστημόριο		18.358,12	38.862,35	35.758,52	42.146,15	96.736,17	77.390,10
	95ο εκατοστημόριο		19.473,41	55.038,83	51.366,87	67.814,34	111.933,74	162.088,82

Πίνακας 5 - 5 Αποτελέσματα Στατιστικής Ανάλυσης Ακροβάθρων με Πασσάλους

Τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης επιβεβαίωσαν την εξάρτηση του σχεδιασμού των ακροβάθρων από τους τοπικούς παράγοντες των έργων. Διακρίνεται γενικά αύξουσα τάση των ποσοτήτων εργασιών με αύξηση του ύψους των ακροβάθρων, όπως ήταν άλλωστε αναμενόμενο με βάση τη λειτουργία των ακροβάθρων ως τοίχοι αντιστήριξης. Η μόνη εξαίρεση παρουσιάστηκε στο εύρος υψών από 8 έως 10 μέτρα στην περίπτωση της βαθιάς θεμελίωσης με πασσάλους. Επισημαίνεται, ακόμη, ότι εντοπίστηκαν μεγάλες μέγιστες τιμές ποσοτήτων εργασιών σε κάθε κατηγορία ύψους, επιβεβαιώνοντας το γεγονός ότι τοπικοί παράγοντες μπορεί να οδηγήσουν στο σχεδιασμό πολύ μεγαλύτερων

ακροβάθρων με σημαντικής κλίμακας πτερυγότοιχους σε σύγκριση με την πλειονότητα των ακροβάθρων αντίστοιχου ύψους. Τα αποτελέσματα, ωστόσο, της στατιστικής ανάλυσης έχουν εξαχθεί από μεγάλο δείγμα ακροβάθρων σύγχρονων οδικών γεφυρών. Προσφέρουν εκτιμήσεις ποσοτήτων εργασιών που οδηγούν σε εκτιμήσεις κόστους με χρήση κατάλληλων τιμών μονάδας, που μπορούν να είναι ιδιαίτερα χρήσιμες κατά τα προκαταρκτικά στάδια των έργων στα οποία δεν έχουν ξεκινήσει οι μελέτες των έργων.

6.ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΞΥΠΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΡΟΚΟΣΤΟΛΟΓΗΣΗΣ ΚΑΙ ΠΡΟΚΑΤΑΡΚΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΟΔΙΚΩΝ ΓΕΦΥΡΩΝ-CostBridge

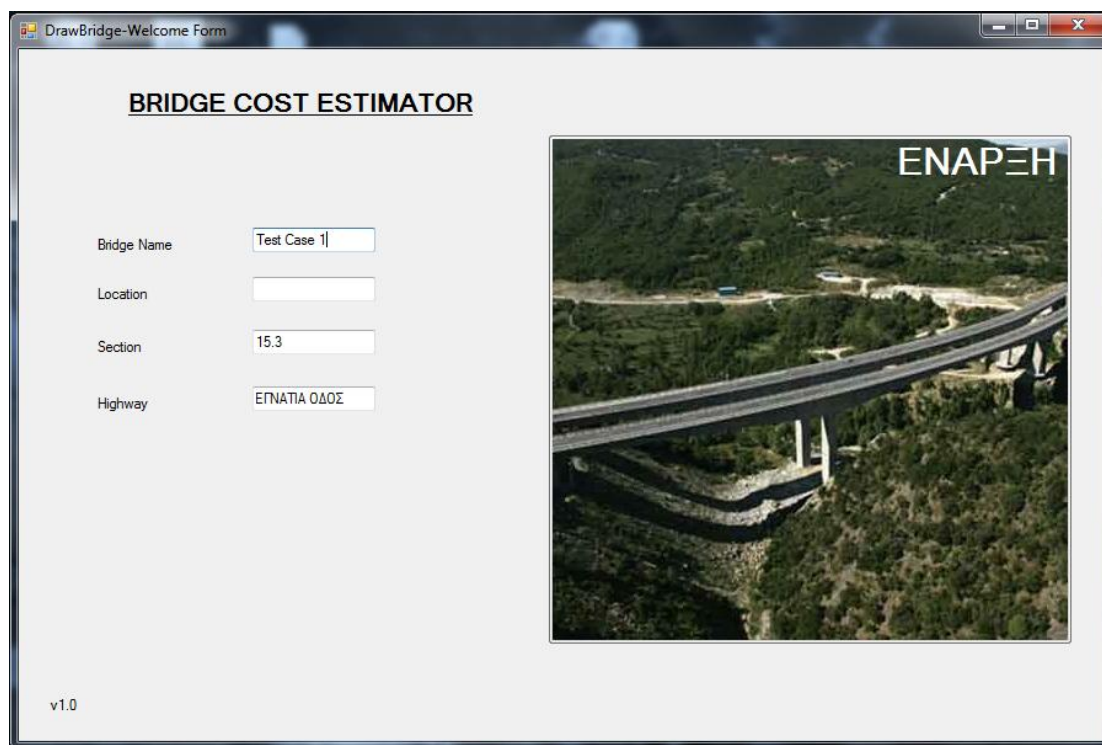
6.1 Εισαγωγή

Στα πλαίσια της παρούσας διπλωματικής εργασίας αναπτύχθηκε το έμπειρο σύστημα “CostBridge” με σκοπό τον αυτοματοποιημένο προκαταρκτικό σχεδιασμό οδικών γεφυρών και την προκοστολόγησή τους ακριβώς μετά τον καθορισμό των βασικών τους στοιχείων σχεδιασμού. Για την υλοποίησή του χρησιμοποιήθηκε η προγραμματιστική γλώσσα C# τα πλεονεκτήματα της οποίας αναλύθηκαν σε προηγούμενο κεφάλαιο. Τα δισδιάστατα γραφικά του προγράμματος πραγματοποιήθηκαν με τη χρήση των έτοιμων βιβλιοθηκών “OpenTK” και “OpenGL”, οι οποίες παρέχουν μεγάλη ποικιλία εργαλείων για σχεδιασμό σε ηλεκτρονικό υπολογιστή. Το περιβάλλον του συστήματος είναι φιλικό προς το χρήστη και έχει δομηθεί ως “business-oriented” λογισμικό, με έμφαση στην ευχρηστία και την αποτελεσματικότητά του. Επιπρόσθετα έχει δομηθεί με φόρμες σε σειρά ώστε να παρέχεται σαφής δομή και λογική ακολουθία στην επεξεργασία των δεδομένων. Στις φόρμες αυτές είτε εισάγονται δεδομένα από το χρήστη, είτε εξάγονται από το λογισμικό οι απαραίτητες επεξεργασμένες πληροφορίες για το σχεδιασμό της γέφυρας. Σκοπός του λογισμικού είναι ο εύκολος και λειτουργικός σχεδιασμός μιας οδικής γέφυρας από σκυρόδεμα και στη συνέχεια η προεκτίμηση του κόστους κατασκευής της.

6.2 Φόρμες Εισαγωγής Δεδομένων Οδικής Γέφυρας - 1^η Εναλλακτική Λύση: Γέφυρα με Προκατασκευασμένες Δοκούς

Η πρώτη φόρμα αποτελεί την εισαγωγή του προγράμματος, και περιλαμβάνει τέσσερα πεδία προς συμπλήρωση: το Όνομα της Γέφυρας, την Τοποθεσία της, τον Τομέα της και τον αυτοκινητόδρομο στον οποίο βρίσκεται. Τα τέσσερα αυτά στοιχεία αποτελούν τα πρώτα δεδομένα εισόδου και αποθηκεύονται στη μνήμη του προγράμματος. Επειδή, όμως, είναι πιθανό να μην είναι εξ αρχής γνωστά όλα τα στοιχεία για μια γέφυρα, επιτρέπεται η μη συμπλήρωσή τους χωρίς να δυσχεραίνεται η υπόλοιπη λειτουργία του λογισμικού. Στη συνέχεια, με την επιλογή “ΕΝΑΡΞΗ” εντός της φωτογραφίας, ο χρήστης

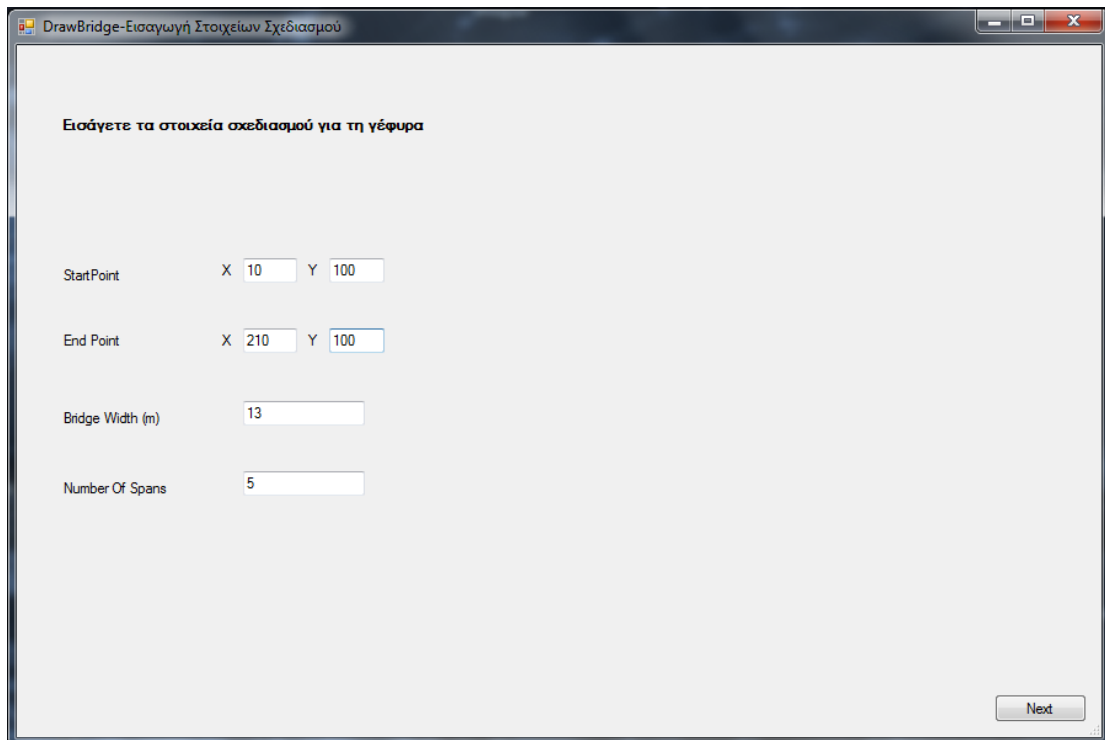
μεταβαίνει στην επόμενη φόρμα, από την οποία ξεκινά και ο ουσιαστικός σχεδιασμός της γέφυρας. Το Σχήμα 6-1 δείχνει την παρουσίαση του “CostBridge”.



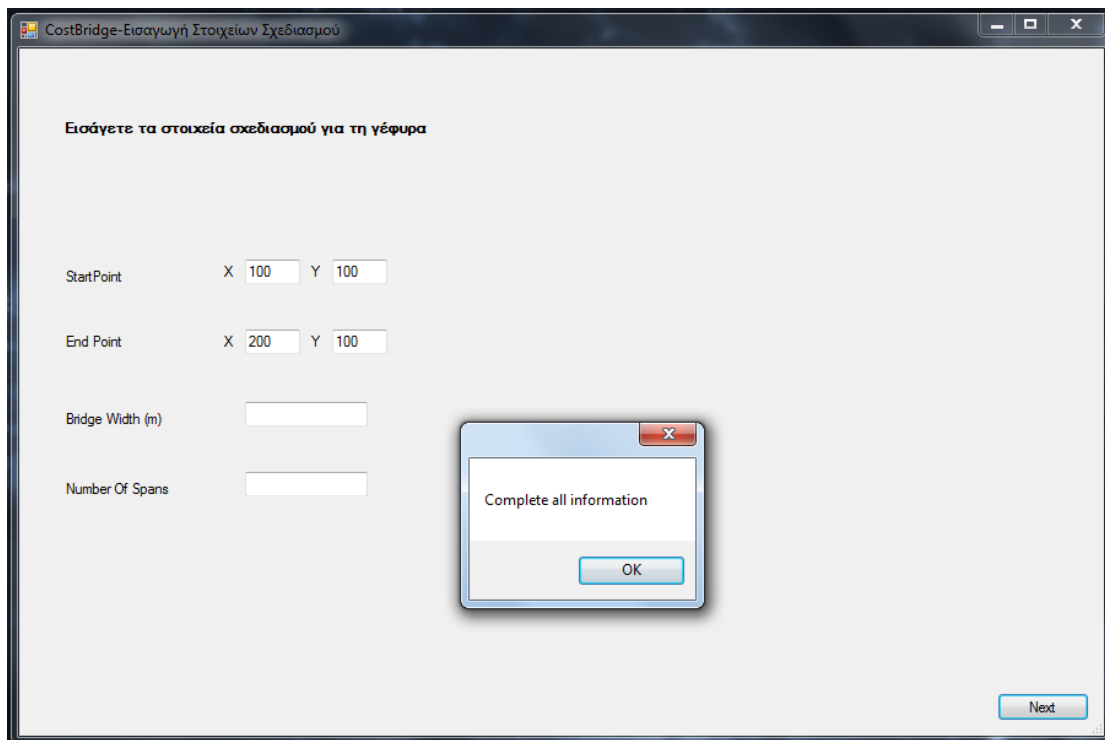
Σχήμα 6 - 1 Οθόνη εισαγωγής γενικών στοιχείων της γέφυρας για το πρώτο παράδειγμα έργου

Στη δεύτερη φόρμα, “Εισαγωγή Στοιχείων Σχεδιασμού”, ζητείται από το χρήστη η εισαγωγή των συντεταγμένων Αρχής και Τέλους της οδικής γέφυρας με βάση τη μηκοτομή που έχει στη διάθεσή του. Το ολικό πλάτος της γέφυρας και ο αριθμός των ανοιγμάτων είναι, επίσης, απαραίτητα για τις μετέπειτα διεργασίες. Όλα τα στοιχεία εισάγονται σε μέτρα. Σκοπός της πρώτης φόρμας είναι ο καθορισμός της θέσης της γέφυρας στο χώρο, η αποθήκευση του συνολικού πλάτους και ο ακριβής υπολογισμός του μήκους της. Με την επιλογή “Next” ο χρήστης κατευθύνεται στην επόμενη φόρμα και αυτόματα ελέγχεται ότι τα δεδομένα εισόδου είναι αριθμοί και ότι συμπληρώθηκαν όλα τα πεδία. Επιλέχθηκε γέφυρα με πέντε ανοίγματα, συνολικού πλάτους δεκατριών μέτρων (13μ.) και συντεταγμένες αρχής (10,100) και τέλους (210,100). Ιδιαίτερη προσοχή για την αποφυγή σφαλμάτων χρειάζεται στην εισαγωγή δεκαδικών αριθμών, διότι το λογισμικό είναι προγραμματιστικά σχεδιασμένο να δέχεται το κόμμα ως τη σωστή μορφή υποδιαστολής. Το Σχήμα 6-2 παρουσιάζει την εισαγωγή των δεδομένων και το Σχήμα 6-3 το μήνυμα λάθους για την περίπτωση που δεν συμπληρώθηκαν όλα τα πεδία.

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΚΟΣΤΟΥΣ ΚΑΙ ΒΑΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΟΔΙΚΩΝ ΓΕΦΥΡΩΝ ΑΠΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ



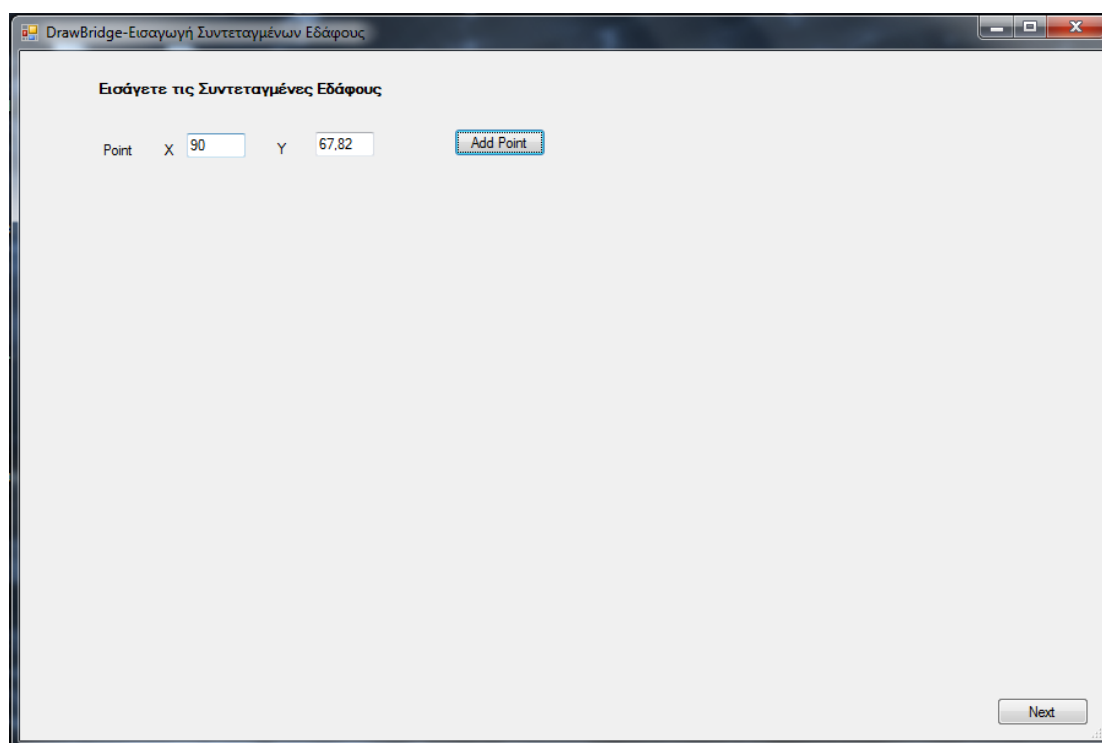
Σχήμα 6 - 2 Οθόνη εισαγωγής δεδομένων σχεδιασμού για το πρώτο παράδειγμα έργου



Σχήμα 6 - 3 Μήνυμα σφάλματος ελλιπών στοιχείων για το πρώτο παράδειγμα έργου

Η τρίτη φόρμα χρησιμοποιείται για την εισαγωγή των συντεταγμένων του εδάφους από το χρήστη. Η φόρμα αυτή δίνει τη δυνατότητα εισαγωγής νέου σημείου μέσω της επιλογής "Add Point". Για να καλυφθούν προγραμματιστικά και γραφικά οι απαιτήσεις του *ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΚΟΣΤΟΥΣ ΚΑΙ ΒΑΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΟΔΙΚΩΝ ΓΕΦΥΡΩΝ ΑΠΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ*

συστήματος είναι απαραίτητη η εισαγωγή τουλάχιστον τριών σημείων που να καλύπτουν ολόκληρη την προβολή του μήκους της γέφυρας στον άξονα των τετμημένων (X-Axis). Τα σημεία πρέπει να εισάγονται ακολουθώντας τη μηκοτομή “από αριστερά προς τα δεξιά” ώστε στο στάδιο της σχεδίασης να σχηματίζονται διαδοχικές γραμμές και να αποφεύγονται τα σφάλματα. Αν ο χρήστης επιλέξει “Next” χωρίς να έχει υπερκαλύψει το σύνολο της προβολής της γέφυρας εμφανίζεται μήνυμα λάθους. Στο παράδειγμα εφαρμογής εισήχθησαν τα ακόλουθα ζεύγη συντεταγμένων: (0 , 100), (50 , 84.28), (90 , 67.82), (130 , 69.71), (170 , 82.56) και (220, 100). Η μορφή εισαγωγής δεκαδικών αριθμών παραμένει ως περιγράφηκε προηγουμένως. Οι συντεταγμένες εισάγονται σε μέτρα (μ), ενώ δεν υπάρχει περιορισμός στο μέγιστο αριθμό σημείων που θα δοθούν. Το Σχήμα 6-4 εμφανίζει την εισαγωγή του τρίτου κατά σειρά σημείου του εδάφους.



Σχήμα 6 - 4 Οθόνη εισαγωγής συντεταγμένων εδάφους για το πρώτο παράδειγμα έργου

Στην επόμενη φόρμα παρουσιάζονται τα οικονομικά στοιχεία για την υπό μελέτη γέφυρα, και ειδικότερα οι τιμές κόστους μονάδας εργασιών του σκυροδέματος και του χάλυβα οπλισμού ανωδομής, των βάθρων και του κάθε τύπου θεμελίωσης και τον χάλυβα προέντασης της ανωδομής. Οι προεπιλεγμένες τιμές εργασιών ελήφθησαν από την *ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΚΟΣΤΟΥΣ ΚΑΙ ΒΑΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΟΔΙΚΩΝ ΓΕΦΥΡΩΝ ΑΠΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ*

επικαιροποίηση των Ενιαίων Τιμολογίων Έργων Οδοποιίας στο ΦΕΚ με αρ. φύλλου: 918 Β'/19.05.2008. Εμφανίζονται κατά το άνοιγμα της φόρμας για το σκυρόδεμα της ανωδομής τρεις τιμές, μία για κάθε μέθοδο κατασκευής και σε μετέπειτα στάδιο επιλέγεται αυτόματα η αντίστοιχη τιμή που θα εφαρμοστεί. Επισημαίνεται ότι οι τιμές μονάδος κόστους εργασιών δεν είναι δεσμευτικές, δηλαδή τα πεδία δεν είναι read-only, για την περίπτωση που ο σχεδιαστής επιθυμεί να χρησιμοποιήσει διαφορετικές τιμές. Η φόρμα αυτή είναι και η τελευταία για εισαγωγή δεδομένων. Ο χρήστης με την επιλογή "Next" κατευθύνεται στην επόμενη καρτέλα.

Εισάγετε τις τιμές μονάδας	Προβολοδόμηση	Προκατασκευασμένες Δοκοί	Συμβατική Κατασκευή
SuperStructureConcrete	407 Eur/m3	187 Eur/m3	208 Eur/m3
SuperStructure Reinforcing Steel	1 Eur/kg		
SuperStructure Prestressing Steel	3,8 Eur/kg		
Pier Concrete	170 Eur/m3		
Pier Reinforcing Steel	1 Eur/kg		
Abutment Concrete	106,8 Eur/kg		
Abutment Reinforcing Steel	1 Eur/kg		
Pile Concrete	106,8 Eur/m3		
Pile Reinforcing Steel	1 Eur/kg		
Pile Cap Concrete	106,8 Eur/m3		
Pile Cap Reinforcing Steel	1 Eur/kg		
Socket Concrete	78 Eur/m3		
Socket Reinforcing Steel	1 Eur/kg		
Spread Concrete	106,8 Eur/m3		
Spread Reinforcing Steel	1 Eur/kg		

Next

Σχήμα 6 - 5 Οθόνη εισαγωγής οικονομικών δεδομένων για το πρώτο παράδειγμα έργου

6.2 Φόρμες Σχεδίασης Οδικής Γέφυρας - 1^η Εναλλακτική Λύση: Γέφυρα με Προκατασκευασμένες Δοκούς

Η καρτέλα που ακολουθεί περιλαμβάνει τη γραφική απεικόνιση της μηκοτομής της υπό σχεδιασμό γέφυρας. Με βάση τα στοιχεία που εισήχθησαν σε προηγούμενα πεδία σχεδιάζονται αυτόματα δύο γραμμές. Η ευθεία με το κίτρινο χρώμα αναπαριστά την οδική γέφυρα ενώνοντας τα σημεία αρχής και τέλους της, τα οποία με τη σειρά τους τονίζονται ώστε να επισημανθεί η αρχή και το πέρας της. Η πολυγωνική γραμμή λευκού χρώματος αναπαριστά τη γραμμή εδάφους. Οι κορυφές της ελήφθησαν από τα σημεία που εισήχθησαν στην τρίτη φόρμα. Η παρούσα καρτέλα δίνει την πρώτη εικόνα στο χρήστη του εμποδίου που πρέπει να ξεπεραστεί με την κατασκευή της γέφυρας, και διευκολύνει την επιλογή της κατάλληλης μεθόδου κατασκευής. Τονίζεται ότι το πρόγραμμα σχεδιάζει την γραφική απεικόνιση με δυναμική κλίμακα. Αυτό επιτυγχάνεται κάθε φορά μέσω του καθορισμού των μεγίστων κι ελαχίστων τιμών για το σύνολο των τετμημένων και των τεταγμένων που έχουν δοθεί ως μεταβλητές εισόδου και οι οποίες αντιστοιχίζονται σε σημεία που προσεγγίζουν οριακά τα άκρα της εικόνας. Με αυτόν τον τρόπο εξασφαλίζεται ότι όλα τα δεδομένα σημεία σχεδιάζονται εντός της εικόνας. Στη συνέχεια, κάθε δεδομένο σημείο μετατρέπεται σε σημείο για την εικόνα χρησιμοποιώντας γραμμική παρεμβολή μεταξύ αυτού και των ακραίων σημείων. Η μέθοδος υπολογίζεται στις ακόλουθες εξισώσεις:

$$X_{\text{design}} = ((X_{\text{real}} - \text{minimum}_X) * (850 - 50) / (\text{maximum}_X - \text{minimum}_X)) + 50; \quad 6-1$$

$$Y_{\text{design}} = ((Y_{\text{real}} - \text{minimum}_Y) * (550 - 50) / (\text{maximum}_Y - \text{minimum}_Y)) + 50; \quad 6-2$$

Οι τιμές X_{design} και Y_{design} λαμβάνονται από το πρόγραμμα για το σχεδιασμό και δεν εμφανίζονται στο χρήστη. Οι τιμές X_{real} και Y_{real} αποτελούν κάθε φορά το δεδομένο σημείο από το χρήστη προς σχεδιασμό ενώ οι τιμές minimum_X , minimum_Y , maximum_X , maximum_Y καθορίζονται αυτόματα από το σύστημα αμέσως μετά την ολοκλήρωση εισαγωγής όλων των συντεταγμένων της γέφυρας και του εδάφους. Οι αριθμητικές παραστάσεις (850-50) και (550-50) παραμένουν σταθερές για κάθε σημείο και εξαρτώνται από το προεπιλεγμένο μέγεθος της εικόνας, το οποίο έχει επιλεγθεί ως 900x600 pixels, μείον 50 pixels εκατέρωθεν ώστε να διασφαλίζεται η αισθητική του σχεδίου

με μικρό ουδέτερο περιθώριο. Η χρήση της προαναφερθείσας μεθόδου εξασφαλίζει τη γενική εφαρμογή του προγράμματος χωρίς την ύπαρξη περιορισμών ως προς τις τάξεις μεγέθους των δεδομένων εισόδου. Στο παράδειγμα εφαρμογής, το πρώτο σημείο του εδάφους που βρίσκεται κάτω και αριστερά στο ακόλουθο σχήμα αντιστοιχεί στο σημείο (0,100) ενώ το τελευταίο σημείο του εδάφους είναι το (220,100). Άρα τα 800 pixels στον οριζόντιο άξονα αναλογούν σε απόσταση $(220-0)=220\mu$. Για τον κατακόρυφο άξονα λαμβάνεται η μέγιστη τιμή από το υψόμετρο της ερυθράς (100μ.) και το ελάχιστο από το τρίτο σημείου του εδάφους (67.82μ.). Άρα τα 500 pixels στον κατακόρυφο άξονα αναλογούν σε απόσταση $(100-67.82\mu)=32.18\mu$. Γίνεται αντιληπτό ότι το σύστημα συντεταγμένων δεν είναι- στη γενική περίπτωση- ορθοκανονικό, όπως στις συνηθισμένες μηκοτομές, αλλά δύναται να μεταβληθεί αναλόγως των δεδομένων εισόδου, γεγονός που καθιστά το «CostBridge» αρκετά ευέλικτο στη χρήση.



Σχήμα 6 - 6 Μηκοτομή γέφυρας για το πρώτο παράδειγμα έργου

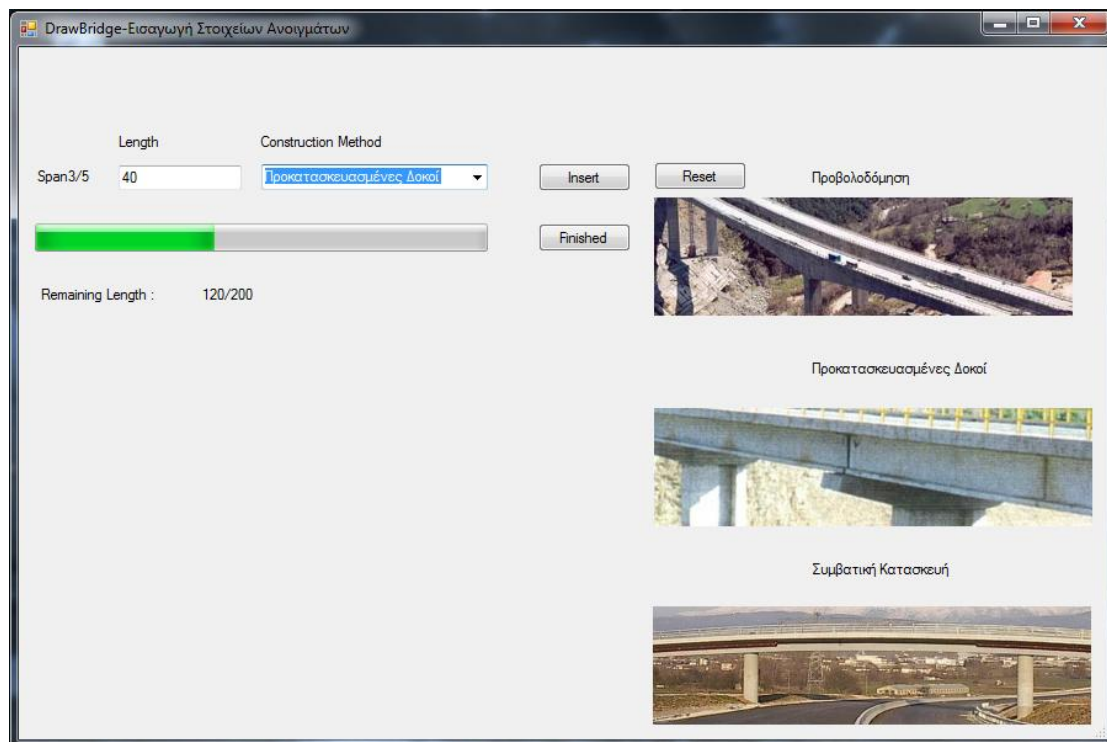
Με το κλείσιμο της φόρμας σχεδιασμού της μηκοτομής, ανοίγει καρτέλα που “μεταφράζει” τη μηκοτομή σε αριθμούς ώστε να διευκολύνει το χρήστη στην επιλογή μεθόδου κατασκευής. Συγκεκριμένα, εμφανίζονται στην οθόνη διαδοχικές διατομές που τέμνουν κάθετα το προηγούμενο σχήμα. Παρουσιάζονται, ακόμη, οι αποστάσεις από την αρχή κατά τον άξονα των Χ στο τοπικό σύστημα, δηλαδή με αρχή την τετμημένη του σημείου αρχής της γέφυρας για απλοποίηση των υπολογισμών. Στην παρακάτω σειρά παρουσιάζεται το απόλυτο υψόμετρο εδάφους στην εκάστοτε διατομή στρογγυλοποιημένο στο δεύτερο δεκαδικό ψηφίο. Η επόμενη σειρά παρουσιάζει το υψόμετρο της ερυθράς στη διατομή, όπου στο παράδειγμα εφαρμογής που ακολουθείται παραμένει σταθερό στα 100μ., επίσης στρογγυλοποιημένο στο δεύτερο δεκαδικό ψηφίο. Η τελευταία σειρά, και η πλέον σημαντική για την αξιολόγηση του εμποδίου, παρουσιάζει την υψομετρική διαφορά μεταξύ εδάφους και ερυθράς. Ο αριθμός των διατομών που υπολογίζονται διαφέρει ανάλογα με το μήκος της γέφυρας. Για γέφυρες μήκους μικρότερου ή ίσου με 100μ. εμφανίζονται έξι διατομές με ίσες αποστάσεις μεταξύ τους, για γέφυρες μήκους μεγαλύτερου από 100μ. και μικρότερου ή ίσου με 200μ. εμφανίζονται έντεκα διατομές με ίσες αποστάσεις μεταξύ τους και για μεγαλύτερες γέφυρες εμφανίζονται δεκαέξι διατομές με αποστάσεις μεταξύ τους. Σε όλες τις περιπτώσεις η πρώτη και τελευταία διατομή συμπίπτει με την αρχή και το τέλος της γέφυρας. Το συνολικό μήκος του παραδείγματος εφαρμογής είναι 200μ. και ο πίνακας παρουσιάζεται στο Σχήμα

Διατομή	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Απόσταση από την αρχή	0	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200
Υψόμετρο Εδάφους	96,86	90,57	84,28	76,05	67,82	68,76	69,71	76,13	82,56	89,54	96,51
Υψόμετρο ερυθράς	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Δh	3,14	9,43	15,72	23,95	32,18	31,24	30,29	23,87	17,44	10,46	3,49

Next

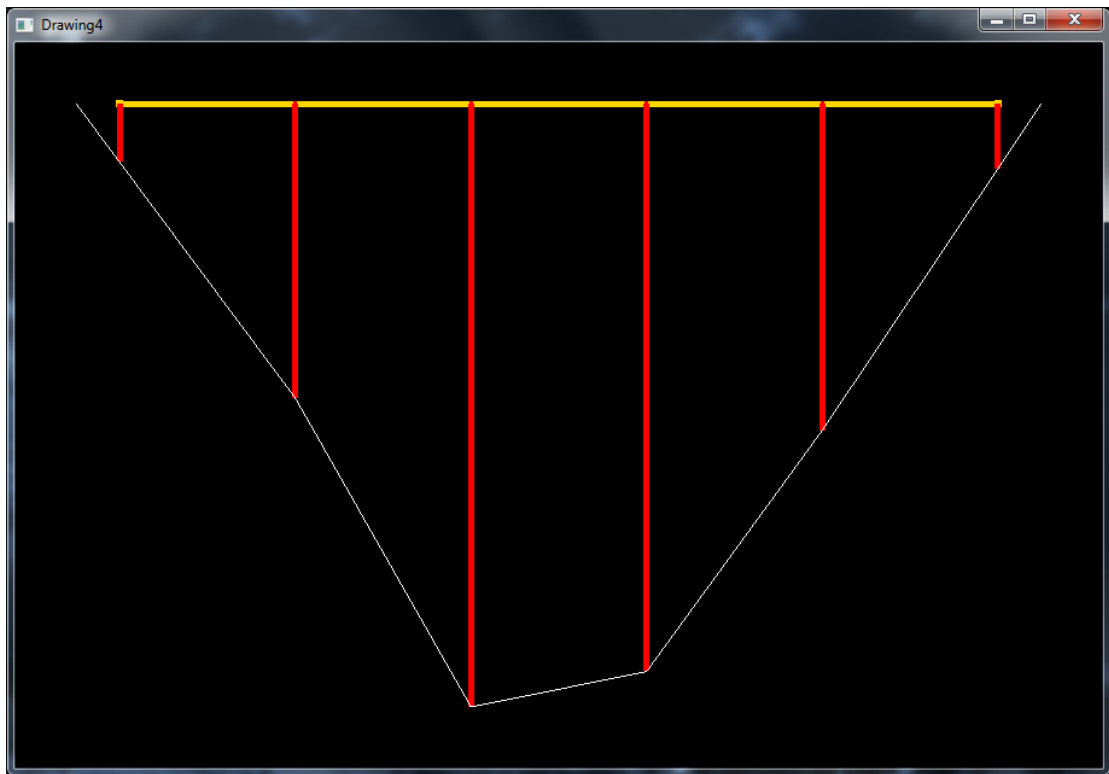
Σχήμα 6 - 7 Στοιχεία Μηκοτομής για το πρώτο παράδειγμα έργου

Με την επιλογή “Next” ο χρήστης κατευθύνεται στη σελίδα με τα στοιχεία των ανοιγμάτων που περιλαμβάνει ένα πεδίο εισαγωγής δεδομένων για το μήκος του ανοίγματος και μια drop-down λίστα για τη μέθοδο κατασκευής του. Παράλληλα, υπολογίζεται το συνολικό μήκος της γέφυρας, με βάση τις συντεταγμένες αρχής και τέλους που δόθηκαν προηγουμένως. Ο αριθμός των ανοιγμάτων λαμβάνεται από την πρώτη φόρμα και έχει δοθεί από το χρήστη. Με κάθε επιλογή “Insert”, και με την προϋπόθεση ότι έχουν εισαχθεί και τα δύο στοιχεία για το άνοιγμα, μειώνεται το υπολειπόμενο μήκος (“Remaining Length”) και ταυτόχρονα υπενθυμίζεται από το πρόγραμμα για ποιο άνοιγμα εκτελείται η διαδικασία εισαγωγής στοιχείων. Δίνεται η επιλογή “Reset” για τις περιπτώσεις λανθασμένων εισαγωγών δεδομένων, ενώ το μήκος του τελευταίου ανοίγματος υπολογίζεται αυτόματα από το πρόγραμμα ώστε να συμπίπτει το πραγματικό μήκος της μηκοτομής με το άθροισμα των επιμέρους ανοιγμάτων. Η φόρμα περιλαμβάνει, ακόμα, και τρεις χαρακτηριστικές φωτογραφίες στα δεξιά της, μία για κάθε μέθοδο κατασκευής. Στο παράδειγμα εφαρμογής το συνολικό μήκος της γέφυρας είναι διακόσια μέτρα (200μ.) και το μήκος κάθε ανοίγματος επιλέγεται να είναι σαράντα μέτρα (40μ.) με μέθοδο κατασκευής τις προκατασκευασμένες δοκούς.



Σχήμα 6 - 8 Οθόνη εισαγωγής δεδομένων ανοιγμάτων για το πρώτο παράδειγμα έργου

Η σχεδίαση της γέφυρας και των στοιχείων της ακολουθεί την επιλογή “Finished” στη φόρμα εισαγωγής στοιχείων ανοιγμάτων. Η εικόνα περιέχει και πάλι την πολυγωνική γραμμή του εδάφους και τη γραμμή της ερυθράς και έχουν προστεθεί τα ακρόβαθρα και τα μεσόβαθρα στις θέσεις που επιλέχθηκαν, τα οποία αναπαρίστανται με κόκκινες κατακόρυφες γραμμές. Το μήκος των βάθρων υπολογίστηκε με βάση τα στοιχεία που δόθηκαν για τα ανοίγματα. Σε κάθε σύνδεση ανοιγμάτων υπολογίζεται η προβολή του σημείου αυτού στον άξονα των Χ διατηρώντας σταθερή την τετμημένη του και η γραμμή εκτείνεται έως τη γραμμή εδάφους. Επειδή, όμως, δεν χρησιμοποιήθηκε αυτοματοποιημένο προγραμματιστικό εργαλείο για τον υπολογισμό του μήκους μιας γραμμής ή για την επέκταση μιας γραμμής για ορισμένο μήκος κρίνεται απαραίτητος και ο υπολογισμός των τεταγμένων των κατώτερων σημείων του βάθρου μέσω συνεχών ελέγχων ώστε να ταυτίζονται με τα σημεία του εδάφους. Με τον τρόπο αυτό ορίζονται τα σημεία στα οποία εδράζονται τα βάθρα και χρησιμοποιείται η αντίστοιχη εξίσωση ευθείας για τους μαθηματικούς υπολογισμούς. Η κλίμακα υπολογίζεται δυναμικά όπως και στο προηγούμενο σχέδιο (Σχήμα 6–6). Στο σχήμα του παραδείγματος παρουσιάζονται τέσσερα μεσόβαθρα και δύο ακρόβαθρα.



Σχήμα 6 - 9 Μηκοτομή γέφυρας με τα βάθρα θεμελίωσης για το πρώτο παράδειγμα έργου

Η επόμενη φόρμα , με την ονομασία “Εισαγωγή Στοιχείων Βάθρων”, σχεδιάζεται δυναμικά από το πρόγραμμα. Περιέχει πίνακα με αριθμό σειρών ίσο με τον αριθμό των βάθρων που υπολογίστηκε προηγουμένως. Στη δεύτερη στήλη περιέχονται τα ύψη των βάθρων τα οποία υπολογίζονται από το πρόγραμμα, με συνεχείς ελέγχους με βάση τις τετμήμένες των βάθρων και των σημείων του εδάφους, αφού καθοριστούν τα άκρα των βάθρων. Το ύψος ορίζεται ως η ενδιάμεση απόστασή τους. Σε περίπτωση που ο αριθμός των βάθρων είναι μεγάλος η φόρμα εισάγει αυτόματα ένα scroll control για να είναι δυνατή η επεξεργασία των δεδομένων που δε βρίσκονται εντός του μεγέθους της φόρμας. Τα ύψη των βάθρων παρουσιάζονται με ακρίβεια δύο δεκαδικών ψηφίων.

CostBridge-Εισαγωγή στοιχείων Βάθρων

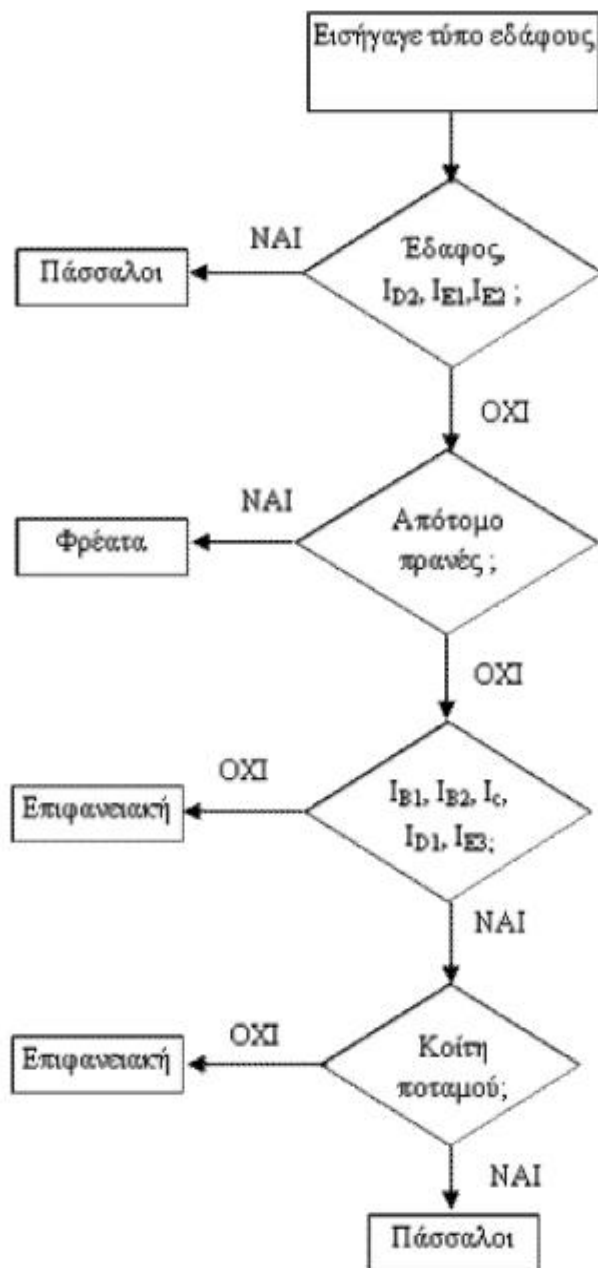
Εισαγωγή Στοιχείων Βάθρων

Pier	Pier Height	Foundation Type	
Abutment1	3,14	Pile	
Pier2	15,72	Socket	Auto
Pier3	32,18	Spread	Auto
Pier4	30,29	Pile	Auto
Pier5	17,44	Socket	Auto
Abutment6	3,49	Pile	

Next

Σχήμα 6 - 10 Οθόνη εισαγωγής δεδομένων βάθρων για το πρώτο παράδειγμα έργου

Ο χρήστης επιλέγει απευθείας τον τύπο θεμελίωσης του κάθε βάθρου ή χρησιμοποιεί το πεδίο “Auto” για να εφαρμόσει το έμπειρο σύστημα-αλγόριθμο προσδιορισμού τρόπου. Ο αλγόριθμος βασίζεται πρωτίστως στον τύπο του εδάφους όπου εδράζεται το βάθρο. Δευτερευόντως στη θεμελίωση σε απότομα πρανή και σε κοίτες ποταμού. Το έμπειρο σύστημα ελήφθη από τον Φραγκάκη (2012) και παρουσιάζεται σχηματικά στο Σχήμα 6-11. Με την επιλογή “Auto” ανοίγει νέο παράθυρο που παρουσιάζεται στο Σχήμα 6-12.



Σχήμα 6 - 11 Αλγόριθμος επιλογής τύπου εδάφους

Η επιλογή για τον τύπο εδάφους εμφανίζεται πρώτα στο pop-up window για την αυτόματη επιλογή του τύπου θεμελίωσης. Ακολουθεί η επιλογή για τη θεμελίωση σε απότομα πρανή και στη συνέχεια η επιλογή για θεμελίωση σε κοίτη ποταμού. Το παράθυρο περιέχει και πίνακα με την κατηγοριοποίηση των εδαφών σύμφωνα με τον Φραγκάκη (2012) για περαιτέρω διευκόλυνση στη διαδικασία επιλογής τύπου θεμελίωσης.

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΚΟΣΤΟΥΣ ΚΑΙ ΒΑΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΟΔΙΚΩΝ ΓΕΦΥΡΩΝ ΑΠΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ

AutoPierComputeForm

Ground Type

River Bed

Slope Slopes

Compute

I. Βραχώδεις Σχηματισμοί	
I _A	Συμπαγή μεταμορφωμένα και εκρηξιγενή πετρώματα, υγρή έως μέτρια αποσαθρωμένα (GSI>70).
I _{B1}	Ρογματωμένα μεταμορφωμένα και εκρηξιγενή και πετρώματα, υγρή έως μέτρια αποσαθρωμένα (70>GSI>50).
I _{B2}	Ως ανωτέρω, αλλά εντόνως αποσαθρωμένα (50>GSI>30).
I _{C1}	Συμπαγή ιζηματογενή πετρώματα υγρή έως μέτρια αποσαθρωμένα (GSI>70).
I _{D1}	Ρογματωμένα ιζηματογενή πετρώματα, υγρή έως μέτρια αποσαθρωμένα (70>GSI>50).
I _{D2}	Ως ανωτέρω, αλλά εντόνως αποσαθρωμένα (50>GSI>30).
I _{E1}	Κατακερματισμένα πετρώματα (RQD<10%, 20>GSI>50).
I _{E2}	Πετρώματα σχιστοποιημένα ή με φυλλώδη δομή, έντονα πτυχωμένα και διατημημένα (20>GSI>5).
I _{E3}	Πυλίθιοι, αργιλικόι σχιστόλιθοι, μάργες, φλύσσης συχνά σε εναλλασσόμενες στρώσεις
II. Εδαφικοί Σχηματισμοί	
II _{A1}	Πυκνά αμμοχάλικα ή πυκνή άμμος.
II _{A2}	Σκληρή άργιλος (ή αμμώδης άργιλος).
II _{B1}	Μέσης πυκνότητας αμμοχάλικα ή άμμοι.
II _{B2}	Στυφρή άργιλος (ή αμμώδης άργιλος).
II _C	Πρόσφατες χαλαρές αποθέσεις σε κοίτες χειμάρρων και ποταμών (αμμοχάλικα, αμμοιούδες, μαλακές άργιλοι).
III. Ειδικές Περιπτώσεις	
III _A	Καρστικοποιημένοι ασβεστόλιθοι ή μάρμαρα.
III _B	Γύψοι ή ενστρώσεις - θύλακες γύψου σε άλλους σχηματισμούς (ασβεστολίθους, μάργες κ.λ.π.).
III _C	Απότομες κλιτύες με χαλαρά πλευρικά κορήματα.
III _D	Γεινίαση με ενεργά ρήγματα.

Σχήμα 6 - 12 Οθόνη αυτοματοποιημένης επιλογής τύπου εδάφους

6.3 Φόρμες Εξαγωγής Αποτελεσμάτων Οδικής Γέφυρας - 1^η Εναλλακτική Λύση: Γέφυρα με Προκατασκευασμένες Δοκούς

Με την ολοκλήρωση της εισαγωγής των στοιχείων των βάθρων ο χρήστης κατευθύνεται στην επόμενη φόρμα, που παρουσιάζει αποκλειστικά δεδομένα εξόδου. Ειδικότερα, τις ποσότητες εργασιών αθροιστικά. Γίνεται διάκριση μεταξύ της ανωδομής, της υποδομής και των θεμελιώσεων. Τα μοντέλα εκτιμήσεων ποσοτήτων εργασιών ελήφθησαν από το Φραγκάκη (2012). Αναφορικά με την ανωδομή υπολογίζονται οι παρακάτω ποσότητες που αντιστοιχούν στον όγκο σκυροδέματος, και το βάρος του χάλυβα οπλισμού και της προέντασης ανάλογα με τη μέθοδο κατασκευής σύμφωνα με τις ακόλουθες εξισώσεις.

Για Προκατασκευασμένες δοκούς :

$$V_c = -77.184 + 11.349x l_{sadj} \quad 6-3$$

$$B_s = -6306.255 + 1336.155x l_{sadj} \quad 6-4$$

$$B_p = -5035.551 + 432.707x l_{sadj} \quad 6-5$$

$$\text{όπου } l_{sadj} = l_s \times (b/13.10) \text{ το προσαρμοσμένο μήκος ανοίγματος} \quad 6-6$$

Για Συμβατική Κατασκευή:

$$V_c = 3.865 + 9.849x l_{sadj} \quad 6-7$$

$$B_s = 8274.962 + 950.703x l_{sadj} \quad 6-8$$

$$B_p = -7047.660 + 604.149 x l_{sadj} \quad 6-9$$

$$\text{όπου } l_{sadj} = l_s \times (b/13.50) \text{ το προσαρμοσμένο μήκος ανοίγματος} \quad 6-10$$

Για Συμμετρική Προβολοδόμηση:

$$V_c = -1705.124 + 28.807x l_{cadj} \quad 6-11$$

$$B_s = -460706.124 + 6729.826x l_{cadj} \quad 6-12$$

$$B_p = -150397.754 + 2113.073x l_{cadj} \quad 6-13$$

$$\text{όπου } l_{cadj} = ((l_{s1} + l_{s2})/2) \times (b/14) \text{ το προσαρμοσμένο μήκος προβόλου} \quad 6-14$$

Σε περίπτωση ακραίου προβόλου λαμβάνεται ολόκληρο το μήκος του ακραίου ανοίγματος.

Ο όγκος σκυροδέματος και το βάρος χάλυβα οπλισμού των μεσόβαθρων υπολογίζονται στις παρακάτω εξισώσεις.

$$V_c = -119.038 + 9.779xh + 2.611x l_{supadj} \quad 6-15$$

$$B_s = -39706.679 + 1863.910xh + 880.240x l_{supadj} \quad 6-16$$

όπου h το ύψος και l_{supadj} το προσαρμοσμένο μήκος υποστήριξης του βάρου.

Ο όγκος σκυροδέματος και το βάρος του χάλυβα οπλισμού για κάθε τύπο θεμελίωσης υπολογίζονται ως εξής:

Για τις θεμελιώσεις με φρέατα ισχύει:

$$V_c = 131.813 + 8.841xI_{sup} \quad 6-17$$

$$B_s = 3437.605 + 565.336xI_{sup} \quad \text{όπου } I_{sup} \text{ το υποστηριζόμενο μήκος υποστήριξης.} \quad 6-18$$

Για τις θεμελιώσεις με πασσάλους ισχύει:

$$V_c = -121.870 + 4.343xI_{sup} + 8.883xb \quad 6-19$$

$$B_s = -20140.660 + 642.966xI_{sup} + 1379.438xb \quad 6-20$$

και για τον κεφαλόδεσμο ισχύει:

$$V_c = -71.426 + 5.588xI_{sup} + 1.970xh \quad 6-21$$

$$B_s = -29550.221 + 1259.448xI_{sup} + 273.758xh \quad \text{όπου } h \text{ το ύψος του αντίστοιχου βάρους} \\ \text{και } b \text{ το πλάτος της γέφυρας.} \quad 6-22$$

Για τις επιφανειακές θεμελιώσεις με πέδιλα ισχύει:

$$V_c = -189.811 + 8.633xh + 5.365xI_{sup} \quad 6-23$$

$$B_s = -83011.798 + 1519.043xh + 2808.408xI_{sup} \quad 6-24$$

DrawBridge-Εμφάνιση Ποσοτήτων Εργασιών

Υπολογισμός Ποσοτήτων Εργασιών Estimation View

Foundation		Concrete Volume (m3)	Reinforcing Steel Weight (kg)	
Socket		970,91	52102,09	<input checked="" type="radio"/> Point
Spread		302,6	78207,33	<input type="radio"/> 5%
Pile		167,33	23510,67	<input type="radio"/> 95%
Pile Cap		211,77	29119,83	<input type="radio"/> 50%
Substructure		Concrete Volume (m3)	Reinforcing Steel Weight (kg)	<input type="button" value="Details"/>
		1176,19	196244,82	
Superstructure		Concrete Volume (m3)	Reinforcing Steel Weight (kg)	Prestressing Steel Weight (kg)
		1866,55	233659,79	60703,02

Σχήμα 6 - 13 Οθόνη αποτελεσμάτων αθροιστικών ποσοτήτων εργασιών για το πρώτο παράδειγμα έργου

Η επιλογή “Details” παραπλεύρως των ποσοτήτων εργασιών της ανωδομής ανοίγει νέο παράθυρο στο οποίο παρουσιάζονται σε μορφή πίνακα ξεχωριστά για κάθε άνοιγμα ή πρόβολο οι ποσότητες εργασιών για το σκυρόδεμα, τον χάλυβα οπλισμού και προέντασης. Οι γραμμές του πίνακα σχεδιάζονται δυναμικά ανάλογα με τον αριθμό ανοιγμάτων ή προβόλων της. Η γέφυρα του παραδείγματος εφαρμογής έχει πέντε ισομήκη ανοίγματα κατασκευασμένα με τη μέθοδο των προκατασκευασμένων δοκών. Επομένως, οι ποσότητες εργασιών για κάθε άνοιγμα είναι ίσες. Με την επιλογή “Back” ο χρήστης επιστρέφει στη φόρμα παρουσίασης των αθροιστικών ποσοτήτων εργασιών.

Span	Span Concrete Volume	Span Reinforcing Steel Weight	Span Prestressed Steel Weight
Span/Cantilever1	373.31	46731.96	12140.6
Span/Cantilever2	373.31	46731.96	12140.6
Span/Cantilever3	373.31	46731.96	12140.6
Span/Cantilever4	373.31	46731.96	12140.6
Span/Cantilever5	373.31	46731.96	12140.6

Σχήμα 6 - 14 Οθόνη αποτελεσμάτων ποσοτήτων εργασιών ανοιγμάτων για το πρώτο παράδειγμα έργου

Η παρούσα καρτέλα δίνει επιπρόσθετα στο χρήστη τη δυνατότητα λεπτομερούς παρουσίασης των επιμέρους ποσοτήτων εργασιών για κάθε βάθρο θεμελίωσης ξεχωριστά με την επιλογή “Details” δίπλα από τα αποτελέσματα για την υποδομή. Το παράθυρο που ανοίγει ακολουθεί τη λογική της δυναμικής σχεδίασης για τον προσδιορισμό του αριθμού των γραμμών του πίνακα που ισούται με τον αριθμό των βάθρων της γέφυρας. Οι δύο πρώτες στήλες του πίνακα παρουσιάζουν τις ποσότητες εργασιών σκυροδέματος και χάλυβα οπλισμού για το εκάστοτε βάθρο και οι επόμενες δύο τις αντίστοιχες ποσότητες. Τονίζεται ότι εντός της φόρμας δεν παρουσιάζονται οι ποσότητες εργασιών για κάθε τύπο θεμελίωσης ξεχωριστά αφού υπάρχει αμφιμονοσήμαντη σχέση μεταξύ του βάθρου και της θεμελίωσής. Η επιλογή “Back” επιστρέφει στη φόρμα παρουσίασης των αθροιστικών ποσοτήτων εργασιών.

CostBridge-Εργασίες Βάθρων Θεμελίωσης

Εργασίες Βάθρων Θεμελίωσης

Pier/Abutment	Concrete Volume	Reinforcing Steel Weight	Foundation Concrete Volume	Foundation Reinforcing Steel Weight
Abutment 1	149.71	17993.71		
Pier2	139.13	24803.59	485.45	26051.04
Pier3	300.09	55483.54	302.6	78207.33
Pier4	281.61	51960.75	379.09	52630.5
Pier5	155.95	28009.51	485.45	26051.04
Abutment6	149.71	17993.71		

Back

Σχήμα 6 - 15 Οθόνη αποτελεσμάτων ποσοτήτων εργασιών βάθρων για το πρώτο παράδειγμα έργου

Το πρόγραμμα προσφέρει τη δυνατότητα παρουσίασης των τιμών του 5^{ου}, 50^{ου} και 95^{ου} εκατοστημορίου για τις εκτιμήσεις των ποσοτήτων εργασιών επιλέγοντας το αντίστοιχο radio-button. Το Σχήμα 6-16 παρουσιάζει τις τιμές του 95^{ου} εκατοστημορίου των ποσοτήτων εργασιών για τη γέφυρα του παραδείγματος εφαρμογής.

DrawBridge-Εμφάνιση Ποσοτήτων Εργασιών

Υπολογισμός Ποσοτήτων Εργασιών Estimation View

Foundation		Concrete Volume (m3)	Reinforcing Steel Weight (kg)	
Socket		1409,38	72483,27	<input type="radio"/> Point
Spread		540,6	168480,13	<input type="radio"/> 5%
Pile		348,24	55892,03	<input checked="" type="radio"/> 95%
Pile Cap		303,15	60577,5	<input type="radio"/> 50%
Substructure		Concrete Volume (m3)	Reinforcing Steel Weight (kg)	<input type="button" value="Details"/>
		1627,65	250579,04	
Superstructure		Concrete Volume (m3)	Reinforcing Steel Weight (kg)	Prestressing Steel Weight (kg)
		245,9	-200238,8	-96663,07

Σχήμα 6 - 16 Οθόνη αποτελεσμάτων ποσοτήτων εργασιών για το πρώτο παράδειγμα έργου (τιμές 95^{ου} εκατοστημορίου)

Η τελευταία φόρμα του προγράμματος παρουσιάζει τον υπολογισμό του κόστους κατασκευής των στοιχείων της γέφυρας. Στη φόρμα παρουσιάζονται οι τιμές κόστους μονάδας όπως αυτές είχαν εισαχθεί προηγουμένως (βλέπε Σχήμα 6-5), με δυνατότητα, όμως, του χρήστη για επεξεργασία τους. Επιλέγοντας "Calculate" υπολογίζεται αυτόματα το συνολικό κόστος της ανωδομής, της υποδομής, των θεμελιώσεων, του εξοπλισμού, των χωματουργικών καθώς και το συνολικό κόστος κατασκευής για την οδική γέφυρα. Το κόστος των χωματουργικών εργασιών υπολογίζεται ως κυμαινόμενο ποσοστό επί το κόστος των θεμελιώσεων και το κόστος του εξοπλισμού υπολογίζεται ως ποσοστό του συνολικού κόστους σύμφωνα με τον επιμερισμό της συνολικής δαπάνης κατασκευής οδικών γεφυρών που προτάθηκε από τους Fragkakis και Lambropoulos (2004). Τα ποσοστά αυτά διαφοροποιούνται ανάλογα με τη μέθοδο κατασκευής της ανωδομής. Τα αποτελέσματα δίνονται με ακρίβεια ακέρατου αριθμού.

CostBridge-Υπολογισμός Κόστους Κατασκευής

SuperStructureConcrete	187	Eur/m ³				
SuperStructure Reinforcing Steel	1	Eur/kg				
SuperStructure Prestressing Steel	3,8	Eur/kg				
Pier Concrete	170	Eur/m ³				
Pier Reinforcing Steel	1	Eur/kg				
Pile Concrete	106,8	Eur/m ³				
Pile Reinforcing Steel	1	Eur/kg				
Pile Cap Concrete	106,8	Eur/m ³				
Pile Cap Reinforcing Steel	1	Eur/kg				
Socket Concrete	78	Eur/m ³				
Socket Reinforcing Steel	1	Eur/kg				
Spread Concrete	106,8	Eur/m ³				
Spread Reinforcing Steel	1	Eur/kg				
Abutment Concrete	106,8	Eur/kg				
Abutment Reinforcing Steel	1	Eur/kg				

Υπολογισθέν κόστος		
SuperStructure	813377	Euros
Substructure	377274	Euros
Foundations	331475	Euros
Earthworks	58350	Euros
Accessories	354011	Euros
Total Cost	1934487	Euros

Estimation View

Point
 5 %
 95%
 50%

Calculate

Σχήμα 6 - 17 Τελική οθόνη εισαγωγής τιμών μονάδας και υπολογισμού συνολικού κόστους για το πρώτο παράδειγμα έργου

Το πρόγραμμα προσφέρει δύο πρόσθετες επιλογές για την παρουσίαση του κόστους κατασκευής ξεχωριστά για κάθε άνοιγμα ή πρόβολο και ξεχωριστά για κάθε βάθρο και τη θεμελίωσή του. Οι φόρμες που ανοίγουν λειτουργούν δυναμικά ως προς τον αριθμό των σειρών που περιέχουν. Οι στήλες του πίνακα παρουσιάζουν τα κόστη κατασκευής των επιμέρους στοιχείων. Για κάθε άνοιγμα ή πρόβολο εμφανίζεται το αντίστοιχο κόστος εργασιών του σκυροδέματος και του χάλυβα προέντασης και οπλισμού και για κάθε βάθρο θεμελίωσης παρουσιάζεται το κόστος εργασιών του σκυροδέματος και του χάλυβα οπλισμού του ίδιου του βάρου καθώς και της θεμελίωσης που του αντιστοιχεί. Στα παρακάτω σχήματα παρουσιάζονται οι φόρμες, της λεπτομερούς κοστολόγησης της ανωδομής του παραδείγματος εφαρμογής, που αποτελείται από πέντε ανοίγματα και του κόστους κατασκευής κάθε βάρου και της θεμελίωσής του.

Κόστος Ανοιγμάτων

Κόστος Ανοιγμάτων

Span	Span Concrete Cost	Span Reinforcing Steel Cost	Span Prestressed Steel Cost
Span/Cantilever1	69809.09	46731.96	46134.3
Span/Cantilever2	69809.09	46731.96	46134.3
Span/Cantilever3	69809.09	46731.96	46134.3
Span/Cantilever4	69809.09	46731.96	46134.3
Span/Cantilever5	69809.09	46731.96	46134.3

Back

Σχήμα 6 - 18 Οθόνη αποτελεσμάτων κόστους ανοιγμάτων για το πρώτο παράδειγμα έργου

CostBridge-Κόστος Βάθρων Θεμελίωσης

Κόστος Βάθρων Θεμελίωσης

Pier/Abutment	Concrete Cost	Reinforcing Steel Cost	Foundation Concrete Cost	Foundation Reinforcing Steel Cost
Abutment1	15989	17994		
Pier2	23652	24804	37865	26051
Pier3	51015	55484	32318	78207
Pier4	47873	51961	23785	51736
Pier5	26511	28010	37865	26051
Abutment6	15989	17994		

Back

Σχήμα 6 - 19 Οθόνη αποτελεσμάτων κόστους βάθρων για το πρώτο παράδειγμα έργου

Οι επιλογές “Back” στις δυο προηγούμενες οθόνες οδηγούν το χρήστη στην οθόνη υπολογισμού του συνολικού κόστους. Τα radio buttons των τιμών του του 5^{ου}50^{ου} και 95^{ου} εκατοστημορίου λειτουργούν με παρόμοιο τρόπο, όπως και στη φόρμα με τον υπολογισμό των ποσοτήτων εργασιών.

The screenshot shows the 'CostBridge-Υπολογισμός Κόστους Κατασκευής' window. It is divided into two main sections: 'Υπολογισθέν κόστος' (Calculated Cost) and 'Estimation View'.

Material/Work	Unit Price (Eur)	Unit	Category	Calculated Cost (Euros)	Unit
SuperStructureConcrete	187	Eur/m ³	SuperStructure	-521574	Euros
SuperStructure Reinforcing Steel	1	Eur/kg	Substructure	504030	Euros
SuperStructure Prestressing Steel	3.8	Eur/kg	Foundations	589852	Euros
Pier Concrete	170	Eur/m ³	Earthworks	103832	Euros
Pier Reinforcing Steel	1	Eur/kg	Accessories	151448	Euros
Pile Concrete	106.8	Eur/m ³	Total Cost	827587	Euros
Pile Reinforcing Steel	1	Eur/kg			
Pile Cap Concrete	106.8	Eur/m ³			
Pile Cap Reinforcing Steel	1	Eur/kg			
Socket Concrete	78	Eur/m ³			
Socket Reinforcing Steel	1	Eur/kg			
Spread Concrete	106.8	Eur/m ³			
Spread Reinforcing Steel	1	Eur/kg			
Abutment Concrete	106.8	Eur/m ³			
Abutment Reinforcing Steel	1	Eur/kg			

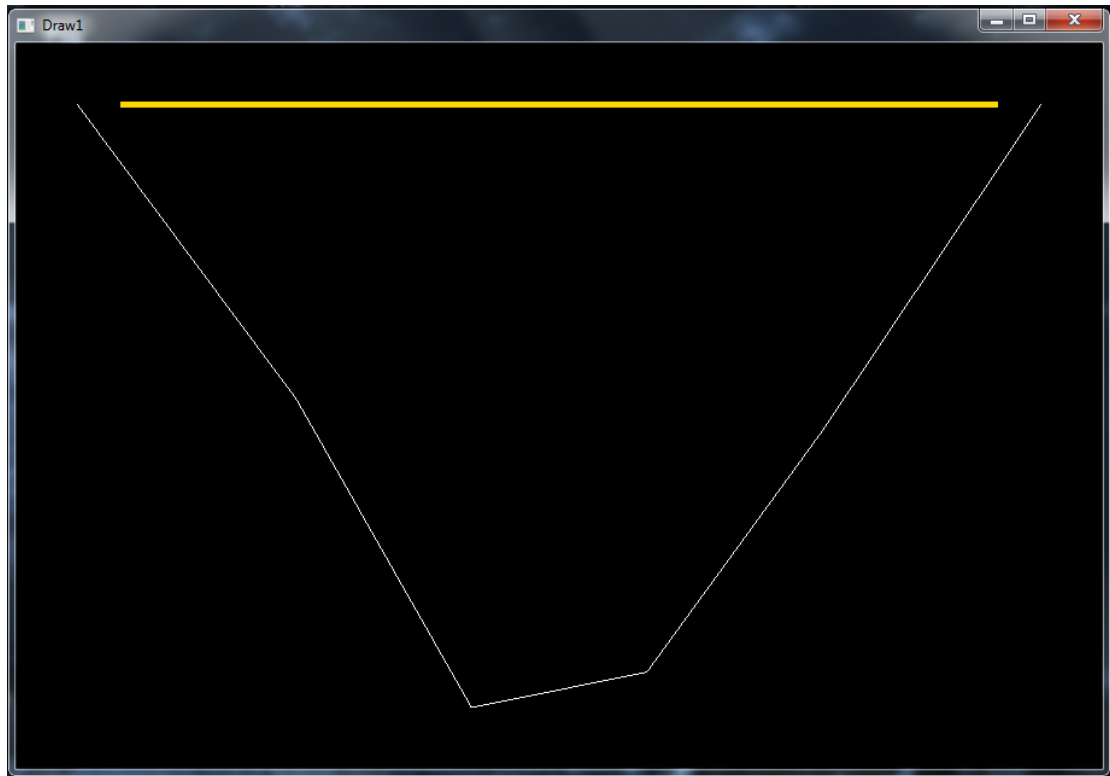
The 'Estimation View' section includes radio buttons for 'Point', '5%', '95%' (selected), and '50%'. There are 'Details' buttons for SuperStructure and Substructure, and a 'Calculate' button at the bottom.

Σχήμα 6 - 20 Τελική οθόνη εισαγωγής τιμών μονάδας και υπολογισμού συνολικού κόστους για το πρώτο παράδειγμα έργου (τιμές 95^{ου} εκατοστημορίου)

6.4 Εισαγωγή & Εξαγωγή Δεδομένων Οδικής Γέφυρας - 2^η Εναλλακτική Λύση: Γέφυρα με Προβολοδόμηση

Σαν δεύτερη προσομοίωση επιλέχθηκε γέφυρα που κατασκευάστηκε με τη μέθοδο της συμμετρικής προβολοδόμησης. Οι συντεταγμένες αρχής και τέλους παραμένουν ως προηγουμένως, όπως και το πλάτος της. Άρα, το συνολικό της μήκος είναι, εκ νέου, 200μ. και χωρίζεται σε δύο ακραία ανοίγματα των 50μ. και ένα μεσαίο των 100μ. Επίσης, έχει δύο μεσόβαθρα και δύο ακρόβαθρα. Στην καρτέλα εισαγωγής συντεταγμένων εδάφους εισήχθησαν τα εξής ζεύγη: (0 , 100), (50 , 84.28), (90 , 67.82), (130 , 69.71), (170 , 82.56) και (220 , 100). Στο Σχήμα 6-21 παρουσιάζεται η αρχική μηκοτομή του εδάφους και της γέφυρας και στο Σχήμα 6-22 οι υψομετρικές διαφορές έντεκα διατομών. Κατόπιν, στο Σχήμα 6-23

εμφανίζεται η οθόνη εισαγωγής των στοιχείων των ανοιγμάτων, όπου και επιλέγεται η μέθοδος της προβολοδόμησης. Ακολουθεί, το σκαρίφημα της μηκοτομής της γέφυρας με τα βάθρα θεμελίωσής της στο Σχήμα 6-24 και το Σχήμα 6-25 με τα στοιχεία των βάθρων θεμελίωσης.



Σχήμα 6 - 21 Μηκοτομή γέφυρας για το δεύτερο παράδειγμα έργου

Διατομή	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Απόσταση από την αρχή	0	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200
Υψόμετρο Εδάφους	96,86	90,57	84,28	76,05	67,82	68,76	69,71	76,13	82,56	89,54	96,51
Υψόμετρο ερυθράς	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Δh	3,14	9,43	15,72	23,95	32,18	31,24	30,29	23,87	17,44	10,46	3,49

Next

Σχήμα 6 - 22 Στοιχεία μηκοτομής για το δεύτερο παράδειγμα έργου

DrawBridge-Εισαγωγή Στοιχείων Ανοιγμάτων

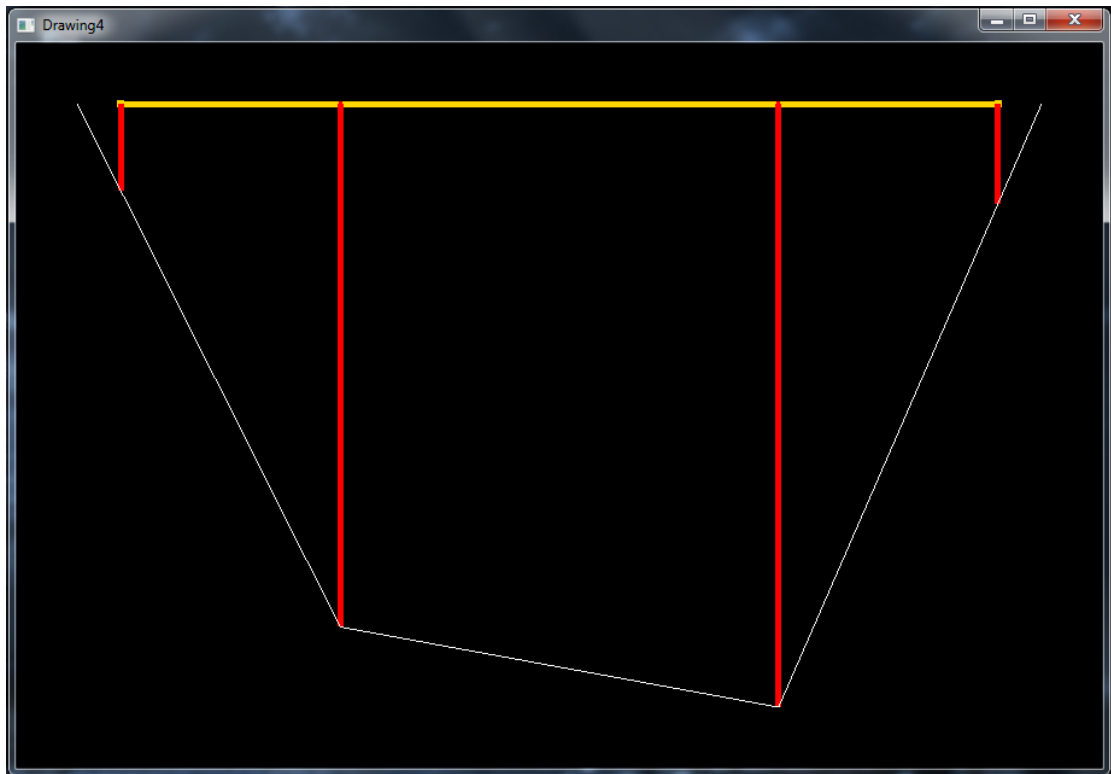
Length: Span2/3 Construction Method:

Remaining Length : 150/200

Προκατασκευασμένες Δοκοί

Συμβατική Κατασκευή

Σχήμα 6 - 23 Οθόνη εισαγωγής δεδομένων ανοιγμάτων για το δεύτερο παράδειγμα έργου



Σχήμα 6 - 24 Μηκοτομή γέφυρας με τα βάθρα θεμελίωσης για το δεύτερο παράδειγμα έργου

Pier	Pier Height	Foundation Type
Abutment1	3.14	Pile
Pier2	19.84	Socket
Pier3	20.65	Socket
Abutment4	3.49	Pile

Σχήμα 6 - 25 Οθόνη εισαγωγής δεδομένων βάθρων για το δεύτερο παράδειγμα έργου

Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι ποσότητες εργασιών αθροιστικά στο Σχήμα 6-26 και ξεχωριστά για κάθε πρόβολο της ανωδομής στο Σχήμα 6-27, όπως και για κάθε βάρθο στο Σχήμα 6-28.

Υπολογισμός Ποσοτήτων Εργασιών				Estimation View
<i>Foundation</i>				<input checked="" type="radio"/> Point
Concrete Volume (m3)	Reinforcing Steel Weight (kg)			<input type="radio"/> 5%
Socket	1589,78	91675,61		<input type="radio"/> 95%
Spread	0	0		<input type="radio"/> 50%
Pile	0	0		
Pile Cap	0	0		
<i>Substructure</i>				<input type="button" value="Details"/>
Concrete Volume (m3)	Reinforcing Steel Weight (kg)			
	848,92	164075,12		
<i>Superstructure</i>				<input type="button" value="Details"/>
Concrete Volume (m3)	Reinforcing Steel Weight (kg)	Prestressing Steel Weight (kg)		
	1939,62	328412,58	91632,33	
				<input type="button" value="Next"/>

Σχήμα 6 - 26 Οθόνη αποτελεσμάτων αθροιστικών ποσοτήτων εργασιών για το δεύτερο παράδειγμα έργου

Εργασίες Ανοιγμάτων

Span	Span Concrete Volume	Span Reinforcing Steel Weight	Span Prestressed Steel Weight
Span/Cantilever1	969.81	164206.29	45816.17
Span/Cantilever2	969.81	164206.29	45816.17

Back

Σχήμα 6 - 27 Οθόνη αποτελεσμάτων ποσοτήτων εργασιών ανοιγμάτων για το δεύτερο παράδειγμα έργου

CostBridge-Εργασίες Βάθρων Θεμελίωσης

Pier/Abutment	Concrete Volume	Reinforcing Steel Weight	Foundation Concrete Volume	Foundation Reinforcing Steel Weight
Abutment 1	149.71	17993.71		
Pier2	270.75	63281.98	794.89	45837.81
Pier3	278.75	64805.72	794.89	45837.81
Abutment4	149.71	17993.71		

Back

Σχήμα 6 - 28 Οθόνη αποτελεσμάτων ποσοτήτων εργασιών βάθρων για το δεύτερο παράδειγμα έργου

Το παρακάτω σχήμα δίνει τις εκτιμήσεις 95^{ου} εκατοστημορίου για τις αθροιστικές ποσότητες εργασιών.

Υπολογισμός Ποσοτήτων Εργασιών				Estimation View
<i>Foundation</i>	Concrete Volume (m3)	Reinforcing Steel Weight (kg)		<input type="radio"/> Point
Socket	2141,3	116669,51		<input type="radio"/> 5%
Spread	0	0		<input checked="" type="radio"/> 95%
Pile	0	0		<input type="radio"/> 50%
Pile Cap	0	0		
<i>Substructure</i>	Concrete Volume (m3)	Reinforcing Steel Weight (kg)		<input type="button" value="Details"/>
	1152,3	197450,37		
<i>Superstructure</i>	Concrete Volume (m3)	Reinforcing Steel Weight (kg)	Prestressing Steel Weight (kg)	<input type="button" value="Details"/>
	3429,42	706753,08	212437,36	
				<input type="button" value="Next"/>

Σχήμα 6 - 29 Οθόνη αποτελεσμάτων ποσοτήτων εργασιών για το δεύτερο παράδειγμα έργου (τιμές 95^{ου} εκατοστημορίου)

Τελευταία φόρμα είναι η φόρμα με το κόστος κατασκευής της γέφυρας. Οι τιμές κόστους μονάδος αντιστοιχούν για μέθοδο κατασκευής τη συμβατική κατασκευή όπως παρουσιάζεται στο Σχήμα 6-30, και στο Σχήμα 6-31 και Σχήμα 6-32 παρουσιάζονται τα επιμέρους κόστη.

CostBridge-Υπολογισμός Κόστους Κατασκευής

SuperStructureConcrete	407	Eur/m3	Υπολογισθέν κόστος SuperStructure 1466042 Euros Substructure 289468 Euros Foundations 215678 Euros Earthworks 93236 Euros Accessories 164976 Euros Total Cost 2229400 Euros	Details
SuperStructure Reinforcing Steel	1	Eur/kg		Details
SuperStructure Prestressing Steel	3.8	Eur/kg		Estimation View
Pier Concrete	170	Eur/m3		<input checked="" type="radio"/> Point
Pier Reinforcing Steel	1	Eur/kg		<input type="radio"/> 5%
Pile Concrete	106.8	Eur/m3		<input type="radio"/> 95%
Pile Reinforcing Steel	1	Eur/kg		<input type="radio"/> 50%
Pile Cap Concrete	106.8	Eur/m3		Calculate
Pile Cap Reinforcing Steel	1	Eur/kg		
Socket Concrete	78	Eur/m3		
Socket Reinforcing Steel	1	Eur/kg		
Spread Concrete	106.8	Eur/m3		
Spread Reinforcing Steel	1	Eur/kg		
Abutment Concrete	106.8	Eur/kg		
Abutment Reinforcing Steel	1	Eur/kg		

Σχήμα 6 - 30 Τελική οθόνη εισαγωγής τιμών μονάδας και υπολογισμού συνολικού κόστους για το δεύτερο παράδειγμα έργου

Κόστος Ανοιγμάτων

Span	Span Concrete Cost	Span Reinforcing Steel Cost	Span Prestressed Steel Cost
Span/Cantilever1	394713	164206	174101
Span/Cantilever2	394713	164206	174101

Back

Σχήμα 6 - 31 Οθόνη αποτελεσμάτων κόστους ανοιγμάτων για το δεύτερο παράδειγμα έργου

CostBridge-Κόστος Βάθρων Θεμελίωσης

Κόστος Βάθρων Θεμελίωσης

Pier/Abutment	Concrete Cost	Reinforcing Steel Cost	Foundation Concrete Cost	Foundation Reinforcing Steel Cost
Abutment1	15989	17994		
Pier2	46028	63282	62001	45838
Pier3	47387	64806	62001	45838
Abutment4	15989	17994		

Back

Σχήμα 6 - 32 Οθόνη αποτελεσμάτων κόστους βάθρων για το δεύτερο παράδειγμα έργου

Στο Σχήμα-6.33 παρουσιάζεται το αθροιστικό κόστος με εκτίμηση 95^{ου} εκατοστημορίου.

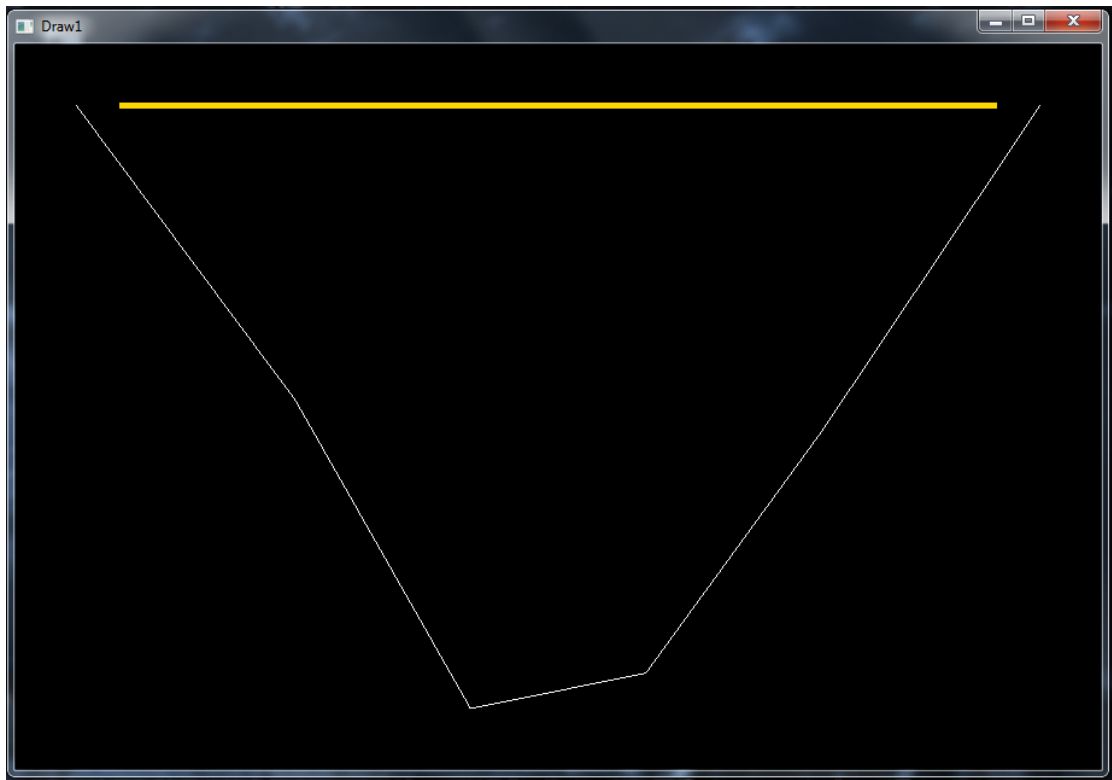
The screenshot shows the 'CostBridge-Υπολογισμός Κόστους Κατασκευής' window. It features a list of construction items on the left, each with a numerical input field and a unit label (e.g., Eur/m³, Eur/kg). On the right, a table titled 'Υπολογισθέν κόστος' (Calculated Cost) displays the results for various categories: SuperStructure (2909788 Euros), Substructure (370091 Euros), Foundations (283691 Euros), Earthworks (122637 Euros), and Accessories (294578 Euros). The 'Total Cost' is calculated as 3980784 Euros. A 'Calculate' button is visible below the table. On the far right, there are 'Details' buttons for each category and radio buttons for 'Estimation View' (Point, 5%, 95%, 50%), with 95% selected.

Item	Unit	Value	Category	Cost (Euros)
SuperStructure Concrete	Eur/m ³	407	SuperStructure	2909788
SuperStructure Reinforcing Steel	Eur/kg	1	SuperStructure	2909788
SuperStructure Prestressing Steel	Eur/kg	3,8	SuperStructure	2909788
Pier Concrete	Eur/m ³	170	Substructure	370091
Pier Reinforcing Steel	Eur/kg	1	Substructure	370091
Pile Concrete	Eur/m ³	106,8	Foundations	283691
Pile Reinforcing Steel	Eur/kg	1	Foundations	283691
Pile Cap Concrete	Eur/m ³	106,8	Earthworks	122637
Pile Cap Reinforcing Steel	Eur/kg	1	Earthworks	122637
Socket Concrete	Eur/m ³	78	Accessories	294578
Socket Reinforcing Steel	Eur/kg	1	Accessories	294578
Spread Concrete	Eur/m ³	106,8	Total Cost	3980784
Spread Reinforcing Steel	Eur/kg	1	Total Cost	3980784
Abutment Concrete	Eur/kg	106,8		
Abutment Reinforcing Steel	Eur/kg	1		

Σχήμα 6 - 33 Τελική οθόνη εισαγωγής τιμών μονάδας και υπολογισμού συνολικού κόστους για το δεύτερο παράδειγμα έργου (τιμές 95^{ου} εκατοστημορίου)

6.5 Εισαγωγή & Εξαγωγή Δεδομένων Οδικής Γέφυρας -3^η Εναλλακτική Λύση: Γέφυρα με Συμβατική Κατασκευή

Σαν δεύτερη προσομοίωση επιλέχθηκε γέφυρα που κατασκευάστηκε με τη μέθοδο της συμβατικής κατασκευής. Οι συντεταγμένες αρχής και τέλους παραμένουν ως προηγουμένως, όπως και το πλάτος της. Άρα, το συνολικό της μήκος είναι, εκ νέου, 200μ. και χωρίζεται σε ανοίγματα με μήκος 45μ., 40μ., 30μ., 40μ. και 45μ. Επίσης, έχει τέσσερα μεσόβαθρα και δύο ακρόβαθρα. Στην καρτέλα εισαγωγής συντεταγμένων εδάφους εισήχθησαν τα εξής ζεύγη: (0 , 100), (50 , 84.28), (90 , 67.82), (130 , 69.71), (170 , 82.56) και (220 , 100). Στο Σχήμα 6-34 παρουσιάζεται η αρχική μηκοτομή του εδάφους και της γέφυρας και στο Σχήμα 6-35 οι υψομετρικές διαφορές έντεκα διατομών. Κατόπιν, στο Σχήμα 6-36 εμφανίζεται η οθόνη εισαγωγής των στοιχείων των ανοιγμάτων, όπου και επιλέγεται η μέθοδος της συμβατικής κατασκευής. Ακολουθεί, το σκαρίφημα της μηκοτομής της γέφυρας με τα βάθρα θεμελίωσής της στο Σχήμα 6-37 και το Σχήμα 6-38 με τα στοιχεία των βάθρων θεμελίωσης.



Σχήμα 6 - 34 Μηκοτομή γέφυρας για το τρίτο παράδειγμα έργου

Διατομή	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Απόσταση από την αρχή	0	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200
Υψόμετρο Εδάφους	96,86	90,57	84,28	76,05	67,82	68,76	69,71	76,13	82,56	89,54	96,51
Υψόμετρο ερυθράς	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Δh	3,14	9,43	15,72	23,95	32,18	31,24	30,29	23,87	17,44	10,46	3,49

Next

Σχήμα 6 - 35 Στοιχεία Μηκοτομής για το τρίτο παράδειγμα έργου

CostBridge-Εισαγωγή Στοιχείων Ανοιγμάτων

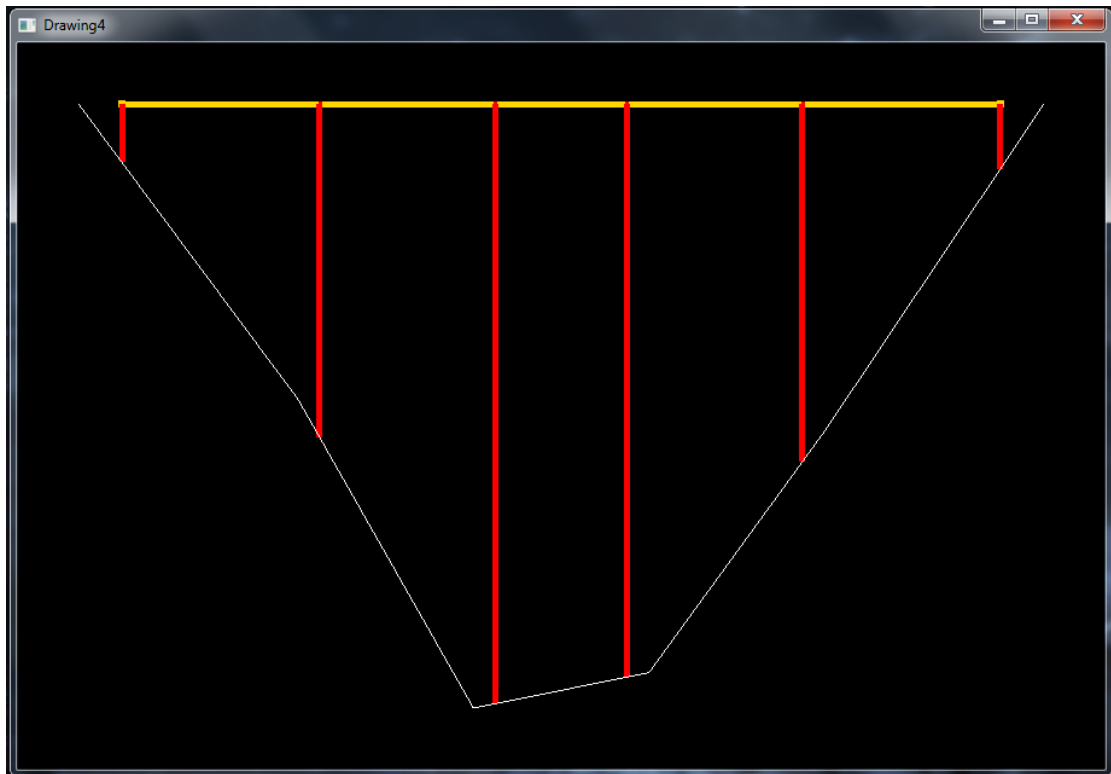
Length: Span2/5 40 Construction Method: Συμβατική Κατασκευή

Buttons: Insert, Reset, Προβολοδόμηση, Finished

Remaining Length: 155/200

Images: Προβολοδόμηση, Προκατασκευασμένες Δοκοί, Συμβατική Κατασκευή

Σχήμα 6 - 36 Οθόνη εισαγωγής δεδομένων ανοιγμάτων για το τρίτο παράδειγμα έργου



Σχήμα 6 - 37 Μηκοτομή γέφυρας με τα βάθρα θεμελίωσης για το τρίτο παράδειγμα έργου

Pier	Pier Height	Foundation Type
Abutment1	3.14	Pile
Pier2	17.78	Spread
Pier3	31.94	Spread
Pier4	30.53	Spread
Pier5	19.05	Spread
Abutment6	3.49	Pile

Σχήμα 6 - 38 Οθόνη εισαγωγής δεδομένων βάθρων για το τρίτο παράδειγμα έργου

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΚΟΣΤΟΥΣ ΚΑΙ ΒΑΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΟΔΙΚΩΝ ΓΕΦΥΡΩΝ ΑΠΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ

Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι ποσότητες εργασιών αθροιστικά στο Σχήμα 6-39 και ξεχωριστά για κάθε άνοιγμα της ανωδομής στο Σχήμα 6-40, όπως και για κάθε βάθρο στο Σχήμα 6-41.

Υπολογισμός Ποσοτήτων Εργασιών				Estimation View
<i>Foundation</i>	Concrete Volume (m3)	Reinforcing Steel Weight (kg)		<input checked="" type="radio"/> Point
Socket	0	0		<input type="radio"/> 5%
Spread	929,53	254087,52		<input type="radio"/> 95%
Pile	0	0		<input type="radio"/> 50%
Pile Cap	0	0		
<i>Substructure</i>	Concrete Volume (m3)	Reinforcing Steel Weight (kg)		<input type="button" value="Details"/>
	1198,97	198672,52		
<i>Superstructure</i>	Concrete Volume (m3)	Reinforcing Steel Weight (kg)	Prestressing Steel Weight (kg)	<input type="button" value="Details"/>
	1916,17	224473,17	81116,32	
				<input type="button" value="Next"/>

Σχήμα 6 - 39 Οθόνη αποτελεσμάτων αθροιστικών ποσοτήτων εργασιών για το τρίτο παράδειγμα έργου

CostBridge-Εργασίες Ανοιγμάτων

Εργασίες Ανοιγμάτων

Span	Span Concrete Volume	Span Reinforcing Steel Weight	Span Prestressed Steel Weight
Span/Cantilever1	430.66	49472.09	19132.13
Span/Cantilever2	383.23	44894.63	16223.26
Span/Cantilever3	288.39	35739.72	10405.53
Span/Cantilever4	383.23	44894.63	16223.26
Span/Cantilever5	430.66	49472.09	19132.13

Back

Σχήμα 6 - 40 Οθόνη αποτελεσμάτων ποσοτήτων εργασιών ανοιγμάτων για το τρίτο παράδειγμα έργου

CostBridge-Εργασίες Βάθρων Θεμελίωσης

Εργασίες Βάθρων Θεμελίωσης

Pier/Abutment	Concrete Volume	Reinforcing Steel Weight	Foundation Concrete Volume	Foundation Reinforcing Steel Weight
Abutment 1	149.71	17993.71		
Pier2	165.78	30839.18	191.67	63350.33
Pier3	284.72	50642	273.73	63806.41
Pier4	270.86	47999.9	261.5	61653.17
Pier5	178.18	33204.02	202.63	65277.61
Abutment6	149.71	17993.71		

Back

Σχήμα 6 - 41 Οθόνη αποτελεσμάτων ποσοτήτων εργασιών βάθρων για το τρίτο παράδειγμα έργου

Το Σχήμα 6-42 δίνει τις εκτιμήσεις 95^{ου} εκατοστημορίου για τις αθροιστικές ποσότητες εργασιών.

Υπολογισμός Ποσοτήτων Εργασιών				Estimation View
<i>Foundation</i>	Concrete Volume (m3)	Reinforcing Steel Weight (kg)		<input type="radio"/> Point
Socket	0	0		<input type="radio"/> 5%
Spread	1819,81	593823,53		<input checked="" type="radio"/> 95%
Pile	0	0		<input type="radio"/> 50%
Pile Cap	0	0		
<i>Substructure</i>	Concrete Volume (m3)	Reinforcing Steel Weight (kg)		<input type="button" value="Details"/>
	1651,66	253346,42		
<i>Superstructure</i>	Concrete Volume (m3)	Reinforcing Steel Weight (kg)	Prestressing Steel Weight (kg)	<input type="button" value="Details"/>
	61,67	-243758,33	-110551,21	
				<input type="button" value="Next"/>

Σχήμα 6 - 42 Οθόνη αποτελεσμάτων ποσοτήτων εργασιών για το τρίτο παράδειγμα έργου (τιμές 95^{ου} εκατοστημορίου)

Το Σχήμα 6-43 παρουσιάζει το συνολικό κόστος κατασκευής της γέφυρας με συμβατική κατασκευή.

CostBridge-Υπολογισμός Κόστους Κατασκευής

SuperStructureConcrete	208	Eur/m3				
SuperStructure Reinforcing Steel	1	Eur/kg				
SuperStructure Prestressing Steel	3.8	Eur/kg				
Pier Concrete	170	Eur/m3				
Pier Reinforcing Steel	1	Eur/kg				
Pile Concrete	106.8	Eur/m3				
Pile Reinforcing Steel	1	Eur/kg				
Pile Cap Concrete	106.8	Eur/m3				
Pile Cap Reinforcing Steel	1	Eur/kg				
Socket Concrete	78	Eur/m3				
Socket Reinforcing Steel	1	Eur/kg				
Spread Concrete	106.8	Eur/m3				
Spread Reinforcing Steel	1	Eur/kg				
Abutment Concrete	106.8	Eur/kg				
Abutment Reinforcing Steel	1	Eur/kg				

Υπολογισθέν κόστος

SuperStructure	931278	Euros	Details
Substructure	383573	Euros	Details
Foundations	353362	Euros	Estimation View
Earthworks	94601	Euros	<input checked="" type="radio"/> Point
Accessories	301371	Euros	<input type="radio"/> 5 %
			<input type="radio"/> 95%
			<input type="radio"/> 50%
Total Cost	2064186	Euros	

Calculate

Σχήμα 6 - 43 Τελική οθόνη εισαγωγής τιμών μονάδας και υπολογισμού συνολικού κόστους για το τρίτο παράδειγμα έργου

Το Σχήμα 6-44 παρουσιάζει τα επιμέρους κόστη των ανοιγμάτων και το Σχήμα 6-45 των βάθρων θεμελίωσης.

CostBridge-Κόστος Ανοιγμάτων

Κόστος Ανοιγμάτων

Span	Span Concrete Cost	Span Reinforcing Steel Cost	Span Prestressed Steel Cost
Span/Cantilever1	89576.24	49472.09	72702.09
Span/Cantilever2	79712.65	44894.63	61648.4
Span/Cantilever3	59985.47	35739.72	39541.03
Span/Cantilever4	79712.65	44894.63	61648.4
Span/Cantilever5	89576.24	49472.09	72702.09

Back

Σχήμα 6 - 44 Οθόνη αποτελεσμάτων κόστους ανοιγμάτων για το τρίτο παράδειγμα έργου

CostBridge-Κόστος Βάθρων Θεμελίωσης

Κόστος Βάθρων Θεμελίωσης

Pier/Abutment	Concrete Cost	Reinforcing Steel Cost	Foundation Concrete Cost	Foundation Reinforcing Steel Cost
Abutment1	15989	17994		
Pier2	28182	30839	20471	63350
Pier3	48403	50642	29235	63806
Pier4	46047	48000	27928	61653
Pier5	30291	33204	21641	65278
Abutment6	15989	17994		

Back

Σχήμα 6 - 45 Οθόνη αποτελεσμάτων κόστους βάθρων για το τρίτο παράδειγμα έργου

Στο Σχήμα-6.46 παρουσιάζεται το αθροιστικό κόστος με εκτίμηση 95^{ου} εκατοστημορίου.

The screenshot shows the 'CostBridge-Υπολογισμός Κόστους Κατασκευής' window. On the left, there is a list of construction items with input fields for unit costs and units. On the right, a table titled 'Υπολογισθέν κόστος' (Calculated Cost) shows the breakdown of costs for different parts of the structure. A 'Calculate' button is visible below the table, and a 'Details' button is next to each row in the table. The 'Estimation View' section on the right shows radio buttons for 'Point', '5%', '95%' (selected), and '50%'.

Item	Value	Unit
SuperStructureConcrete	208	Eur/m3
SuperStructure Reinforcing Steel	1	Eur/kg
SuperStructure Prestressing Steel	3.8	Eur/kg
Pier Concrete	170	Eur/m3
Pier Reinforcing Steel	1	Eur/kg
Pile Concrete	106.8	Eur/m3
Pile Reinforcing Steel	1	Eur/kg
Pile Cap Concrete	106.8	Eur/m3
Pile Cap Reinforcing Steel	1	Eur/kg
Socket Concrete	78	Eur/m3
Socket Reinforcing Steel	1	Eur/kg
Spread Concrete	106.8	Eur/m3
Spread Reinforcing Steel	1	Eur/kg
Abutment Concrete	106.8	Eur/kg
Abutment Reinforcing Steel	1	Eur/kg

Category	Value	Unit
SuperStructure	-651026	Euros
Substructure	510879	Euros
Foundations	788180	Euros
Earthworks	211009	Euros
Accessories	146862	Euros
Total Cost	1005904	Euros

Σχήμα 6 - 46 Τελική οθόνη εισαγωγής τιμών μονάδας και υπολογισμού συνολικού κόστους για το τρίτο παράδειγμα έργου (τιμές 95^{ου} εκατοστημορίου)

6.6 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ ΛΥΣΕΩΝ

Από τη σύγκριση των τριών εναλλακτικών λύσεων προκύπτει ότι υψηλότερο κόστος κατασκευής παρουσιάζει η γέφυρα με μέθοδο κατασκευής την προβολοδόμηση. Αυτό προκύπτει από το υψηλό κόστος κατασκευής της ανωδομής. Αντίθετα, το χαμηλότερο κόστος κατασκευής αντιστοιχεί στην πρώτη εναλλακτική λύση της γέφυρας από προκατασκευασμένες δοκούς. Η συμβατική κατασκευή παρουσιάζει μια ενδιάμεση τιμή για το κόστος κατασκευής. Σημειώνεται ότι το κόστος υποδομής της δεύτερης εναλλακτικής είναι χαμηλότερο από τα αντίστοιχα των άλλων δύο λύσεων λόγω μικρότερου αριθμού μεσόβαθρων.

7 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

7.1 Γενικά

Η κοστολόγηση κατά το προκαταρκτικό στάδιο των έργων υποδομής αποτελεί δύσκολο εγχείρημα και απαιτεί πρωταρχικό στόχο των μελετητών. Για την ανάπτυξη τέτοιων μοντέλων απαιτούνται στοιχεία από ήδη κατασκευασμένα έργα. Είναι προφανής η ανάγκη για βάσεις δεδομένων ώστε να διευκολύνεται η μοντελοποίηση τους. Στην υπάρχουσα βιβλιογραφία δεν απαντήθηκαν πολλές περιπτώσεις ολοκληρωμένης συλλογής στοιχείων, επομένως, κρίνεται αναγκαία η δημιουργία Βάσης Δεδομένων με πραγματικά στοιχεία κατασκευής.

Στα προηγούμενα κεφάλαια αναπτύχθηκε Βάση Δεδομένων Οδικών Γεφυρών και πρόγραμμα για τη διαχείρισή της. Η ΒΔΟΓ περιέχει πραγματικά κατασκευαστικά στοιχεία. Η χρησιμότητα της εφαρμογής έγκειται στην ευκολία χειρισμού που παρέχει στο χρήστη. Κατά τη διαδικασία εισαγωγής δεδομένων πραγματοποιούνται λογικοί έλεγχοι λανθασμένης εισαγωγής δεδομένων και προσφέρεται σύνδεση με τη Βοήθεια της εφαρμογής. Παρέχει τη δυνατότητα αναζήτησης μέσω πολλαπλών κριτηρίων για τα γενικά χαρακτηριστικά των γεφυρών, όπως και για τα επιμέρους στοιχεία τους. Τα αποτελέσματα εξάγονται σε μορφή αναφορών με παρουσίαση αντιπροσωπευτικών στοιχείων. Δίνεται η επιλογή, ακόμη, για περιήγηση στις υπάρχουσες εγγραφές της ΒΔΟΓ, καθώς και για επεξεργασία ή οριστική διαγραφή των στοιχείων τους.

Η διαδικασία συλλογής στοιχείων οδικών γεφυρών ήταν χρονοβόρα και δύσκολη. Κύρια αιτία η απροθυμία των Κυρίων των Έργων και των παραχωρησιούχων να δώσουν τα στοιχεία. Σε άλλες περιπτώσεις, ακόμη, τα στοιχεία των έργων ήταν διαμοιρασμένα σε διαφορετικά πρωτόκολλα και, ως εκ τούτου, ήταν αναγκαία η αναζήτηση των αντίστοιχων μελετών για τη σωστή αποτύπωση.

Η στατιστική ανάλυση των ακροβάθρων επιβεβαίωσε την εξάρτηση των ποσοτήτων εργασιών όγκου σκυροδέματος και χάλυβα οπλισμού από την τοπογραφία της θεμελίωσης. Στην αρχική προσπάθεια για ανάπτυξη μοντέλου γραμμικής παλινδρόμησης ενώ οι συντελεστές μεταξύ των εξαρτημένων και ανεξάρτητων μεταβλητών κρίθηκαν ικανοποιητικοί, οι συντελεστές προσαρμογής R^2 κρίθηκαν χαμηλοί. Επομένως, οι εξισώσεις της γραμμικής παλινδρόμησης δε δίνουν ικανοποιητικές εκτιμήσεις για τα ακρόβαθρα.

Το πρόγραμμα προκοστολόγησης “CostBridge” που αναπτύχθηκε στα πλαίσια της εργασίας προσφέρει γρήγορες και εύκολες εκτιμήσεις για την δαπάνη κατασκευής οδικών γεφυρών σε προκαταρκτικό στάδιο. Η εφαρμογή απαιτεί λίγα δεδομένα εισόδου, τα οποία είναι γνωστά από το αρχικό στάδιο της μελέτης γεφύρωσης. Περιέχει μοντέλα επιλογής κατάλληλου τύπου θεμελίωσης, υπολογισμού ποσοτήτων εργασιών και υπολογισμού κόστους κατασκευής. Προσφέρει, ακόμη, γραφικές απεικονίσεις της μηκοτομής της περιοχής γεφύρωσης ώστε να διευκολύνει το χρήστη στη διαδικασία λήψης αποφάσεων κατά τη διάρκεια σχεδίασης του έργου.

7.1 Προτάσεις περαιτέρω έρευνας

Κατά την εκπόνηση της εργασίας προέκυψαν τα παρακάτω θέματα για τον εμπλουτισμό της Βάσης Δεδομένων και του συστήματος προκοστολόγησης οδικών γεφυρών που δημιουργήθηκαν:

- Ανάπτυξη μοντέλου προκοστολόγησης ποσοτήτων εργασιών και δαπάνης λαμβάνοντας υπόψη και τη σεισμικότητα της περιοχής γεφύρωσης.
- Επέκταση του μοντέλου με τρισδιάστατες απεικονίσεις της γέφυρας και των επιμέρους στοιχείων της
- Εισαγωγή μελέτης ευαισθησίας της συνολικής δαπάνης κατασκευής ως προς τα κόστη μονάδος που εισάγονται στο σύστημα.
- Διασύνδεση με γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών (GIS) για τη λήψη αξιόπιστων δεδομένων με σκοπό την αυτοματοποιημένη και λεπτομερή γραφική αναπαράσταση των μηκοτομών.
- Επιπρόσθετα, με χρήση γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών υπάρχει η δυνατότητα για συλλογή και στατιστική επεξεργασία του τύπου των γεφυρών που χρησιμοποιούνται, καθώς και της επίδρασής τους στην ανάπτυξη των μεταφορών των κέντρων που συνδέουν.

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Πετρουσάτου, Κ. Δ. (2008). *ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΡΟΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΔΑΠΑΝΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΟΔΙΚΩΝ ΣΗΡΑΓΓΩΝ*.

Φραγκάκης, Ν. (2012). *Ανάπτυξη Ολοκληρωμένου Συστήματος Προκοστολόγησης Οδικών Γεφυρών (από Σκυρόδεμα)*

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

(2011). Ανάκτηση από

<http://www.ncdot.gov/download/projects/ncbridges/StatewideBridges.pdf>

2011 BRIDGE COST DATA. (2011). Ανάκτηση από

ftp://ftp.odot.state.or.us/Bridge/CostData/CostDataBook2011/cost_data_2011.pdf

(2012). Ανάκτηση από

http://www.dot.state.tx.us/txdot_library/consultants_contractors/publications/bridge.htm

2012 NBI ASCII Files. (2012). Ανάκτηση από Bridge Technology:

<http://www.fhwa.dot.gov/bridge/nbi/ascii.cfm?year=2012>

A. C. Aparicio, J. R. (1996). Computer Aided Design of Prestressed Concrete Highway Bridges. *Computers & Structures Vol. 60, No.6* , σσ. 957-969.

A. Silberschatz, H. K. (2002). *Database Systems Concepts*.

al., B. e. (1993). *Ευρεσιτεχνία Αρ. 5,189,606*. United States of America.

Balasubramanyam, H. a. (1988). A Novel Approach to Expert Systems for Desig of Large Structures. *AI Magazine Volume 9 Number 4* .

Begg, T. C. (2005). *Database Systems: A practical approach to design, implementation and management*. ADDISON WESLEY.

Brandon P S, B. A. (1988). *Application of Expert Systems to Quantity Surveying*.

Bridge Costs. (2011). Ανάκτηση από

<http://www.dot.state.fl.us/planning/policy/costs/Bridges.pdf>

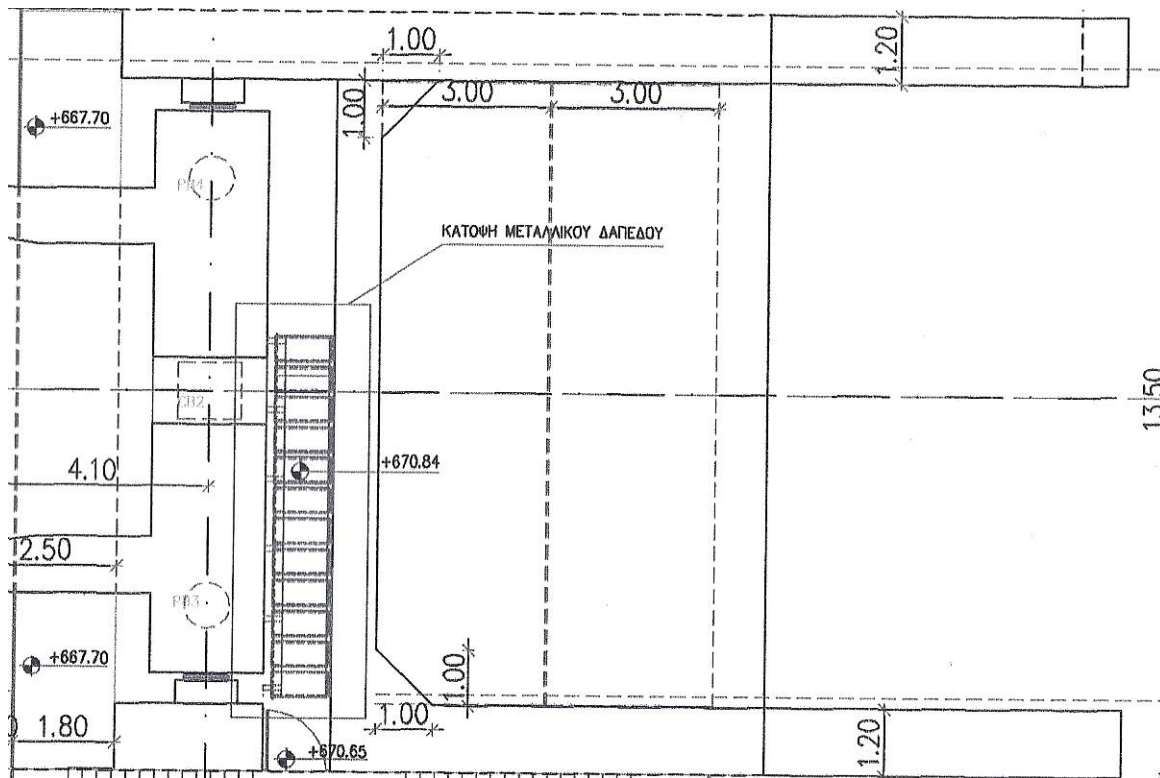
Burgoyne, H. S. (1995). Development of an expert system for the design of prestressed concrete bridges . *Developments in Artificial Intelligence for Civil and Structural Engineering* , σσ. 205-209.

- California Department of Transportation, D. o. (2012). *Construction Statistics 2010*. Ανάκτηση από www.dot.ca.gov/hq/esc/estimates/Construction_Stats_2010.pdf
- Cantarelli, E. M. (2012). Characteristics of cost overruns for Dutch transport infrastructure projects and the importance of the decision to build and project phases. *Transport Policy* 22 , σσ. 49-56.
- Carlos Zozaya-Gorostiza, C. H. (1988). CONSTRUCTION PLANEX: A Knowledge Intensive Planner for Construction Projects .
- Cheng-Wu Chen, M. H.-L.-R.-H. (2010). APPLICATION OF PROJECT CASH MANAGEMENT AND CONTROL FOR INFRASTRUCTURE. *Journal of Marine Science and Technology*, Vol. 18, No.5 , σσ. 644-651.
- Chern, C. &. (2007). Expert system for D&B tunnel construction. *Underground Space* .
- Choi, C. C. (1993). An expert system for selecting types of bridges. *Computers & Structures* Vol.48 , σσ. 183-192.
- Codd, E. F. (1970, June). A relational model of data for large shared data banks. *Communications of the ACM*, Vol.13, Number 6 .
- Cornell, C. S. (2008). *Core Java, Volume I & II*.
- Date, C. (1995). *An introduction to Database Systems*. Boston, MA: Addison-Wesley Longman Publishing Co.
- Fenves, Y. R. (1995). A system that learns to design cable-stayed bridges. *Journal of Structural Engineering* .
- Flyvbjerg. (2003). How common and how large are cost overruns in transport infrastructure projects? *Transport Reviews: A Transnational Transdisciplinary Journal*, 23:1 , σσ. 71-88.
- Flyvbjerg, B. (2007, February). Cost Overruns and Demand Shortfalls in Urban Rail and Other Infrastructure. *Transportation Planning and Technology*, Vol 30 , σσ. 9-30.
- Gehrke, R. R. (2002). *Database Management Systems*.
- Gosling, J. (1994). *wikipedia*. Ανάκτηση από http://en.wikipedia.org/wiki/James_Gosling
- Green, A. S. (2008). *Head First C#*.
- Haines, S. (2000). *Java 2 from Scratch*.
- L., C. W. (1999). *Bridge engineering handbook*. USA: CRC Press LLC.
- Lee, T. B. (1989). *w3schools*. Ανάκτηση από <http://www.w3.org/People/Berners-Lee/Longer.html>
- Lemay, R. C. (2007). *Teach yourself Java 6 in 21 Days*.

- Lloyd, I. (2008). *The Ultimate HTML Reference*.
- M.Kumaraswamy, O. O. (2004). Neural Network Based Decision Support for Estimating Cost of Highway Bridges- A Hong Kong Study. *COBRA 2004*. Leeds: RICS FOUNDATION.
- McCormick, J. M. (1999). *Ευρεσιτεχνία Αρ. 5,893,082*. Unites States of America.
- MOORE, J. C. (1991). An Expert System for the Conceptual Design of Bridges. *Computers & Structures, Vol. 40, No. 1* , σσ. 101-105.
- Morrison, J. M. (2010). *Teach Yourself HTML and CSS in 24 Hours*.
- Morrison, M. (2003). *Faster Smarter HTML & XML*. Microsoft Press.
- S., F. N. (2004). A quantity and cost estimate model for concrete road bridges. *Tech. Chron. Sci. J. TCG, I 24 (2-3)*, 65-78.
- Schildt's, H. (2008). *Java Programming Cookbook*.
- Sham, C. B. (1987, March). Application of expert systems to prestressed concrete bridge design. *Civil Engineering Systems, Vol.4* .
- Simon Robinson, O. C. (2001). *Professional C#*.
- Structurae. (2012). Ανάκτηση από Structures and Large-Scale Projects: <http://en.structurae.de/structures/index.cfm>
- Szpuszta, M. M. (2007). *Pro ASP.NET 3.5 in C# 2008*.
- The National Bridge Inventory Database*. (2013). Ανάκτηση από <http://nationalbridges.com/>
- Townsend, J. J. (1992). *Introduction to Databases*.
- Troelsen, A. (2001). *C# and the .Net Platform*.
- Unit Cost. (2011). Ανάκτηση από Bridge Technology: http://www.fhwa.dot.gov/bridge/nbi/unit_cost.cfm
- W.J. Spencer, R. A. (1989). The development of an expert system for the preliminary design of bridges. *Civil Engineering Systems, 6:1-2* , σσ. 51-57.
- Webber, A. B. (2003). *Modern Programming Languages. A Practical Introduction*. FRANKLIN,BEEDLE & ASSOCIATES.
- Welch, M. B. (1987). BDES: A Bridge Design Expert System. *Engineering with Computers 2* , σσ. 125-136.

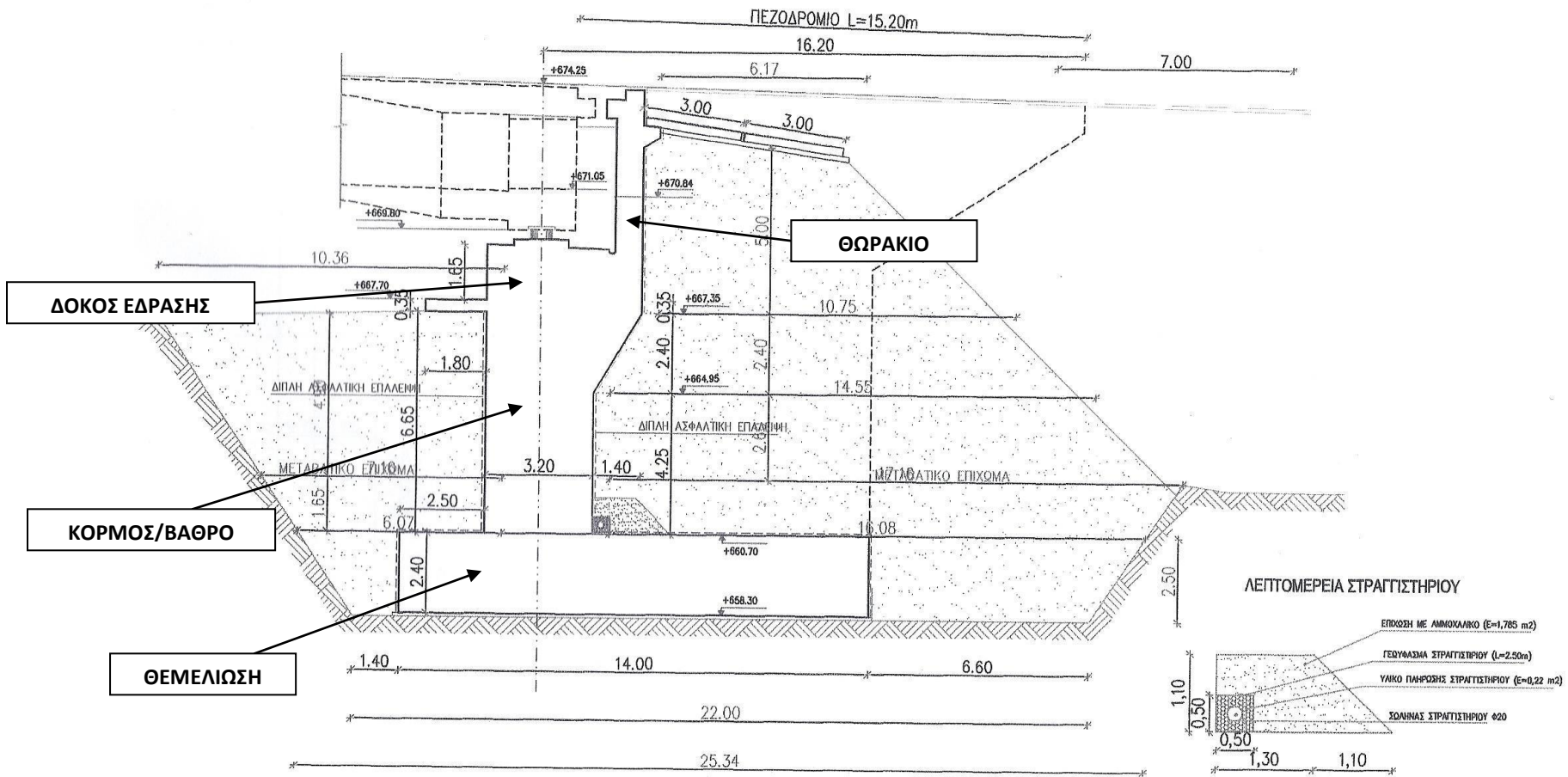
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α΄

A. ΚΑΤΟΨΗ ΑΚΡΟΒΑΘΡΟΥ



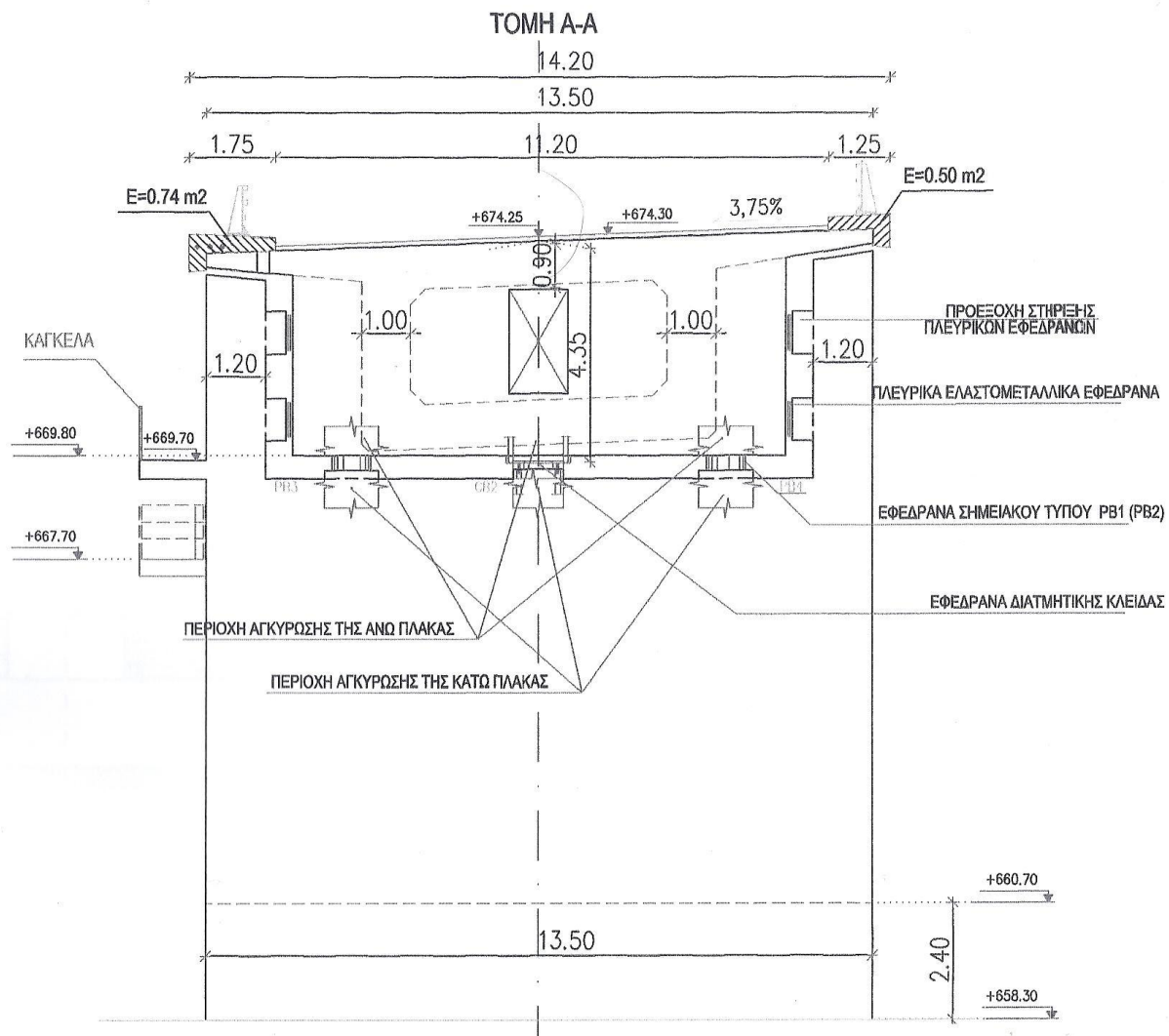
B. ΤΟΜΗ ΑΚΡΟΒΑΘΡΟΥ ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ

ΤΟΜΗ ΑΚΡΟΒΑΘΡΟΥ ΣΤΟΝ ΑΞΟΝΑ ΤΗΣ ΓΕΦΥΡΑΣ (ΤΟΜΗ Β-Β)

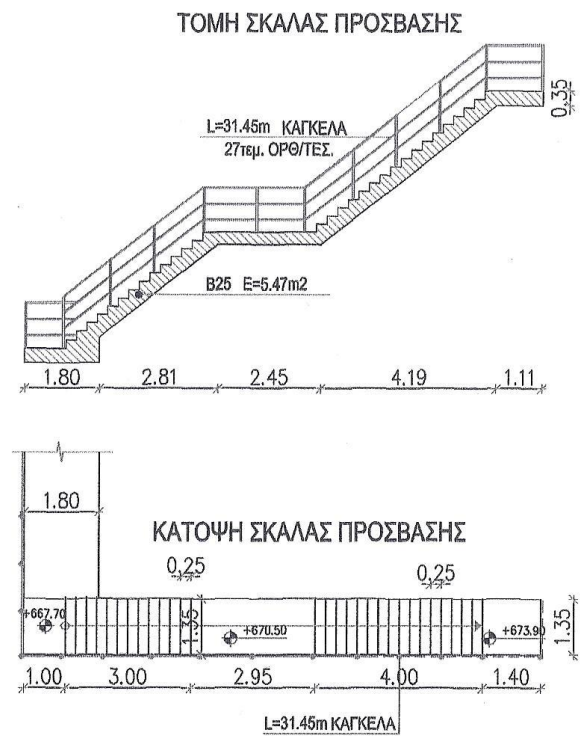
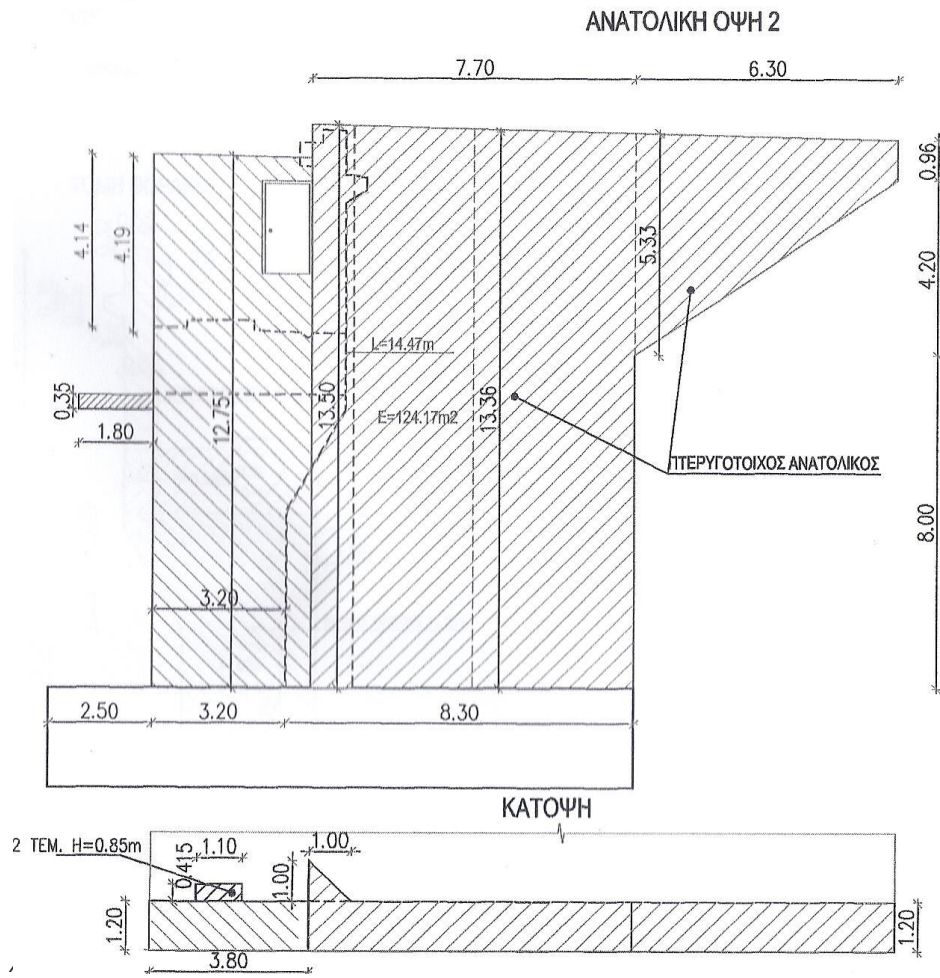


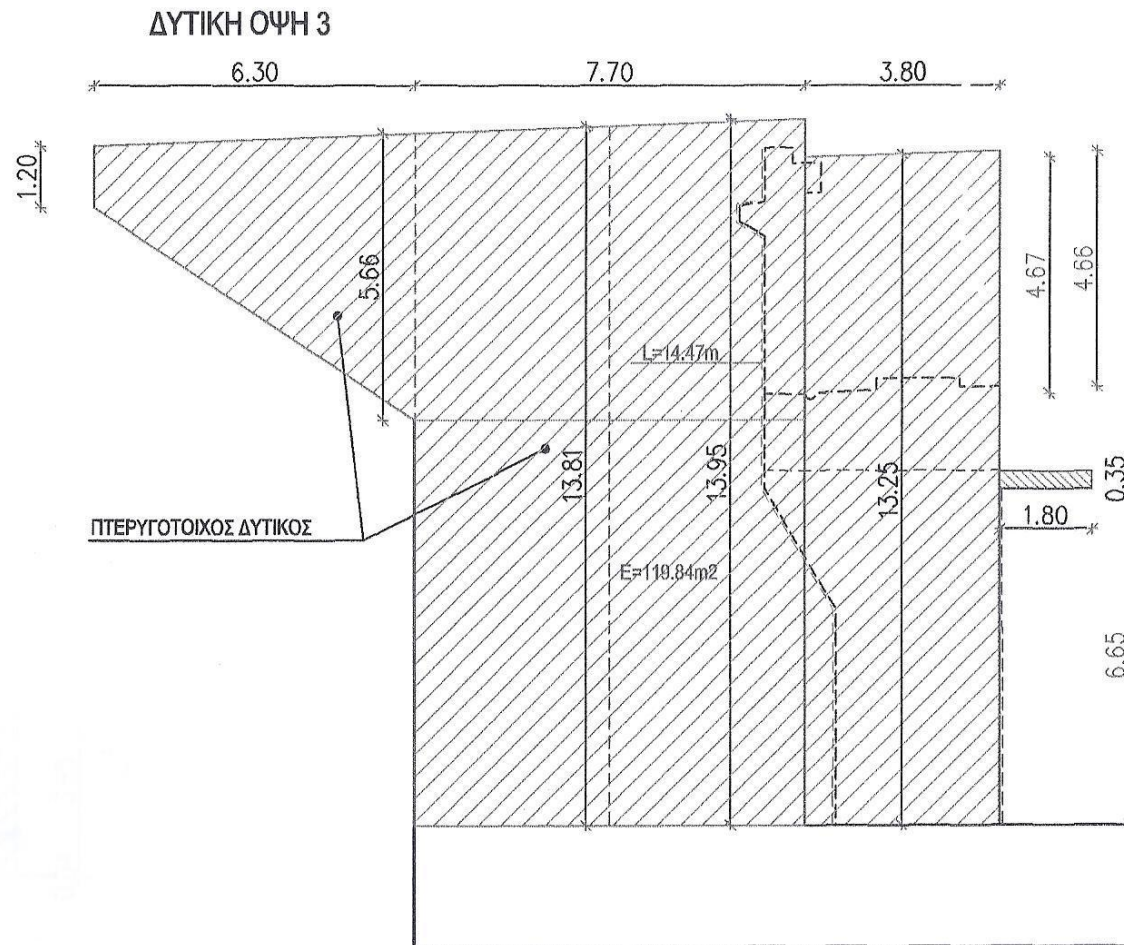
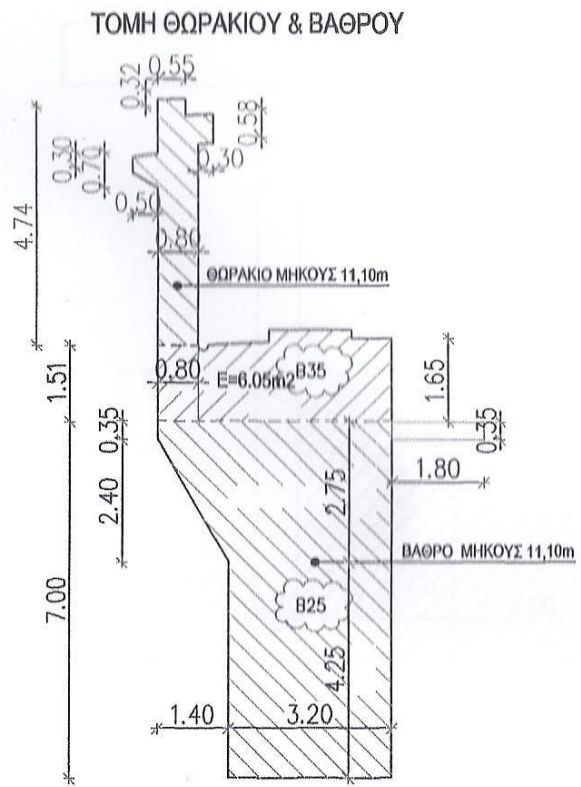
ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΚΟΣΤΟΥΣ ΚΑΙ ΒΑΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΟΔΙΚΩΝ ΓΕΦΥΡΩΝ ΑΠΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ

Γ. ΤΟΜΗ ΑΚΡΟΒΑΘΡΟΥ ΚΑΤΑ ΠΛΑΤΟΣ



Δ. ΟΨΕΙΣ ΑΚΡΟΒΑΘΡΩΝ





ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΚΟΣΤΟΥΣ ΚΑΙ ΒΑΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΟΔΙΚΩΝ ΓΕΦΥΡΩΝ ΑΠΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ