

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΣΤΗΝ ΟΔΟΠΟΙΑ

Ανδρονίκη Χριστοφόρου

Λεμεσός 2011

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΣΤΗΝ ΟΔΟΠΟΙΑ

Ανδρονίκη Χριστοφόρου
Επιβλέπων καθηγητής

Κος. Αντρέας Κκολός

Λεμεσός 2011

Πνευματικά δικαιώματα

Copyright © Όνομα επίθετο φοιτητή, 2011

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Η έγκριση της πτυχιακής εργασίας από το Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών και Μηχανικών Γεωπληροφορικής του Τεχνολογικού Πανεπιστημίου Κύπρου δεν υποδηλώνει απαραίτητως και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα εκ μέρους του Τμήματος.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τον επιβλέποντα καθηγητή της εργασίας μου κύριο Αντρέα Κκολό, για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε αναθέτοντας μου αυτή την εργασία, για την καθοδήγησή του καθ' όλη τη διάρκειά της και κυρίως για την ευκαιρία που μου έδωσε να ασχοληθώ με ένα ενδιαφέρον αντικείμενο. Επίσης ευχαριστώ τον καθηγητή κύριο Ιωάννη Οικονομίδη για τις παρατηρήσεις και τις υποδείξεις τους στη βελτίωση της εργασίας. Θα ήταν παράληψη μου να μην ευχαριστήσω τον συνάδελφο κύριο Κλεάνθη Μαρκαντώνη για την προθυμία και την βοήθεια του.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ως κύρια Συντήρηση των στοιχείων του αυτοκινητόδρομου ορίζεται το σύνολο των παρεμβάσεων που έχουν ως σκοπό την πλήρη αποκατάσταση της ποιοτικής και δομικής του κατάστασης. Περιλαμβάνουν εργασίες μικρής και μεγάλης έκτασης, όπως αποκατάσταση, βελτιώσεις και επισκευές των στοιχείων του αυτοκινητόδρομου.

Συνοπτικά οι εργασίες της συντήρησης αφορούν :

α) Εργασίες στοιχειώδους συντήρησης Εύκαμπτων Οδοστρωμάτων

β) Εργασίες συντήρησης μεγάλης έκτασης Εύκαμπτων Οδοστρωμάτων

γ) Εργασίες σε τεχνικά έργα Εύκαμπτων Οδοστρωμάτων

Όλες οι πιο πάνω κατηγορίες συντήρησης έχουν τον ίδιο ακριβώς σκοπό, να αποκαταστήσουν ζημιές κυρίως στα οδοστρώματα, επίσης στην κάθετη και οριζόντια σήμανση αλλά και σε διάφορα τεχνικά έργα τα οποία στηρίζουν στην Οδό. Αυτά μπορεί να είναι πρανές, αντιπλημμυρικά έργα, καθαρισμοί, διαγραμμίσεις, στηθαία ασφάλειας, αλλά οποιασδήποτε άλλη ζημιά στην οδό η οποία επηρεάζει άμεσα ή έμμεσα την ορθή λειτουργία, την ασφάλεια αλλά και την αξιοπιστία της.

Το παρόν τεύχος ασχολείται με όλα τα πιο πάνω είδη συντήρησης καθώς επίσης δίνονται παραδείγματα προβλημάτων από πεδίο αλλά ταυτόχρονα επιχειρείται να δοθούν συγκεκριμένες λύσεις για το κάθε πρόβλημα.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

| | |
|---|------|
| ΠΕΡΙΛΗΨΗ..... | V |
| ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ..... | VI |
| ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ..... | VIII |
| ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ | IX |
| ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ..... | XII |
| ΑΠΟΔΟΣΗ ΟΡΩΝ..... | XIII |
| 1.0 ΕΙΣΑΓΩΓΗ..... | 1. |
| 1.1 ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΔΟΥΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ | 3 |
| 1.1.1 Οδόστρωμα..... | 3 |
| 1.1.2. Οι κυριότερη παράγοντες που υπεισέρχονται στον καθορισμό της σύνθεσης και του πάχους ενός Οδοστρώματος..... | 4 |
| 1.1.3 Εύρεση χαρακτηριστικών της λειτουργικής και επιφανιακής υφής των Οδοστρωμάτων | 5 |
| 1.1.4 Μετρήσεις των χαρακτηριστικών των οδοστρωμάτων και επιθεωρήσεις Αντιολισθηρότητα..... | 6 |
| 1.1.5 Σύγχρονες μέθοδοι καθορισμού επέμβασης στην Συντήρηση..... | 11 |
| 1.1.6 Βλάβες στην επιφάνεια Οδοστρωμάτων και Επιδιορθώσεις..... | 15 |
| 1.1.7 Ακολουθούν τα είδη θερμών ασφαλτομιγμάτων που μπορούν να διαστρωθούν..... | 18 |
| 1.1.8 Χρήση Σκληρών Αδρανών για Αντιολισθητικούς Τάπητες..... | 19 |
| 2.0 ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΜΕΓΑΛΗΣ ΕΚΤΑΣΗΣ..... | 21 |
| 2.1 Προβλήματα Ασφαλικού Μείγματος και όλων των κατασκευών του (Premix) που χρειάζονται συντήρηση μεγάλης έκτασης | 21 |
| 2.2 Τα επίπεδα εξυπηρέτησης και επέμβασης..... | 32 |
| 2.3 Γεωφυσική για μέτρηση της δομικής αντοχής..... | 34 |

| | | |
|---------|--|----|
| 2.3.1 | Οι τομείς εφαρμογής της γεωφυσικής στον τομέα των Οδοστρωμάτων | 36 |
| 2.3.1.1 | Έλεγχος Ποιότητας νέων Οδοστρωμάτων..... | 36 |
| 2.3.1.2 | Έλεγχος Ποιότητας παλαιών Οδοστρωμάτων..... | 37 |
| 2.4 | Εργασίες συντήρησης μεγάλης έκτασης –Εύκαπτων Οδοστρωμάτων – Πεδίο Μελέτης ο Αυτοκινητόδρομος Λεμεσού –Λευκωσίας Περιοχή Μονής | 38 |
| 2.4.1 | Τι συμπεριλάμβανε η Σύμβαση του Εργολάβου..... | 41 |
| 2.4.2 | Μέθοδοι Εκτέλεσης Εργασίας- Ωράριο –Κυκλοφοριακές Διευθετήσεις | 42 |
| 2.4.3 | Υποχρεώσεις Εργολάβου.Φάσεις Έργου- Σειρά εργασιών υπο εκτέλεση..... | 45 |
| 2.4.3.1 | Διάστρωση ασφαλτικού σκυροδέματος | 46 |
| 2.4.3.2 | Συμπύκνωση | 46 |
| 2.4.3.3 | Έλεγχος συμπύκνωσης..... | 47 |
| 2.5 | Σκέψεις για ριζική λύση του προβλήματος..... | 48 |
| 2.5.1 | Πιθανές λύσεις με αντίστοιχους προβληματισμούς..... | 49 |
| 2.5.2 | Ανάλυση της δεύτερης λύσης, χρήση Piles | 50 |
| 3.0 | ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΣΕ ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΡΓΑ | 54 |
| 3.1 | Πρανές –Κατολισθήσεις-Ευστάθεια Πρανών | 54 |
| 3.2 | Αντιπλυμμηρικά Έργα στην Κύπρο | 60 |
| 3.2.1 | Αποφάσεις του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της Ευρώπης. για τα Αντιπλυμμηρικά Έργα..... | 62 |
| 3.2.2 | Οι κύριοι άξονες αντιμετώπισης των πλημμυρών | 62 |
| 3.2.3 | Τα προβλήματα και τρόποι αντιμετώπισης των πλημμυρών ανα επαρχία..... | 63 |
| 3.3 | Πραγματικό Πεδίο –Εφαρμογή Αντιπλημμυρικών Έργων στην περιοχή Αγίου Αθανασίου (Περιμετρικά του Κόμβου)..... | 66 |
| 3.3.1 | Εφαρμογή Αντιπλυμμηρικών Έργων στον κυκλικό Κόμβο Άγιου Αθανασίου..... | 68 |
| 3.4 | Ζημιές και συντήρηση Γεφυρών..... | 71 |
| 3.4.1 | Επιπτώσεις Διάβρωσης Σιδήρου- Είδη Διάβρωσης στις Γέφυρες | 73 |

| | | |
|---------|--|-----|
| 3.4.2 | Τρόποι Επισκευής Ζημιών σε Γέφυρες..... | 74 |
| 3.4.3 | Σεισμική Επισκευή και Ενίσχυση Γεφυρών..... | 75 |
| 3.4.4 | Συμπεριφορά των μελών μιας Γέφυρας σε Σεισμό | 76 |
| 3.4.4.1 | Κανονισμοί Σχεδιασμού παλαιών Γεφυρών..... | 77 |
| 3.4.5 | Συντήρηση-Τεχνικές Επέμβασης στην Γέφυρα | 78 |
| 3.5 | Συντήρηση σε Σηθαιά Ασφαλείας – Κάθετη και Οριζόντια Σήμανση- Οδική Ασφάλεια και Ζημιές..... | 79 |
| 3.5.1 | Χαρακτηριστικά σηθαίων Ασφαλείας, Κάθετη και Οριζόντια Σήμανση..... | 80 |
| 3.5.2 | Απορροφητής Κινητής Ενέργειας | 82 |
| 3.5.3 | Κάθετη Σήμανση-Διάφοροι Τύποι Πινακίδων και Ζημιές | 83 |
| 3.5.4 | Οριζόντια Σήμανση- Συντήρηση..... | 83 |
| 3.5.4.1 | Τρεις χαρακτηριστικές περιπτώσεις φθορών διαγράμμιση..... | 85 |
| 3.6 | Ηχοπετάσματα-Το αντιθορυβικό Πέτασμα και η βασική λειτουργία του..... | 87 |
| 3.6.1 | Παράδειγμα Ηχορύπανσης στον Κύκλικό Κόμβο Αγίου Αθανασίου..... | 88 |
| 3.7 | Στατιστικά Στοιχεία για συνολικό κόστος ζημιών στον Αυτοκινητόδρομο Λεμεσού Λευκωσίας σε μέρη της Οδού (όχι στο Οδόστρωμα)..... | 89 |
| 3.7.1 | Διάφοροι παράγοντες που καθιστούν την Οδό επικίνδυνη..... | 90 |
| 4. | ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ/ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ/ ΕΠΙΛΟΓΟΣ..... | 91 |
| 5. | ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ..... | 924 |
| 6. | ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ | 95 |

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

| | |
|---|----|
| Πίνακας 1: Συνολικά κόστη συντήρησης μέχρι σήμερα στην περιοχή Μονής..... | 48 |
| Πίνακας 2: Δελτίο Ποσοτήτων για τα αντιπλυμμηρικά Έργα | 70 |
| Πίνακας 3: Πίνακας των Εξόδων Ετήσιας Περιοδικής Συντήρησης..... | 89 |

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

| | |
|---|----|
| Εικόνα 1: Στρώσεις Εύκαπτων Οδοστρωμάτων | 3 |
| Εικόνα 2: Απαιτούμενες Στρώσεις Εύκαπτων Οδοστρωμάτων | 4 |
| Εικόνα 3: Απαιτούμενες Στρώσεις Δύσκαπτων Οδοστρωμάτων..... | 5 |
| Εικόνα 4: Μέτρηση ομαλότητας με ηλεκτρονικά μέσα | 10 |
| Εικόνα 5: Κατάσταση Οδοστρώματος μετά από έλεγχο και χρόνο επέμβασης | 14 |
| Εικόνα 6: Τοπικές Διογκώσεις | 16 |
| Εικόνα 7: Εφαρμογή λεπτοτάπητα | 20 |
| Εικόνα 8: Επιδιόρθωση κάθετης αυλάκωσης..... | 22 |
| Εικόνα 9: Πλύρωση βυθίσματος | 22 |
| Εικόνα 10: Η διαδικασία δράσης του παγετού..... | 23 |
| Εικόνα 11: Αποτέλεσμα Δράσης του παγετού | 23 |
| Εικόνα 12: Ρωγμές μοργής αλιγάτορα και λακκούβες..... | 24 |
| Εικόνα 13: Διαμήκης Ρωγμές..... | 25 |
| Εικόνα 14: Αυλάκωση και μετατόπιση του τάπητα καθίζησης κατά μήκος της τροχιάς | 26 |
| Εικόνα 15: Μέγεθος αυλάκωσης του Οδοστρώματος | 27 |
| Εικόνα 16: Λακκούβες | 29 |
| Εικόνα 17: Αποσύνθεση της επιφάνειας του Οδοστρώματος..... | 30 |
| Εικόνα 18: Ανάδυση υλικού..... | 31 |
| Εικόνα 19: Σχηματική απεικόνιση της αρχής λειτουργίας του υπεδάφιου ραντάρ..... | 37 |
| Εικόνα 20: Η περιοχή της Μονής..... | 38 |
| Εικόνα 21: Ρωγμές σε μεγάλο μήκος | 39 |
| Εικόνα 22: Απόξεση και απομάκρυνση επιφανικών στρώσεων..... | 40 |
| Εικόνα 23: Χρήση μηχανιμάτων χειρός για απόξεση | 45 |

| | |
|---|----|
| Εικόνα 24: Διάστρωση Ασφαλτικού Τάπητα..... | 46 |
| Εικόνα 25: Ανάλυση συνολικού κόστους συντήρησης μέχρι σήμερα στην περιοχή Μονής.. | 48 |
| Εικόνα 26: Χρήση ειδικών Μηχανισμάτων για απόξεση των επιφανειακών στρώσεων..... | 49 |
| Εικόνα 27: Τετραγωνική Βίδα από οπλισμένο σκυρόδεμα..... | 50 |
| Εικόνα 28: Μεταλλική Βίδα τοποθετημένη | 50 |
| Εικόνα 29: Η θεμελίωση κάτω από τον πυθμένα της θάλασσας | 51 |
| Εικόνα 30: Μεταλλικός πάσαλλος που τοποθετήθηκε κάτω από τα θεμέλια..... | 51 |
| Εικόνα 31: Πέλμα βάρου και πυλώνες γέφυρας..... | 52 |
| Εικόνα 32: Φυσικό Πρανές και μετά από φυσική φθορά υπάρχει πρόβλημα ευστάθειας..... | 54 |
| Εικόνα 33: Τεχνικό πρανές (αύξηση τεχνικών κλίσεων) μετά από υποχώρη του | 55 |
| Εικόνα 34: Υποχώρηση πρανούς μετά από έντονα καιρικά φαινόμενα | 57 |
| Εικόνα 35: Φθορές σε φυσικά πρανές μετά την ολοκλήρωση των εργασιών της Οδού..... | 58 |
| Εικόνα 36: Τοίχος αντιστήριξης του πρανούς ως μέτρο συντήρησης | 58 |
| Εικόνα 37: Τοποθέτηση προκατασκευασμένων συρματοκιβωτίων για στήριξη πρανούς ... | 59 |
| Εικόνα 38: Μόρφωση πρανών μετά από πτώση του στον Αυτοκινητόδρομο | 59 |
| Εικόνα 39: Υπερχείλιση συστημάτων Ομβρίων | 61 |
| Εικόνα 40: Φράξιμο αποχετευτικού συστήματος..... | 66 |
| Εικόνα 41: Τα αντιπλυμμηρικά έργα και το αποτέλεσμα τους | 69 |
| Εικόνα 42: Διαδικασία Εναθράκωσης Οπλισμένου Σκυροδέματος στις Γέφυρες..... | 71 |
| Εικόνα 43: Εναθράκωση σκυροδέματος | 71 |
| Εικόνα 44: Διάβρωση χάλυβδινου οπλισμού από χλωριόντα | 72 |
| Εικόνα 45: Εξέλιξη της ομοιόμορφης διάβρωσης | 73 |
| Εικόνα 46: Μέθοδος επιδιόρθωσης ζημιάς σε γέφυρα | 74 |
| Εικόνα 47: Επισκευή με ινοπλισμένα πολυμερή | 75 |
| Εικόνα 48: Διαδικασία τοποθέτησης στηθαίων στο εξωτερικό έρεισμα | 80 |
| Εικόνα 49: Μεταλλικά θωράκια ασφαλείας οδών | 81 |

| | |
|--|----|
| Εικόνα 50: Crash Cushion ή Απορροφητής κινητικής ενέργειας | 82 |
| Εικόνα 51: Ζημιές σε Crash Cushion και μεταλλικά στηθαία ασφαλείας | 83 |
| Εικόνα 52: Ζημιές σε πινακίδες Τροχαίας | 83 |
| Εικόνα 53: Οριζόντια Σήμανση | 84 |
| Εικόνα 54: Οριζόντια διαγράμμιση υπό βροχή | 84 |
| Εικόνα 55: Διατομή Ηχοπετασμάτων | 88 |
| Εικόνα 56: Ηχοπετάσματα σε εφαρμογή | 88 |
| Εικόνα 57: Ζημιές σε Ηχοπετάσματα | 89 |
| Εικόνα 58: Διαγράμματα των εξόδων ετήσιας Περιοδική Συντήρησης | 90 |

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

| | |
|---------|---|
| ΤΕΠΑΚ.: | Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου |
| SUDS | Sustainable Urban Drainage Systems |
| Φ.Π.Α.: | Φόρος Προστιθέμενης Αξίας |
| Ε.Ε | Ευρωπαϊκή Ένωση |
| FWD | Deflectometer |
| GPR | Ground Penetrated Radar |
| ΠΕ | Ποιοτικός Έλεγχος |
| ΟΠΥ | Οργανισμός Παγκόσμιας Υγείας |
| ΣΑΛΑ | Συμβούλιο Αποχετεύσεων Λεμεσού/Αμαθούντας |

ΑΠΟΔΟΣΗ ΟΡΩΝ

Στην περίπτωση χρήσης ορολογίας από ξενόγλωσση βιβλιογραφία, η οποία δεν έχει αποδοθεί επισήμως στην ελληνική γλώσσα, μπορεί να αναφερθεί σε αυτήν την ενότητα η απόδοση στην ελληνική που θεωρείται περισσότερο δόκιμη. π.χ.:

| | |
|------------|---|
| Slurryseal | Λεπτοτάπητας (Επιφανειακή στρώση από ψηφίδες) |
|------------|---|

1.0 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το οδόστρωμα είναι ένα από τα σημαντικότερα πάγια περιουσιακά στοιχεία για τους φορείς διαχείρισης του αυτοκινητόδρομου. Η συντήρηση αντιπροσωπεύει το 50% του συνολικού κόστους της οδού. Παράλληλα, η κατάσταση του οδοστρώματος αφορά άμεσα τους χρήστες της οδού δεδομένου ότι συνδέεται με την ποιότητα κύλισης, την ασφάλεια της κυκλοφορίας, το λειτουργικό κόστος του οχήματος, την ταχύτητα των οχημάτων, τους χρόνους μετακίνησης και γενικά με το κόστος που επιβαρύνει τους χρήστες της οδού.

Η διατήρηση της κατάστασης του οδοστρώματος σε κατάσταση παρόμοια με αυτήν που είχε κατά το χρόνο της κατασκευής του είναι πρακτικά αδύνατη. Παράγοντες όπως η κυκλοφορία, οι καιρικές συνθήκες, η γήρανση των υλικών, μειώνουν την ποιότητα και την αντοχή του οδοστρώματος. Έτσι, έπειτα από ορισμένο χρονικό διάστημα απαιτείται η αποκατάσταση του οδοστρώματος, δηλαδή η επαναφορά της κατάστασης του στο αρχικό επίπεδο ή σε ένα νέο αποδεκτό επίπεδο λειτουργικότητας που θα καθορίζεται με συγκεκριμένη διαδικασία.

Οι ρωγμές του οδοστρώματος αποτελούν τη συχνότερη και σοβαρότερη μορφή αστοχίας που διαπιστώθηκε ενώ τα είδη των ρωγμών ποικίλουν. Η αποσύνθεση του οδοστρώματος είναι το δεύτερο κατά σειρά σοβαρότητας και συχνότητας πρόβλημα που παρουσιάζεται στην οδό. Εμφανίζεται κυρίως με αποκόλληση αδρανών από την επιφάνεια του οδοστρώματος, αποκόλληση υλικού κατά πλάκες και λακκούβες. Καθοριστικό στοιχείο για την εμφάνιση τέτοιων βλαβών στην οδό αποτελεί η μικρή φέρουσα ικανότητα του οδοστρώματος που οφείλεται στο μικρό πάχος και πιθανόν η ελαττωματική κατασκευή της βάσης από θραυστό υλικό. Οι παραμορφώσεις ή οι στρεβλώσεις της επιφάνειας του οδοστρώματος είναι έντονες σε αρκετά σημεία. Το μέγεθος και η συχνότητα τους αυξάνει την επικινδυνότητα της οδού αφού η ταχύτητα κίνησης των οχημάτων είναι υψηλή για τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της, λόγω της μικρής κίνησης που αυτή παρουσιάζει. Πολλές άλλες ζημιές συμβαίνουν καθ' όλο το μήκος της Οδού που χρήζουν άμεσης συντήρησης λόγω της Οδικής Ασφάλειας όπως είναι τα στηθαία ασφαλείας, ηχοπετάσματα, κάθετη και οριζόντια σήμανση ακόμα και καθαρισμοί. Επίσης ένα άλλος τομέας συντήρησης είναι μια σειρά από τεχνικά έργα που γίνονται με σκοπό την υποβοήθηση και προστασία, την ομαλή και ασφαλή λειτουργία της Οδού όπως είναι τα πρανή, αντιπλημμυρικά έργα, γέφυρες κ.τ.λ. Συνοπτικά η συντήρηση ασχολείται με:

A): Εργασίες στοιχειώδους συντήρησης Εύκαμπτων Οδοστρωμάτων: Αφορούν αποκατάσταση φθορών της επιφάνειας του οδοστρώματος με σκοπό την διατήρηση του επιπέδου εξυπηρέτησης. Οι εργασίες στοιχειώδους συντήρησης εκτελούνται προγραμματισμένα πριν από τις εργασίες έκτασης και δεν επηρεάζουν τη δομική αντοχή του οδοστρώματος.

Η αξιολόγηση της λειτουργικής κατάστασης της Οδού επιτυγχάνεται με τον προσδιορισμό των επιφανειακών ποιοτικών χαρακτηριστικών του οδοστρώματος, που επηρεάζουν την ποιότητα κύλισης των οχημάτων και αφορούν άμεσα τους χρήστες της οδού, όπως η αντιολισθηρότητα, η ομαλότητα και οι φθορές της επιφάνειας του οδοστρώματος. Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό των ποιοτικών χαρακτηριστικών διακρίνονται στις μετρήσεις και στις καταγραφές των επιφανειακών χαρακτηριστικών των φθορών.

B): Εργασίες συντήρησης μεγάλης έκτασης Εύκαμπτων Οδοστρωμάτων: Πρόκειται για εργασίες που αποκαθιστούν πλήρως τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του οδοστρώματος ενισχύοντας τη δομική αντοχή του και εκτελούνται έπειτα από προγραμματισμό.

Για τον προγραμματισμό των εργασιών της κύριας συντήρησης γίνονται περιοδικές επιθεωρήσεις και μετρήσεις των χαρακτηριστικών του οδοστρώματος με σκοπό την αξιολόγηση της λειτουργικής και δομικής κατάστασης του.

Η αξιολόγηση της δομικής κατάστασης επιτυγχάνεται με τον προσδιορισμό της αντοχής των επιμέρους στρώσεων και κατ' επέκταση του συνόλου του οδοστρώματος. Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό της αντοχής του οδοστρώματος διακρίνονται στις μετρήσεις με ειδικά συστήματα (μη καταστροφικές μέθοδοι) και στους δειγματοληπτικούς ελέγχους (καταστροφικές μέθοδοι).

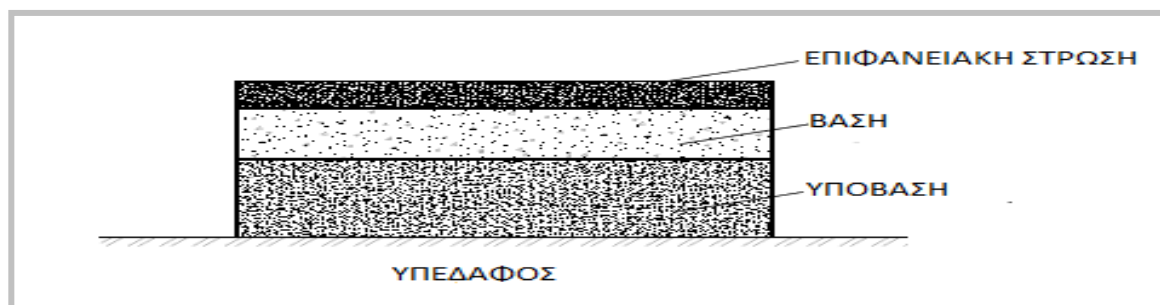
Γ): Εργασίες σε τεχνικά έργα Εύκαμπτων Οδοστρωμάτων: Είναι εργασίες που γίνονται μετά την ολοκλήρωση και χρήση του Αυτοκινητόδρομου, όπου μετά από περιοδικό έλεγχο διαπιστώνεται η ανάγκη για λήψη κάποιων διορθωτικών μέτρων όπως τη δημιουργία πρανών με καλύτερες κλίσεις, αντιπλημμυρικά έργα, γενικές επιδιορθώσεις κτλ. (Ηχοπετάσματα, στηθαία, κάθετη και οριζόντια σήμανση) που σκοπό έχουν την ευστάθεια της οδού.

1.1. ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΔΟΥΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ

1.1.1 Οδόστρωμα: Το φυσικό έδαφος στη μορφή που βρίσκεται δεν είναι ικανό να φέρει τις καταπονήσεις, που προέρχονται από την κυκλοφορία, ούτε έχει λεία επιφάνεια για την ομαλή κίνηση των οχημάτων. Επίσης, η αντοχή του στις κλιματολογικές αλλαγές είναι μικρή. Ως λύση, για να παρακάμψουμε αυτά τα μειονεκτήματα, είναι το οδόστρωμα. Το οδόστρωμα έχει σαν κύριο ρόλο να διανέμει τις πιέσεις, ώστε η καταπόνηση του εδάφους να μην υπερβαίνει τα όρια ευστάθειας της θεμελίωσης. Ανάλογα με την ελαστικότητά τους, τα οδοστρώματα διακρίνονται κατά κανόνα, σε εύκαμπτα και δύσκαμπτα.

Σαν εύκαμπτα θεωρούνται:

1. Τα ασφαλτικά
2. Τα κυκλοφοριόπηκτα
3. Τα σταθεροποιημένα
4. Τα σκυρωτά



Εικόνα 1. Στρώσεις Εύκαμπτων Οδοστρώματων

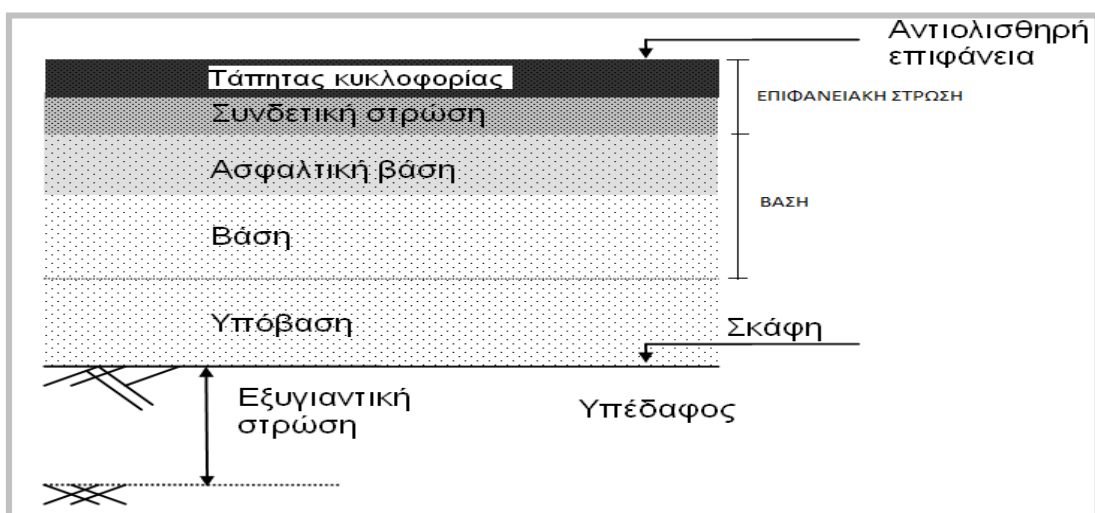
Τα εύκαμπτα οδοστρώματα (Εικόνα 1) αποτελούνται από την υπόβαση, τη βάση και τη επιφανειακή Στρώση. Οι στρώσεις υπόβασης και βάσης κατασκευάζονται, για να : **α)** Αποτρέπουν την άνοδο του ύδατος, **β)** Δίνουν μια πρόσθετη προστασία από τον παγετό, **γ)** Συντελούν στην αποστράγγιση, **δ)** Αυξάνουν τη φέρουσα ικανότητα και **ε)** Βοηθούν την κατανομή των φορτίων με το σύστημα των στρώσεων.

Στο εύκαμπτο οδόστρωμα η μεταφορά των φορτίων στο έδαφος γίνεται δια μέσου των στρώσεών του. Το ολικό πάχος του εύκαμπτου οδοστρώματος πρέπει να είναι τόσο, ώστε οι δυνάμεις που μεταβιβάζονται σε μεγαλύτερη συνεχώς επιφάνεια να μειώνονται μέχρι να γίνονται ανεκτές από το έδαφος έδρασης του οδοστρώματος. Στα εύκαμπτα οδοστρώματα, η **αντοχή του εδάφους έδρασης** είναι ο σημαντικότερος παράγοντας. Οι κυριότεροι

παράγοντες, που υπεισέρχονται στον υπολογισμό του πάχους του εύκαμπτου οδοστρώματος είναι: **α)** Η φύση του εδάφους έδρασης, **β)** Τα επί τόπου διαθέσιμα υλικά, **γ)** Ο κυκλοφοριακός φόρτος και οι **δ)** Οι κλιματολογικές συνθήκες.

1.1.2 Οι κυριότεροι παράγοντες που υπεισέρχονται στον καθορισμό της σύνθεσης και του πάχους ενός οδοστρώματος είναι οι εξής:

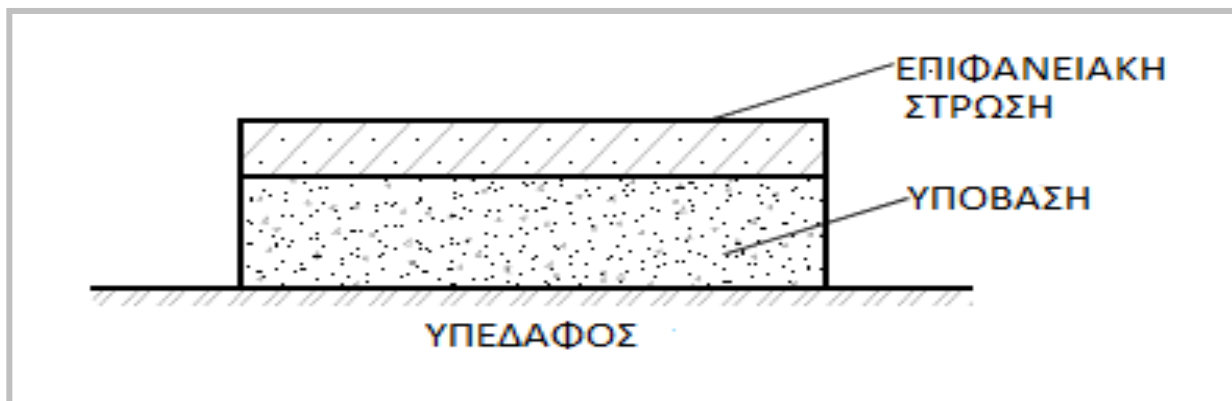
α) Κυκλοφοριακοί, **β)** Εδαφολογικοί, **γ)** Κλιματολογικοί, **δ)** Λειτουργικοί, **ε)** Οικονομικοί. Μερικοί από τους πιο πάνω παράγοντες αναλύονται ως εξής: Η φύση του εδάφους έδρασης επηρεάζει σημαντικά τη συμπεριφορά του οδοστρώματος. Επομένως, η εκτέλεση εδαφοτεχνικής μελέτης στη ζώνη έδρασης του οδοστρώματος είναι απαραίτητη για τον υπολογισμό του πάχους τους. Εκτός από ορισμένες σταθερές του εδάφους, που χρησιμοποιούνται στον υπολογισμό, χρειάζεται και η γνώση άλλων στοιχείων, που πρέπει να ληφθούν σοβαρά υπόψη, όπως είναι η στάθμη των υπόγειων υδάτων, οι κατολισθήσεις του εδάφους, το βάθος των μαλακών εναποθέσεων κ.τ.λ. ώστε να μπορούν να αποφευχθούν μελλοντικές ζημιές. Οι κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής, πρέπει να λαμβάνονται σοβαρά υπόψη για τον υπολογισμό όχι μόνο του πάχους αλλά και της σύνθεσης του οδοστρώματος ώστε να αυξάνονται οι αντοχές του σε τάση και τριβή. Οι κυριότερες κλιματολογικές συνθήκες που λαμβάνονται υπόψη στον υπολογισμό του πάχους του οδοστρώματος είναι: **α)** Το ύψος των βροχοπτώσεων, **β)** Η δράση του παγετού –Δηλαδή η συρρίκνωση και η διόγκωση του εδάφους, **γ)** Οι εναλλαγές παγετού – τήξης και υγρασίας – ξηρασίας και **δ)** Οι εποχιακές μεταβολές της θερμοκρασίας.



Εικόνα 2. Απαιτούμενες στρώσεις εύκαμπτου οδοστρώματος

Σαν δύσκαμπτα οδοστρώματα θεωρούνται:

1. Τα κατασκευασμένα από σκυρόδεμα
2. Τα λιθόστρωτα



Εικόνα 3. Απαιτούμενες στρώσεις δύσκαμπτου οδοστρώματος

Τα δύσκαμπτα οδοστρώματα κατασκευάζονται από σκυρόδεμα (Εικόνα 3) (άοπλο, οπλισμένο ή προτεταμένο) και εδράζονται σε κατάλληλη βάση. Στα δύσκαμπτα οδοστρώματα η στρώση βάσης κατασκευάζεται, με τέτοιο τρόπο ώστε να : **α)** Αποτρέπει την άνοδο του ύδατος, **β)** Προστατεύει από τον παγετό, **γ)** Συντελεί στην αποστράγγιση, **δ)** Αποτρέπει από καθιζήσεις του εδάφους, **ε)** Αυξάνει την αντοχή του οδοστρώματος και **στ)** Διευκολύνει την κατασκευή.

Στο δύσκαμπτο οδοστρώμα, όπου το υλικό του είναι μεγάλης αντοχής, το κύριο μέρος των τάσεων μεταβιβάζεται στο φορέα, ενώ το έδαφος θεμελίωσης απλώς αντιδρά στην παραμόρφωση του οδοστρώματος. (Κοφίτσας Δ. Ιωάννης, 2001)

Οι εργασίες στοιχειώδους συντήρησης εύκαμπτων οδοστρωμάτων περιλαμβάνουν κυρίως τις φθορές που πρέπει να εκτελούνται προγραμματισμένα πριν από τις εργασίες έκτασης και δεν επηρεάζουν τη δομική αντοχή του οδοστρώματος γι'αυτό χρειάζεται να γίνουν οι πιο κάτω ενέργειες.

1.1.3 Εύρεση χαρακτηριστικών της λειτουργικής και επιφανειακής υφής κατάστασης των οδοστρωμάτων.

Για τον προσδιορισμό της λειτουργικής και επιφανειακής υφής των οδοστρωμάτων, εξετάζονται τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- Αντιολισθηρότητα (συντελεστής τριβής)
- Ομαλότητα (διαμήκης & εγκάρσια)

- Επιφανειακή υφή (μακροϋφή, μικροϋφή) (Εικόνα 1 και Εικόνα 2 Παράρτημα)
- Επιφανειακές φθορές

Έχει αποδειχθεί πως η αντιολισθηρότητα και η επιφανειακή υφή του οδοστρώματος παίζουν σημαντικό ρόλο στην ποιότητα κύλισης και ασφάλειας των χρηστών της οδού και αφορούν κυρίως τη στρώση κυκλοφορίας του οδοστρώματος. Η αντιολισθηρότητας μπορεί να μειωθεί λόγω διαφόρων παραγόντων όπως η λείανση των επιφανειακών αδρανών, η ανάδυση της ασφάλτου από την επιφάνεια του οδοστρώματος, ακόμη η ύπαρξη στην επιφάνεια κύλισης λαδιών ή χωμάτων που μπορούν να συνδεθούν άμεσα με την ασφάλεια των χρηστών της οδού άρα και την αύξηση των τροχαίων ατυχημάτων. Η αντιολισθηρότητα των οδοστρωμάτων είναι ένας παράγοντας που συνδέεται άμεσα με την επιφανειακή υφή (μακροϋφή και μικροϋφή) του οδοστρώματος και από την οποία εξαρτάται η ταχύτητα απομάκρυνσης του ύδατος από την επιφάνεια του οδοστρώματος. Σε αντίθετη περίπτωση έχουμε αύξηση της ολισθηρότητας σε περιόδους έντονης βροχόπτωσης.

1.1.4 Μετρήσεις των χαρακτηριστικών του οδοστρώματος και επιθεωρήσεις

Α) Αντιολισθηρότητα

Η επαφή του ελαστικού των τροχών με την επιφάνεια του οδοστρώματος προκαλεί την πρόσφυση. Όσο η πρόσφυση (τριβή) μεταξύ του ελαστικού και της επιφάνειας του οδοστρώματος είναι μεγάλη τόσο πιο πολύ εξασφαλίζεται ο έλεγχος του οχήματος μέσα στην οδό. Όταν ένα όχημα ολισθαίνει σημαίνει ότι η τριβή (αντιολισθηρότητα) μεταξύ της επιφάνειας του οδοστρώματος και του ελαστικού δεν είναι αρκετή για να το συγκρατεί μέσα στην οδό. Συμπερασματικά μπορούμε να πούμε πως αντιολισθηρότητα ορίζεται η ικανότητα του οδοστρώματος να παρέχει την κατάλληλη πρόσφυση (τριβή) στα ελαστικά των οχημάτων, ώστε να αποφεύγονται φαινόμενα πλευρικής ή κατά μήκος απρόσμενης μετατόπισης των οχημάτων και κατεπέκταση του τάπητα κυκλοφορίας.

Έχει παρατηρηθεί ότι η αντιολισθηρότητα του οδοστρώματος επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες όπως:

- α) η ύπαρξη ύδατος στο οδόστρωμα.
- β) η κατάσταση των ελαστικών των οχημάτων
- γ) η καθαρότητα του οδοστρώματος
- δ) η ποιότητα και κατάσταση της επιφανειακής ασφαλικής στρώσης
- ε) η ταχύτητα των οχημάτων.

Ένας υδάτινος υμένα δημιουργείται μεταξύ του ελαστικού και του οδοστρώματος όταν υπάρχει νερό στην επιφάνεια της οδού, με αποτέλεσμα εμποδίζεται η άμεση επαφή των δύο επιφανειών. Δηλαδή της επιφάνειας του οδοστρώματος και της επιφάνειας του ελαστικού, με άμεσο αποτέλεσμα τη μείωση της αντιολισθηρότητας και τη δημιουργία φαινομένων υδρολίσθησης. Σ' αυτό το πρόβλημα σημαντικό ρόλο παίζει η υφή (μακροϋφή & μικροϋφή) της επιφάνειας του οδοστρώματος. Η μικροϋφή (αδρότητα) εμποδίζει τη δημιουργία του υδάτινου υμένα, ενώ η μακροϋφή επιτρέπει την έγκαιρη απομάκρυνση – απαγωγή του ύδατος από την οδό. Πρόσθετα στην αποστράγγιση της οδού συνεισφέρου και σωστές κλίσεις της οδού.

Η αντιολισθηρότητα επηρεάζεται άμεσα από τις κλιματολογικές συνθήκες (εποχικές μεταβολές της βροχόπτωσης αλλά και της μεταβολές της θερμοκρασίας). Αυτό είναι πιο έντονο κατά τους χειμερινούς μήνες, που το οδόστρωμα είναι βρεγμένο για μεγάλα χρονικά διαστήματα. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα η επιφάνεια του οδοστρώματος να παρουσιάζει μεγαλύτερη αντιολισθηρότητα λόγω της υπερβολικής καθαρότητα του αλλά και της εμφάνισης χοντρόκοκκων αδρανών στην επιφάνεια του. Το αντίθετο συμβαίνει κατά τους καλοκαιρινούς μήνες όπου η επιφάνεια του οδοστρώματος της οδού μένει χωρίς νερό για μεγάλο χρονικό διάστημα. Αποτέλεσμα να παρατηρούνται υπολείμματα λαδιών ,σκόνης ,αλλά και ελαστικών και έτσι όλα αυτά να μειώνουν την αντιολισθητικότητα της οδού.

Παρατηρούνται επίσης συχνά φρεναρίσματα στα ευθύγραμμα τμήματα της οδού, και πιο συγκεκριμένα κυρίως στις θέσεις όπου υπάρχει οδήγηση υπό γωνία, ή επιταχύνσεις και επιβραδύνσεις των οχημάτων, τότε η φθορά του οδοστρώματος λόγω της κυκλοφορίας είναι μεγαλύτερη. Γ' αυτό τον λόγο , οι απαιτήσεις όσον αφορά την ποιότητα των υλικών του οδοστρώματος, είναι πιο μεγάλες στις θέσεις, όπου απαιτούνται μεγαλύτερες τιμές αντιολισθηρότητας. Αυτό μπορεί να παρατηρηθεί σε οδούς με βαριά οχήματα , σε σημεία στάσης ακόμα και σε αεροδιαδρόμους πολεμικών αεροπλάνων.

Προσοχή πρέπει να δίνεται στα καμπύλα τμήματα της οδού, όπου οι πλευρικές δυνάμεις τριβής που αναπτύσσονται μεταξύ των ελαστικών και της επιφάνειας της οδού είναι μεγαλύτερες και πιο ζημιογόνες. Επειδή το μέγεθος της απαιτούμενης αντιολισθηρότητας, εξαρτάται από την ακτίνα καμπυλότητας και της ταχύτητα του οχήματος άρα η αύξηση της αντιολισθηρότητας στα καμπύλα τμήματα είναι απαραίτητη, ώστε τα οχήματα να ακολουθούν την καμπυλότητα της οδού και να κινούνται έτσι με ασφάλεια.

Μετρήσεις αντλιοσθηρότητας: Η αντλιοσθητικότητα της οδού και πιο συγκεκριμένα του αυτοκινητόδρομου μπορεί να μετρηθεί με πολλούς και διάφορους τρόπους. Μπορεί να μετρηθεί στους αυτοκινητόδρομους από ειδικά εξοπλισμένα αυτοκινούμενα συστήματα που καταγράφουν την αντλιοσθηρότητα της επιφάνειας του οδοστρώματος εν κινήσει. Ακόμη μπορούν να μετρήσουν τον πλευρικό συντελεστή τριβής με ειδικό τροχό μέτρησης λείου ελαστικού ο οποίος κινείται συνεχώς σ' αυτή την ανήκουν τα μηχανήματα της πρώτης κατηγορίας. Αφού μετρηθεί αυτός ο πλευρικός συντελεστή τριβής προσομοιώνεται η δύναμη αντίστασης των τροχών των οχημάτων όταν αυτό κινείται σε καμπύλη ή εκτελεί ελιγμούς. Αντιπροσωπευτικά συστήματα αυτής της κατηγορίας είναι το MU Meter (ΗΠΑ, Μ. Βρετανία, Ιταλία κ.α.), Odoliograph (Βέλγιο), SCRIM (Μ. Βρετανία, Αυστραλία, Καναδάς κ.α.), Skidding Tester (Φιλανδία), Stradograph (Δανία), Grip Tester (Μ. Βρετανία κ.α.), κ.α.

Στη δεύτερη κατηγορία μηχανημάτων ανήκουν τα οχήματα που μετρούν το συντελεστή τριβής ή πέδησης με ειδικό τροχό που κινείται κατά τη διεύθυνση κίνησης του συστήματος. Ο συντελεστής τριβής προκύπτει ως ο λόγος της οριζόντιας δύναμης που αναπτύσσεται μεταξύ του τροχού και της επιφάνειας του οδοστρώματος προς το κατακόρυφο φορτίο του τροχού. Σ' αυτή ανήκουν τα συστήματα ADHERA (Γαλλία), ASTM Skod Trailer (ΗΠΑ) κ.α.

Με τα πιο πάνω συστήματα παίρνονται μετρήσεις με τις οποίες προσδιορίζεται ο συντελεστής αντλιοσθηρότητας της επιφάνειας στρώσης της οδού και έτσι μπορούν να παρθούν καλύτερα συμπεράσματα για το μέγεθος της επιφανειακής φθοράς του οδοστρώματος. Έτσι βγαίνει το συμπέρασμα ότι όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή του συντελεστή αντλιοσθηρότητας τόσο μεγαλύτερη είναι και η αντλιοσθητική ικανότητα της επιφάνειας του οδοστρώματος.

Συγγότητα μετρήσεων αντλιοσθηρότητας: Παίρνουμε μετρήσεις τα τρία (3) πρώτα έτη από την έναρξη των μετρήσεων και γίνονται σε όλες τις λωρίδες κυκλοφορίας δύο (2) φορές, το χρόνο. Έτσι από τον μέσος όρος των δύο μετρήσεων μπορούν να συγκριθούν και να εξαχθούν συμπεράσματα, ενώ τα αποτελέσματα θα παρουσιάζονται ανά τμήματα των 10 μέτρων. (Εικόνα 4).

Όρια του συντελεστή αντλιοσθηρότητας: Όταν η μετρούμενη τιμή του συντελεστή αντλιοσθηρότητας, πλησιάζει την τιμή του ορίου προειδοποίησης, τότε απαιτείται η άμεση αποκατάσταση της αντλιοσθητικής ικανότητας του οδοστρώματος. Τα καθορισμένα όρια για τους αυτοκινητοδρόμους καθορίζονται ανά τμήματα και εξάγονται μετά από συνεχής μετρήσεις αλλά και εργαστηριακούς ελέγχους. Ακόμη και μετά από σχετική εξειδικευμένη

μελέτη από ομάδα ειδικών, για την πλήρη τεκμηρίωση με τεχνικά και οικονομικά στοιχεία των ορίων που θα προταθούν και θα καθορίσουν τον συντελεστή αντιστοιχίας, σε συνδυασμό με τους παράγοντες που προαναφέρθηκαν.

B) Ομαλότητα: Με τον όρο ομαλότητα εννοούμε την απόκλιση της επιφάνειας του οδοστρώματος από το θεωρητικό επίπεδο επιφάνεια. Η ομαλότητα επηρεάζει τη δυναμική συμπεριφορά, την ποιότητα κύλισης των οχημάτων, τη δυναμική των φορτίσεων του οδοστρώματος και την απορροή των επιφανειακών υδάτων. Πρόβλημα στην ομαλότητα έχουμε σε μεγάλες αποκλίσεις σε κατακόρυφο επίπεδο. Η ομαλότητα χωρίζεται στη «διαμήκη ομαλότητα» και στην «εγκάρσια ομαλότητα». Οι δύο αυτές ομαλότητες οφείλονται σε κατασκευαστικές αστοχίες κατά τη διάστρωση των ασφαλικών στρώσεων αλλά και σε βλάβες, όπως καθιζήσεις, διογκώσεις, πτυχώσεις, λακκούβες κλπ. Ενώ οι αποκλίσεις στην εγκάρσια ομαλότητα οφείλονται κυρίως στις αυλακώσεις καταμήκος της τροχιά των τροχών των βαρέων οχημάτων.

Μετρήσεις ομαλότητας: Οι μετρήσεις της ομαλότητας γίνονται εν κινήσει με ειδικά εξοπλισμένα αυτοκινούμενα συστήματα τα οποία ανήκουν στην πρώτη κατηγορία συστημάτων μέτρησης, τα οποία καταγράφουν τη διαμήκη και εγκάρσια ομαλότητα του οδοστρώματος. Είναι συστήματα που φέρουν τροχό μέτρησης και που είναι προσαρμοσμένος σε ειδικό ρυμουλκό. Στη δεύτερη κατηγορία ανήκουν τα συστήματα που καταγράφουν το προφίλ του οδοστρώματος με ηλεκτρονικά μέσα (**Εικόνα 4**). Η συσκευή αυτή αποτελείται από συσκευή καταγραφής, συνήθως με ακτίνες λέιζερ. Ενώ η επεξεργασία των δεδομένων συλλογής γίνεται με κατάλληλα λογισμικά από τα οποία προκύπτουν στοιχεία που αναλύονται για την αξιολόγηση της ομαλότητας των οδοστρωμάτων. Ακόμα με τα συστήματα αυτά μπορεί να γίνει και η μέτρηση άλλων χαρακτηριστικών του οδοστρώματος, όπως είναι η μακροϋφή και οι ρωγματώσεις.



Εικόνα 4. Μέτρηση Ομαλότητας με ηλεκτρονικά μέσα

Συχνότητα μετρήσεων ομαλότητας: Οι μετρήσεις γίνονται σε στεγνό οδόστρωμα στα πρώτα τρία (3) έτη για εγκάρσια και διαμήκη ομαλότητα κάθε 100m, σε όλες τις λωρίδες κυκλοφορίας του αυτοκινητόδρομου. Ενώ η συχνότητα των μετρήσεων για ένα χρόνο μετά την τριετία θα καθοριστεί αργότερα.

Όρια του δείκτη ομαλότητας: Τα όρια του δείκτη ομαλότητας και οι συχνότητες μετρήσεων του, μετά την παρέλευση της τριετίας, θα καθοριστούν από σχετική εξειδικευμένη ομάδα ειδικών, για την πλήρη τεκμηρίωση με τεχνικά και οικονομικά στοιχεία των ορίων που θα προταθούν και θα καθορίσουν τον συντελεστή ομαλότητας.

Γ) Επιφανειακή υφή (μικροϋφή, μακροϋφή): Η επιφανειακή υφή είναι χαρακτηριστικό του οδοστρώματος το οποίο είναι απαραίτητο στην ομαλή λειτουργία της οδού και έχει άμεση σχέση με την αντιολισθηρότητα της επιφάνειας δηλαδή της μικροϋφή και της μακροϋφή (βάθος υφής). Η μικροϋφή καθορίζει την τραχύτητα της επιφάνειας των αδρανών, ενώ η μακροϋφή την τραχύτητα (ανάγλυφο) της επιφάνειας.

Μετρήσεις επιφανειακής υφής: Η επιφανειακή υφή της στρώσης κυκλοφορίας έχει άμεση σχέση με την αντιολισθηρότητα του οδοστρώματος αλλά και την λειτουργικότητα του γι' αυτό και επιβάλλεται να παρακολουθείται μετά τη αντιολισθηρότητα και την ομαλότητα. Η μακροϋφή (βάθος υφής) μετρείται με δύο διαφορετικούς τρόπους, την μέθοδο της κηλίδας άμμου και με ειδικά συστήματα λέιζερ.

Συχνότητα μετρήσεων: Οι μετρήσεις τα πρώτα τρία (3) έτη από την έναρξη των μετρήσεων, δηλαδή οι μετρήσεις του βάθους υφής θα γίνονται σε όλες τις λωρίδες κυκλοφορίας του αυτοκινητόδρομου κάθε χρόνο, ανά διαστήματα των 100m το μέγιστο.

Όρια του δείκτη επιφανειακής υφής (μακροϋφής): Τα όρια του δείκτη επιφανειακής υφής καθορίζονται με τα κατώτερα επιτρεπτά όρια προειδοποίησης και επέμβασης, όσον αφορά στις τιμές του βάθους υφής της επιφάνειας του οδοστρώματος. Δηλαδή ακολουθείτε η ίδια διαδικασία όπως γίνεται στην αντιολισθηρότητα και στην ομαλότητα. Τα όρια του βάθους υφής (μακροϋφή) και οι συχνότητες μετρήσεων, μετά την παρέλευση της τριετίας, καθορίζονται με ανάλογη διαδικασία.

Προσδιορισμός των επιφανειακών φθορών: Για να προσδιοριστούν οι επιφανειακές φθορές (αντιολισθηρότητα, ομαλότητα κ.τ.λ) και το μέγεθος τους γίνεται μετρήσεις. Οι μετρήσεις παίρνονται μετά από συγκεκριμένες επιθεωρήσεις όπως **α)** αρχική **β)** ετήσια **γ)** περιοδική **δ)** επιφανειακή **ε)** γενική και **ε)** κύρια. Όλες οι επιθεωρήσεις γίνονται από εξειδικευμένο προσωπικό, που έχουν ως στόχο την εξασφάλιση πραγματικών δεδομένων για εξακρίβωση της κατάσταση του οδοστρώματος, με απώτερο σκοπό την βέλτιστη συντήρηση του. Η αρχική επιθεώρηση γίνεται λίγο πριν την παραχώρηση της οδού στην κυκλοφορία. Η ετήσια γίνεται κάθε χρόνο ενώ η περιοδική γίνεται περιστασιακά. Ακολούθως μπορεί να γίνει η επιφανειακή με οπτικό έλεγχο και η γενική σε προκαθορισμένα χρονικά διαστήματα διάρκειας δύο ετών. Στο τέλος γίνεται η κύρια επιθεώρηση που επαναλαμβάνεται κάθε έξι χρόνια και είναι η πιο προσεγμένη με ποιο συγκεκριμένα συστήματα ελέγχου, όπως το πιο κάτω. Το οποίο είναι ένα αυτοματοποιημένο σύστημα αποτύπωσης και καταγραφή των επιφανειακών φθορών του οδοστρώματος που στηρίζεται στη τεχνολογία της βιντεοσκόπησης (Video - car) με δυνατότητα αποθήκευσης των δεδομένων. Αυτές οι επιθεωρήσεις για τον εντοπισμό επιφανειακών φθορών γίνονται σε συγκεκριμένα τμήματα του αυτοκινητόδρομου, όταν οι μετρήσεις των χαρακτηριστικών του οδοστρώματος εντοπίζουν την ανάγκη περαιτέρω διερεύνησης μετά που είχαν προηγηθεί οι προηγούμενοι έλεγχοι. Οι επιθεωρήσεις αυτές δεν συνδέονται με τις επιθεωρήσεις του οδοστρώματος, που γίνονται στα πλαίσια της στοιχειώδους συντήρησης.(Σ. Κολιάς & Κ. Βλάχος, 2000).

1.1.5 Σύγχρονες μέθοδοι καθορισμού επέμβαση για συντήρηση

Στην συντήρηση μπορούν να χρησιμοποιηθούν μεθοδολογίες που συνδυάζουν πιθανολογική μοντελοποίηση για έλεγχο της αποτελεσματικότητας οποιασδήποτε επέμβασης (συντήρησης) έγινε ή θα γίνει στην οδό ή σ' οποιαδήποτε κατασκευή της Οδού. Έτσι αξιολογείται η αξιοπιστία της κατασκευής και μπορούν αν εξαχθούν συμπεράσματα.

Εντοπίζονται οι διάφορες αβεβαιότητες με την πρόβλεψη επιδείνωσης των κατασκευών ή την επίδραση της εφαρμογής των μέτρων καθώς επίσης αναπτύσσονται διάφορες μέθοδοι

που προσεγγίζουν το πρόβλημα αλλά και την πρόβλεψη των αποτελεσμάτων σε βάθος χρόνου. Οι μέθοδοι που μπορούν να χρησιμοποιηθούν είναι:

α) Ο γενετικός αλγόριθμος που είναι μια πολύ αποτελεσματική μέθοδος η οποία συνδυάζει μεθοδολογία που συνδέεται με διαγράμματα αποτελεσματικότητας των μέτρων προστασίας της κατασκευής με το κόστος. Με την μεθοδολογία αυτή μας δίνονται πολύ καλά αποτελέσματα που με την σωστή αξιολόγηση τους μπορούμε να ακολουθήσουμε μια βέλτιστη στρατηγική συντήρησης. Αυτή η βέλτιστη στρατηγική μπορεί να μας κατευθύνει σε καλύτερη απόφαση και πιο αποτελεσματική όταν συνδυαστούν προληπτικά και αντιδραστικά μέτρα ταυτόχρονα. Από τα πιο πάνω μπορούν να προσεγγιστούν και τα άμεσα αλλά και έμμεσα οφέλη από την σωστή και έγκαιρη συντήρηση σε θέματα ασφάλειας, λειτουργικότητας αξιοπιστίας και κόστους.

Έτσι στην γεφυροποιία η οποία ανήκει στα τεχνικά έργα υποστήριξης της Οδού μπορούν να εφαρμοστούν αρκετές πιθανολογικές μέθοδοι για έγκαιρη συντήρηση.

Η διάβρωση του οπλισμού στις γέφυρες λόγω χλωριώντων που προέρχεται από αλάτι το οποίο τοποθετήθηκε εκεί για αντιπαγετική προστασία προκαλεί τεράστιες ζημιές με αποτέλεσμα να δαπανώνται τεράστια ποσά για συντήρηση τους. Έτσι μπορούν να παρθούν μέτρα προστασίας τα οποία μπορούν να γίνουν σε τρία επίπεδα:

- Επιβράδυνση της εισόδου χλωριώντων
- Πρόληψη εισόδου χλωριώντων
- Απομάκρυνση χλωριώντων

Η πιθανολογική μεθοδολογία που εφαρμόζεται στις γέφυρες μπορεί να εφαρμοστεί και στην Οδό. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν σύγχρονες μέθοδοι όπως είναι:

β) Στατιστική και εύρεση της μέσης τυπικής απόκλισης.

γ) Ανάλυση ευαισθησίας, που η μέθοδος αυτή μπορεί να εφαρμόζεται για προσδιορισμό της ευαισθησίας της λύσης ενός προβλήματος από τις μεταβολές των παραμέτρων της μεθόδου.

δ) Υποκειμενική εκμείευση πιθανότητας που βασίζεται σε παλιά δεδομένα τα οποία έγιναν με άλλες παλαιότερες μεθόδους και τα οποία χρησιμοποιούνται στην μέθοδο αυτή ως δεδομένα για να βελτιωθεί της. Επίσης τα παλιά δεδομένα μπορεί να είναι και ένα μέτρο σύγκρισης με τα αποτελέσματα των νέων μεθόδων και έτσι να παίρνονται πιο συγκεκριμένες και ακριβής αποφάσεις.

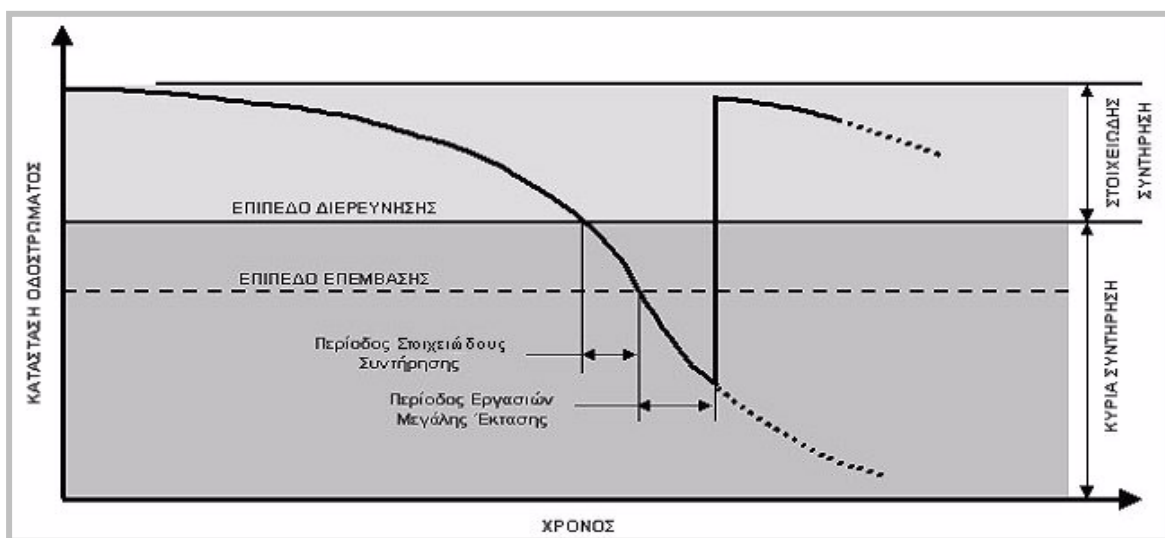
ε) Από έρευνες επί τόπου και συλλογή δεδομένων. Δηλαδή τα δεδομένα μπορεί να προέλθουν από επιθεωρήσεις που μπορεί να είναι ετήσιες, περιοδικές, επιφανειακές ή γενικές.

Οι ετήσιες επιθεωρήσεις γίνονται κάθε χρόνο ενώ η περιοδική γίνεται βάση προηγούμενων δεδομένων και μετά από την αξιολόγηση τους. Ενώ η γενική επιθεώρηση γίνεται με οπτικό έλεγχο κάθε 2 χρόνια. Σημαντική είναι η κύρια επιθεώρηση που γίνεται κάθε 6 χρόνια όπου γίνεται με επαφή ακολουθεί report με ακριβείς περιγραφή της υφιστάμενης κατάστασης σε μια κατασκευή καθώς και η χρήση κάποιων τεχνικών παρακολούθησης που αυτές μπορεί να είναι καταστρεπτικές ή όχι.

Υπάρχουν και ειδικές επιθεωρήσεις οι οποίες μπορεί να εφαρμοστούν μετά από ένα απρόβλεπτο γεγονός π.χ. μια πλημμύρα η οποία μπορεί να επηρεάσει τα θεμέλια μιας κατασκευής, ένας σεισμός να προκαλέσει ρωγμές με αποτέλεσμα να έχουμε διαρροές αερίων ή ραδιενέργειας, μια φωτιά σε μια σήραγγα ή ένα ατύχημα σε ένα αυτοκινητόδρομο το οποίο προσέκρουσε σε γέφυρα. Τα δεδομένα αυτά φυλάγονται σε αρχειοθετημένη σειρά και έχουν σχέση με την ασφάλεια και την λειτουργικότητα της γέφυρας έτσι ώστε να μπορούν να εκτιμηθούν. Παίρνουμε πληροφορίες για τυχόν προβληματικά σημεία και που μπορεί να εφαρμοστεί στρατηγική διατήρηση. Συλλέγονται στοιχεία από ζυγιστικούς σταθμούς για παρακολούθηση των επιδράσεων λόγω μεταβολών των φορτίων κίνησης. Επίσης συλλέγονται στοιχεία από παρακολούθηση και χρήση νέων δομικών υλικών και συστημάτων καθώς και στοιχεία συμπεριφοράς νέων τεχνικών ενίσχυση αλλά και στοιχεία για ερευνητικούς σκοπούς. Όλα τα πιο πάνω χρησιμοποιούνται σ' αυτές τις πιθανολογικές μεθόδους ώστε να βρεθεί το μέγεθος της αβεβαιότητας και η αξιοπιστία της κατασκευής και να προσδιοριστεί το μέγεθος του προβλήματος αλλά και τις αιτίες που μπορεί να το προκάλεσαν.

Γίνεται δηλαδή έλεγχος σε μη προβλέψιμες αστοχίες ή αβεβαιότητες που σε διαφορετική περίπτωση η κατασκευή μας δεν θα είχε αίσιο τέλος. Έτσι με τις μεθοδολογίες αυτές αλλά και με άλλους τρόπους ελέγχου προχωρήσουμε στην λήξη αποτελεσματικών μέτρων και όχι αυθαίρετων. Η εκτίμηση της αποτελεσματικότητας των μέτρων αυτών εκφράζεται ως μια πιθανολογική μεθοδολογία που εκφράζει την πιθανότητα αστοχίας σε σχέση με μια αποδεκτή οριακή κατάσταση. Γίνεται η αξιολόγηση της αξιοπιστίας σε διάφορα επίπεδα βασιζόμενη στην πιο πάνω πληροφόρηση. Έχω διάφορες υποθέσεις βελτιστοποίηση διαμέσου των διαφόρων μοντέλων και βάση αυτών αξιολογώ τους τρόπους επέμβασης. Η επέμβαση μπορεί

να κριθεί ότι μπορεί να είναι συνήθως συντήρηση η οποία θα αυξήσει το χρόνο ζωής της κατασκευής η μεγάλη αντικατάσταση η οποία θα επιφέρει μια πολύ μεγάλη βελτίωση στην κατασκευή αυξάνονται έτσι την ασφάλεια και την λειτουργικότητα της αλλά και το συνολικό κύκλο ζωής της. Πιο αναλυτικά, υπάρχουν τρία βασικά είδη συντήρησης που βασίζονται σ' αυτές τις μεθόδους και η αξιολόγηση των μεθόδων αυτών γίνονται βάση οικονομικών παραγόντων. Η πρώτη είναι η τακτική συντήρηση που περιλαμβάνει εργασίες όπως η τοποθέτηση μαστιχου στις ρωγμές ,γέμισμα λακκουβών, αντικατάσταση στηθαίων, αντικατάσταση οριζόντιας και κάθετη σήμανση στην Οδό κ.τ.λ.



Εικόνα 5. Επέμβαση με συντήρηση άρα αύξηση του Κύκλου Ζωής της κατασκευής

Η προληπτική συντήρηση η οποία όταν γίνει αποφεύγονται οι μεγάλες συντηρήσεις και μειώνονται έτσι τα κόστη γιατί προλαμβάνονται οι φθορές. Στην προληπτική συντήρηση συμπεριλαμβάνεται αφαίρεση καταστρεμμένου οδοστρώματος, εφαρμογή γεωφάσματος σε μια γέφυρα, επέκταση αποχετευτικού μιας Οδού πριν από τις βροχές κ.α. Ενώ η στοιχειώδη συντήρηση η οποία είναι και απαραίτητη για να εξασφαλιστεί η δομική ευστάθεια της οδού είναι η αντικατάσταση μεγάλης έκτασης οδοστρώματος με τις διάφορες στρώσεις του, ακόμη και σε αεροδιαδρόμους αεροδρομίων.

Σε διαφορετική περίπτωση εάν δεν γίνει έγκαιρα επέμβαση με διορθωτικά μέτρα η φθορά θα συνεχίζει με μεγαλύτερο βάθος, μέχρι η κατασκευή να φτάσει εκτός λειτουργίας. Μ' όλα τα πιο πάνω επιτυγχάνεται ο σωστός στρατηγικός σχεδιασμός μειώνοντας έτσι το συνολικό

κόστος συντήρησης, μειώνοντας την αβεβαιότητα και αυξάνοντας την ασφάλεια την αξιοπιστία αλλά και τον κύκλο ζωής της κατασκευής (Εικόνα 5).

1.1.6 Βλάβες στην επιφάνεια Οδοστρώματος και Επιδιορθώσεις

α) Οι Στρεβλώσεις της επιφάνειας είναι: Οι φθορές είναι εκείνες που χαρακτηρίζουν το οδόστρωμα ως μη επίπεδο. Η εμφάνιση επιφανειακών παραμορφώσεων αυξάνει την επικινδυνότητα της οδού. Επιπρόσθετα επιφέρουν σημαντική μείωση της άνεσης κατά την οδήγηση. Οι παραμορφώσεις αυτές συνδέονται άμεσα και με ρωγματώσεις που μπορεί να οφείλονται: **α)** στην ελαστοπλαστική συμπεριφορά του ασφαλτομείγματος, **β)** στη χαμηλή ευστάθεια των ασφαλτομείγματος, **γ)** στη μη καλή συμπίκνωση όλων των στρώσεων και **δ)** στην καθίζηση του υπεδάφους.

Γενικά η συντήρηση των παραμορφώσεων μπορεί να είναι από απλή πλήρωση αυτών με θερμό ή ψυχρό ασφαλτόμειγμα έως την πλήρη απομάκρυνση της προσβληθείσας περιοχής και την αντικατάσταση της με νέα υλικά.

β) Κυματώσεις (ρυτιδώσεις): Είναι μια μορφή πλαστικής μετακίνησης που έχει ως αποτέλεσμα την τοπική εξόγκωση της επιφάνειας υπό μορφή κυματώσεων. Εμφανίζονται συνήθως σε περιοχές φρεναρίσματος (στάσεις και διασταυρώσεις) έντονες στην κύρια λωρίδα της κυκλοφορίας.

Αίτια: Μπορεί να οφείλεται σε χαμηλή ευστάθεια του ασφαλτομείγματος αλλά και στην πλαστική παραμόρφωση λόγω υψηλού ποσοστού ασφάλτου ή στη χρήση ασφάλτου με χαμηλό ιξώδες (μαλακή άσφαλτος με διεισδυτικότητα μεγαλύτερη των 100pen ακόμα μπορεί να οφείλεται και στο υψηλό ποσοστό άμμου έναντι των χονδρόκοκκων υλικών).

Θεραπεία: Ρυτιδώσεις ή απωθήσεις γίνεται με φρεζάρισμα της επιφάνειας σε βάθος 30-50mm ή μεγαλύτερο, ανάλογα με το πάχος των ασφαλτικών στρώσεων. Αλλά και ανάλογα με το προβληματικό ασφαλτόμειγμα της νέας διάστρωσης. Μπορούμε να τοποθετήσουμε τάπητα από θερμό ασφαλτόμειγμα, αφού προηγουμένως ψεκαστεί με συγκολλητική επάλειψη. Όταν το οδόστρωμα αποτελείται από μια μόνο ασφαλτική στρώση πάχους 40-50mm και βάση από ασύνδετα αδρανή η συντήρηση μπορεί να γίνει με σπάσιμο του τάπητα με ειδικό μηχάνημα, την αναμόχλευση αυτού και μέρους της βάσης, την προσθήκη μικρής ποσότητας ασφάλτου ή γαλακτώματος και τέλος τη διαμόρφωση και κυλίνδρωση του μίγματος. Μετά την κυλίνδρωση μπορεί να διαστρωθεί μια απλή ή διπλή ασφαλτική επάλειψη ή ένας ψυχρός λεπτοτάπητας τύπου slurryseal .

γ) Τοπικές καθιζήσεις: Είναι σε περιορισμένη έκταση και συνήθως δε συνοδεύονται από μικρορωγμές που κατακρατούν νερό αλλά είναι πηγή επιταχυνόμενης φθοράς του οδοστρώματος και συγχρόνως κίνδυνος για τους χρήστες της οδού (ολισθηρότητα, πάγος κλπ).

Αίτια: Συνήθως είναι περιορισμένης έκτασης και οφείλονται στην τοπική καθίζηση των υποκειμένων στρώσεων λόγω επίδραση υψηλών αξονικών φορτίων ή σε κακή κατασκευή αυτών.

Θεραπεία: Γίνεται είτε με τη διάστρωση θερμού ασφαλτομείγματος είτε με τη διάστρωση ψυχρού λεπτοτάπητα τύπου 1, όταν το βάθος της καθίζησης είναι μεγαλύτερο των 25mm περίπου, ενώ η συντήρηση γίνεται με θερμό ασφαλτόμειγμα αφού αποξηλωθεί ο τάπητας σε βάθος τουλάχιστον 40mm και ψεκάσθει η περιοχή με συγκολλητική επάλειψη από κατιονικό γαλάκτωμα (0.25-0.5lt/m²). Όταν το μέγιστο βάθος βύθισης είναι μικρότερο των 20-30mm, η τοπική καθίζηση πληρούται με ψυχρό σφραγιστικό ασφαλτόμειγμα τύπου slurryseal διαβάθμισης III.

δ) Τοπικές διογκώσεις-Αίτια: Οφείλονται σε τοπική διόγκωση του υπεδάφους ή της υπόβασης ή της βάσης και σπανίως των ασφαλτικών στρώσεων. Η συνηθέστερη αιτία που προκαλεί τη τοπική διόγκωση (Εικόνα 6) είναι η διαστολή του εγκλωβισμένου ύδατος κατά τη διάρκεια του χειμώνα λόγω παγετού ενώ οι διογκώσεις ανύψωσης χαρακτηρίζονται από διακλαδιζόμενες ρωγματώσεις.



Εικόνα 6. Τοπικές διογκώσεις

ε) Αποκόλληση αδρανών: «Ψωρίασμα» ή απογύμνωση της επιφάνειας που αρχίζει συνήθως από την άκρη του οδοστρώματος προς το κέντρο. Η αποκόλληση των αδρανών γίνεται προοδευτικά. Πρόωρα αποκολλώνται τα λεπτόκοκκα αδρανή και κατόπιν τα χονδρόκοκκα. Στα πρώτα στάδια η επιφάνεια παρουσιάζει μια σχετική τραχύτητα και κατόπιν μικρές «φωλιές» που αρχίζουν να πυκνώνουν και να μεγαλώνουν δημιουργώντας λακκούβες.

Αίτια: α) χαμηλή περιεκτικότητα του μίγματος σε άσφαλτο, β) η χρήση μη καθαρών αδρανών, γ) η κατασκευή του τάπητα σε χαμηλές θερμοκρασίες ή/και με βροχή, δ) η υπερθέρμανση της ασφάλτου ή του ασφαλτομείγματος, ε) η χρήση αδρανών που έχουν την τάση να αποσυντίθεται (σαθρά αδρανή) και στ) η μη επαρκής συμπίκνωση.

Θεραπεία: Διάστρωση ψυχρού ασφαλτικού μίγματος slurry seal διαβαθμίσεις II ή III, ή με επιφανειακές επαλείψεις.

ζ) Λεία επιφάνεια οδοστρώματος: Είναι μια φθορά του οδοστρώματος η οποία σε αντίθεση με τους άλλους τύπους φθορών δεν επιδρά στην επιδείνωση της δομικής κατάστασης του οδοστρώματος αλλά στο επίπεδο ασφάλειας και εξυπηρέτησης αυτού και είναι άμεσα συνδεδεμένη με την ολισθηρότητα της επιφάνειας. Οφείλεται κυρίως στη λείανση των επιφανειακών αδρανών στην ανάδυση της ασφάλτου στην επιφάνεια του οδοστρώματος, ή στη βύθιση των χονδρόκοκκων αδρανών, ή ακόμη και στη χρήση λείων και σφαιρικών αδρανών (αμμοχάλικο χειμάρρων κλπ). Ακόμη επέρχεται μείωση ή εκμηδένιση της μικρό – και μακρό – υφής της επιφάνειας του οδοστρώματος και κατά συνέπεια μείωση του συντελεστή τριβής μεταξύ των ελαστικών και της επιφάνειας. Η παρουσία νερού επιδεινώνει την κατάσταση και παράλληλα είναι αιτία ανάπτυξης του φαινομένου της υδρολίσθησης. Επιδείνωση της ολισθηρότητας μπορεί επίσης να επέλθει με την παρουσία λαδιών ή χώματος πάνω στην επιφάνεια καθώς επίσης και με την εναπόθεση ελαστικών. Η ολισθηρότητα συνδέεται άμεσα με τα τροχαία ατυχήματα και χρειάζεται η άμεση αποκατάσταση της αντιολισθητικής ικανότητας της επιφάνειας.

Τρόποι επιδιόρθωσης: Οι επιδιορθώσεις που πρέπει να γίνουν είναι: Πρώτα πρέπει να καθαριστεί η ρωγματωμένη επιφάνεια με ψήκτρα και πεπιεσμένο αέρα. Βασικά διαχέεται από ασφαλτικό διάλυμα ή γαλάκτωμα ταχείας ή μέσης διάσπασης σε αναλογία 0,6-1,1 kg/m². Αν οι ρωγμές απορροφήσουν διάλυμα περισσότερο, η παραπάνω ποσότητα αυξάνεται ανάλογα. Αμέσως μετά τη διάχυση του ασφαλτικού πρέπει να διαστρωθούν οι ψηφίδες με διαστάσεις που ορίζονται από τα κόσκινα 1/4 in και Νο 10. Στη συνέχεια γίνεται η συμπίκνωση του συντρίμματος με ελαστιχοφόρο οδοστρωτήρα (Εικόνα 4 Παράρτημα) ή με

τους τροχούς του οχήματος, που μεταφέρει το σύντριμμα. Τέλος πριν από την παράδοση της επισκευής στην κυκλοφορία πρέπει να ξηραθεί τελείως η επάλειψη.

η) Λείανση των αδρανών – Ολισθηρότητα: Αιτία: Οφείλεται αποκλειστικά και μόνο στη χρήση ακατάλληλων σκληρών αδρανών. Τέτοια υλικά είναι όλα τα ασβεστολιθικά υλικά που παράγονται και χρησιμοποιούνται στα ασφαλτομείγματα. Η ολισθηρότητα μπορεί να οφείλεται στις κλίσεις αλλά και στην ύπαρξη πάγου.

Θεραπεία: Με την αύξηση του συντελεστή αντίστασης σε ολίσθηση γίνεται με μια από τις παρακάτω τεχνικές: **α)** διάστρωση θερμών ασφαλτομειγμάτων για λεπτές στρώσεις κυκλοφορίας, **β)** διάστρωση ψυχρού λεπτοτάπητα τύπου slurryseal (Μικρό-επιφανειακή στρώση), **γ)** διάστρωση ασφαλτομείγματος πορώδους σύνθεσης, **δ)** διάστρωση ασφαλτικού σκυροδέματος για αντιολισθηρή στρώση πάχους 40cm από κατάλληλο θερμό ασφαλτόμειγμα, **ε)** διασπορά προεπαλειμμένων ψηφίδων, **στ)** εφαρμογή ασφαλτικής επάλειψης, και **ζ)** επαναδημιουργία υφής με μηχανικά μέσα.

Τρόποι επιδιόρθωσης: Σε όλες τις παραπάνω μεθόδους, πλην της (ζ) απαραίτητη προϋπόθεση είναι η χρήση κατάλληλων σκληρών αδρανών, μη ασβεστολιθικών τα οποία πρέπει να ικανοποιούν τον έλεγχο αντίστασης σε λείανση (συντελεστής PSV), δηλαδή τη διάστρωση θερμών ασφαλτομειγμάτων σε λεπτές στρώσεις κυκλοφορίας. Η τεχνική αυτή συνίσταται στη χρήση θερμών ασφαλτομειγμάτων που είναι ικανά να διαστρωθούν σε λεπτές (20-30mm) έως πολύ λεπτές (15-20mm) στρώσεις και προϋποθέτουν τη χρήση ειδικών μηχανημάτων διάστρωσης. (Κοφίτσας Δ. Ιωάννης, 2001)

1.1.7 Ακολουθούν τα είδη θερμών ασφαλτομειγμάτων που μπορούν να διαστρωθούν:

α) Διάστρωση ψυχρού λεπτοτάπητα τύπου slurryseal: Ή άλλως γνωστή ως διάστρωση μικρό-επιφανειακής στρώσης, προϋποθέτει και αυτή τη χρήση κατάλληλων σκληρών αδρανών. Οι ποσότητες αυτές που είναι απαραίτητες ανά τετραγωνικό μέτρο είναι πολύ μικρές, περίπου το 12%-15%, της ποσότητας που απαιτείται στην τεχνική (γ) γι' αυτό μειώνεται το κόστος της κατασκευής και ταυτόχρονα γίνεται εξοικονόμηση των φυσικών αποθεμάτων σκληρών αδρανών.

β) Διάστρωση ασφαλτομείγματος πορώδους σύνθεσης: Εκμηδενίζει παράλληλα και την πιθανότητα ανάπτυξης υδρολίστεσης, καθώς επίσης μειώνει αισθητά και την ανάπτυξη σταγονιδίων ύδατος που εκτοξεύονται από τα ελαστικά των αυτοκινήτων.

γ) Διάστρωση ασφαλτικού σκυροδέματος για αντιολισθηρή στρώση: Προϋποθέτει την κατασκευή στρώσης πάχους 40-50mm από δύο εναλλακτικούς τύπους ασφαλτομειγμάτων, τον Τύπο Ι ή τον Τύπο ΙΙ.

δ) Διασπορά προεπαλειμμένων ψηφίδων: Χρειάζεται και η διασπορά των προεπαλειμμένων ψηφίδων, δεδομένου ότι προαπαιτείται η κατασκευή τάπητα πάχους συνήθως 40mm για την έμπηξη των ψηφίδων. Η τεχνική των προεπαλειμμένων ψηφίδων συνίσταται στη διασπορά (κατανομή) συγκεκριμένης ποσότητας μονόκοκκων αδρανών (ψηφίδων) επί ασφαλτομείγματος υποδοχής τα οποία έχουν προεπαλειφθεί με μικρή ποσότητα ασφάλτου (τύπου 40/50 ή 60/70 pen). Οι ψηφίδες που χρησιμοποιούνται έχουν συνήθως δύο ονομαστικά μεγέθη: 10-14mm και 14-20mm.

ε) Ασφαλική επάλειψη: Η ασφαλική επάλειψη συνίσταται στον ψεκασμό συνδετικού υλικού και στη διασπορά μονόκοκκων αδρανών συγκεκριμένου μεγέθους σε μία ή δύο στρώσεις. Τα πλεονεκτήματα της μεθόδου αυτής είναι το σχετικά χαμηλό κόστος κατασκευής και η ευκολία της κατασκευής. Το μειονέκτημα της μεθόδου αυτής είναι η περιοδική αποκόλληση των αδρανών, ιδιαίτερα σε δρόμους υψηλών ταχυτήτων και με μεγάλο κυκλοφοριακό φόρτο.

ζ) Επαναδημιουργία υφής με μηχανικά μέσα: Η επαναδημιουργία υφής με κατάλληλα μηχανικά μέσα αποσκοπεί στην προσωρινή αποκατάσταση που γίνεται με διάφορες άλλες μεθόδους όπως εκτοξευτήρες θερμού συμπιεσμένου αέρα, ειδικές φρέζες και ειδικά κρουστικά μηχανήματα.

1.1.8 Χρήση Σκληρών Αδρανών για Αντιολισθητικούς Τάπητες

Οι συνεχώς αυξανόμενες απαιτήσεις στις κατασκευές των οδικών δικτύων με στόχο την ασφαλή οδήγηση έχουν επιβάλει τη θέσπιση υψηλών προδιαγραφών στις οδικές κατασκευές, με ιδιαίτερη έμφαση στην κατασκευή των δρόμων ταχείας κυκλοφορίας. Μεταξύ των παραγόντων που καθορίζουν την τελική ποιότητα του οδοστρώματος, σημαντικό ρόλο έχουν τα αδρανή υλικά. Το πλέον διαδεδομένο αδρανές υλικό στην Ε.Ε. για χρήση στην οδοποιία είναι οι Σκωρίες Χαλυβουργείων.

Α) Οι κύριοι λόγοι που οδήγησαν στη χρήση των σκωριών στην οδοποιία είναι οι εξής:

α) Οι υψηλές μηχανικές αντοχές των σκωριών, **β)** Διαδικασία φιλική προς το περιβάλλον αφού δεν απαιτείται η εξόρυξη φυσικών πετρωμάτων, **γ)** Η μεγαλύτερη διάρκεια ζωής των αντιολισθηρών ταπήτων που κατασκευάζονται με σκωρία και η **δ)** Η έλλειψη «σκληρών»

αδρανών στις περισσότερες χώρες. Η «σκωρία ηλεκτρικού κλιβάνου» είναι τεχνητό πέτρωμα και ταυτόχρονα οικολογικό προϊόν το οποίο, μετά από την κατάλληλη επεξεργασία, αποτελεί άριστο υλικό για την κατασκευή αντιολισθητικών ταπήτων στην οδοποιία ως τεχνητό αδρανές υλικό.



Εικόνα 7. Εφαρμογή λεπτοτάπητα

Η «σκωρία ηλεκτρικού κλιβάνου» μετά από κατάλληλη επεξεργασία παράγει αδρανή για ψυχρά ασφαλτομείγματα (slurryseal). Τα προϊόντα αυτά χρησιμοποιούνται στην διάστρωση διαδρόμων των αεροδρομίων. Οι άριστες μηχανικές ιδιότητες των σκωριών ηλεκτρικού κλιβάνου καθιστούν τα προϊόντα ιδανικά για ειδικές και απαιτητικές χρήσεις όπως τα αδρανή για λεπτοτάπητες (Εικόνα 7) σφραγιστικών επιστρώσεων.

B) Αντιολισθητική ασφαλτική στρώση: Η αντιολισθητική ασφαλτική στρώση αφορά την κατασκευή πορώδων ταπήτων, ως επιφανειακή αντιολισθητική στρώση κυκλοφορίας. Το ασφαλτικό σκυρόδεμα που χρησιμοποιείται για την κατασκευή αντιολισθητική στρώσης πορώδους σύνθεσης, είναι ασφαλτόμειγμα παραγόμενο και διαστρωνόμενο "εν θερμώ". Γίνεται από αυστηρά ελεγχόμενη σύνθεση, από σκληρά αδρανή υλικά και τροποποιημένη με βελτιωτικά άσφαλτο, λόγω του γεγονότος ότι η διάρκεια ζωής των πορώδων στρώσεων είναι μικρότερη συγκριτικά με άλλους τύπους αντιολισθητικών ταπήτων. Η μέθοδος αυτή, προσφέρεται ομαλότητα, ομοιομορφία, αντίσταση σε ολίσθηση, επιφανειακή υφή και γρήγορη απορροή των οβριών. Οι υποκείμενες στρώσεις, πρέπει να είναι στεγανές ώστε να διατηρηθεί η επάρκεια της φέρουσας ικανότητας του οδοστρώματος. Εφαρμόζεται σε νέες κατασκευές, σε οδούς με σημαντική κυκλοφορία αλλά και στην ανακαίνιση-συντήρηση παλαιών οδοστρωμάτων. Σημαντικό είναι όταν εφαρμόζεται σε παλαιά οδοστρώματα, πρέπει προηγουμένως να ελέγχεται η επάρκεια της φέρουσας ικανότητας του υποκείμενου οδοστρώματος. (Κοφίτσας Δ. Ιωάννης, 2001; Αιμ. Γ. Κορωνάιος & Γ. Ι. Πουλάκος, 2006)

2.0 ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΜΕΓΑΛΗΣ ΕΚΤΑΣΗΣ

2.1 Προβλήματα Ασφαλτικού Μείγματος και όλων των κατασκευών του (Premix) που χρειάζονται συντήρηση μεγάλης έκτασης

Τα μεγάλης έκτασης πιθανά προβλήματα που μπορεί να προκύψουν σε ότι αφορά το premix είναι:

- Σωστή περιεκτικότητα ασφάλτου. Σε περίπτωση που δεν την έχουμε, είναι πολύ πιθανόν να έχουμε κακή συγκόλληση των υλικών, με αποτέλεσμα να μειώνεται η αντοχή του οδοστρώματος.
- Κακή ποιότητα ασφάλτου.
- Απορροφητικότητα των υλικών. Το επιθυμητό, για να έχουμε ένα καλό ασφαλικό οδόστρωμα είναι τα υλικά που θα χρησιμοποιήσουμε να έχουν χαμηλό δείκτη απορροφητικότητας, έτσι ώστε να μην απορροφούν μεγάλη ποσότητα ασφάλτου.
- Σωστή θερμοκρασία ανάμιξης. Κατά την τοποθέτηση του στο εργοτάξιο. Θα πρέπει να τοποθετηθεί σε θερμοκρασία 130 οC, έτσι ώστε να συμπιεστεί αρκετά καλά. Στη συνέχεια η εξέλιξη της κατάστασης ενός οδοστρώματος επιβάλλει τη συνεχή παρακολούθηση και καταγραφή των σημείων, που προαναγγέλλουν τη δημιουργία βλαβών. Για την επισήμανση και την εκτίμηση των βλαβών ενός οδοστρώματος πρέπει να γίνεται οπτική και μηχανική εξέταση.

Παρακάτω παρουσιάζονται τα κυριότερα είδη επιφανειακών **φθορών** και οι πιθανές αιτίες εμφάνισης των, που επεκτείνονται κατακόρυφα στο οδόστρωμα.

Οι φθορές του οδοστρώματος ταξινομούνται κυρίως σε τέσσερα είδη:

1. Παραμορφώσεις
2. Ρωγματώσεις και λακκούβες
3. Αποσυνθέσεις της επιφάνειας
4. Αναδύσεις ή μετακινήσεις του υλικού

Οι παραμορφώσεις και οι ρωγματώσεις ξεκινούν από τις κατώτερες στρώσεις και φθάνουν μέχρι την επιφανειακή στρώση, ενώ οι αποσυνθέσεις και οι αναδύσεις εμφανίζονται και αναπτύσσονται στην επιφανειακή στρώση.

1. Παραμορφώσεις: Οι πιθανές αιτίες παραμόρφωσης του οδοστρώματος είναι η ατελής συμπίκνωση των διαφόρων στρώσεων του οδοστρώματος, η χρήση ασφαλτομειγμάτων με

μεγάλη περιεκτικότητα σε ασφαλτο ή σε λεπτά στοιχεία και η διόγκωση ή υποχώρηση της υποδομής.

α) Είδος παραμόρφωσης-Αυλάκωση: Ένα είδος παραμόρφωσης είναι η κατά μήκος αυλάκωση η οποία είναι η φθορά του οδοστρώματος με μορφή αυλακιών, που έχουν διεύθυνση τη φορά της κυκλοφορίας. Προέρχονται από συμπίεση ή πλάγια μετακίνηση των υποκείμενων στρώσεων από την κυκλοφορία καθώς και από τη μετατόπιση του ίδιου του τάπητα κυκλοφορίας. Παρουσιάζουν μεγάλη συχνότητα εμφάνισης σε σημεία της οδού, όπου η κυκλοφορία σταματά για μικρό χρονικό διάστημα (στάση λεωφορείων ,σηματοδότες κλπ). Δημιουργούνται κυρίως σε ασφαλτομείγματα με ανεπαρκή ευστάθεια.

Τρόποι επιδιόρθωση: Για την επιδιόρθωση τέτοιου είδους παραμόρφωσης (Εικόνα.8) ακολουθείται μια σειρά από διαδικασίες όπως ο καθορισμός των ορίων κάθε αυλάκωσης και σήμανση τους η εφαρμογή ελαφριάς συγκολλητικής επάλειψης (0,4-0,7) και μετά διάστρωση ασφαλτομείγματος πυκνής σύνθεσης για την πλήρωση των αυλακώσεων. Ακολούθως γίνεται συμπύκνωση με οδοστρωτήρα και τέλος η επικάλυψη του αντίστοιχου τμήματος της οδού σε όλο το πλάτος με ασφαλτοτάπητα μικρού πάχους ή με σφραγιστική επάλειψη.



Εικόνα 8. Επιδιόρθωση κάθετης αυλάκωση

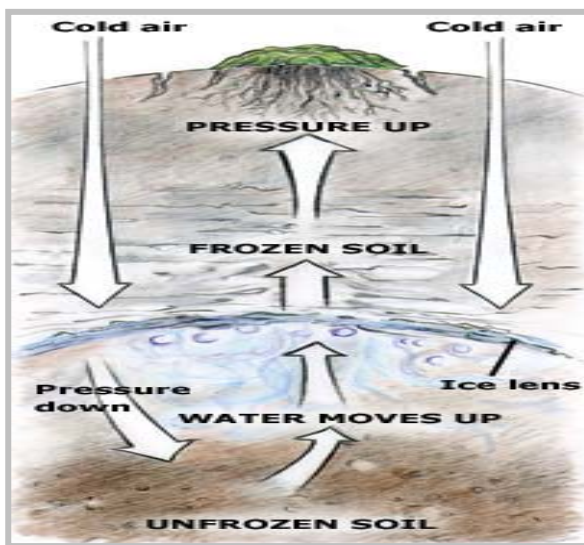


Εικόνα 9. Πλήρωση βυθίσματος

Επίσης για την επιδιόρθωση τέτοιου είδους παραμόρφωσης μπορούν να γίνονται ασφατικές επαλείψεις και ασφαλτοτάπητες πάχους πάνω από 3cm τότε η κυματοειδής επιφάνεια αναιρείται και κατασκευάζεται νέος ασφαλτοτάπητας. Ακόμη ένα άλλο είδος παραμόρφωσης είναι τα βυθίσματα που δημιουργούνται στην επιφάνεια κύλισης και η επισκευή τους γίνεται με πλήρωση του βυθίσματος με ασφαλτόμειγμα μέχρι τη στάθμη του γύρω οδοστρώματος (Εικόνα 9).

β) Είδος παραμόρφωσης-Τοπικές Ανυψώσεις, Ταπεινώσεις: Πρόσθετα υπάρχει ένα άλλο είδος παραμόρφωσης που είναι οι τοπικές ανυψώσεις και ταπεινώσεις του ασφαλτικού οδοστρώματος η οποία οφείλονται σε τοπικές παραμορφώσεις του οδοστρώματος, οι οποίες οφείλονται και την δράση του Παγετού. Για την εμφάνιση της δράσης του παγετού, δηλαδή την εμφάνιση διόγκωσης απαραίτητη είναι η παρουσία ορισμένων παραγόντων όπως είναι :

- ευαίσθητο έδαφος (ανόργανα εδάφη που περιέχουν κόκκους > 0.02μμ σε αναλογία βάρους μεγαλύτερη από 3%).
- αργό ρυθμό πτώσης θερμοκρασίας και
- ύπαρξη νερού



Εικόνα 10. Η διαδικασία δράσης του παγετού



Εικόνα 11. Αποτέλεσμα της Δράση του παγετού

Στην πιο πάνω εικόνα παρατηρούμε τα αποτελέσματα στο οδόστρωμα λόγω παγετώνα ο οποίος προκάλεσε παραμόρφωση σ' όλο το μήκος της οδού. Έτσι σε ψυχρά κλίματα, για να αποφευχθεί η παραμόρφωση (Εικόνα 11) λόγω χαμηλών θερμοκρασιών, χρησιμοποιείται σχετικά μαλακή ασφαλτος ενώ σε θερμά κλίματα, για να αποφευχθούν πλαστικές παραμορφώσεις, χρησιμοποιείται σχετικά σκληρή ασφαλτος. Στα εύκαμπτα οδοστρώματα, εάν αυτά δεν έχουν αρκετή ευκαμψία, οι συστολοδιαστολές προκαλούν ανεπιθύμητες ρωγμές που πιθανόν να προκαλέσουν ολοσχερή καταστροφή του οδοστρώματος.

Τρόποι επιδιόρθωση: Για την επιδιόρθωση τέτοιου είδους παραμόρφωσης αφαιρούμε το οδόστρωμα σε όσος βάθος απαιτείται για την εξασφάλιση σταθερής θεμελίωσης. Αν το νερό ήταν η αιτία της παραμόρφωσης γίνεται και αποστράγγιση. Στην συνέχεια εφαρμόζουμε ελαφρύ συγκολλητική επάλειψη με ασφαλτόμειγμα πυκνής σύνθεσης και θερμοκρασίας

πάνω από 120oC. Ακολούθως μετά την διάστρωση γίνεται επιμελημένη συμπίκνωση σε στρώσεις και τέλος γίνεται το μάλωμα του οδοστρώματος με οδοστρωτήρα ή με την δονητική πλάκα. Επιπλέον μία άλλη βλάβη του οδοστρώματος που μπορεί να προκύψει είναι η καταστροφή του οδοστρώματος από διόγκωση που οφείλεται σε διαστολή λόγω υγρασίας των εδαφών που διογκώνονται και επισκευάζεται όπως την περίπτωση των τοπικών ανυψώσεων και ταπεινώσεων του ασφαλτικού οδοστρώματος .

2. Ρωγματώσεις: Οι ρωγματώσεις στα ασφαλτικά οδοστρώματα παρουσιάζουν διάφορες μορφές ,ανάλογα με την αιτία που τις δημιουργεί. Ένα είδος των ρωγματώσεων είναι οι ρωγμές σε μορφή αλιγάτορα (**Εικόνα 12**) οι οποίες σχηματίζουν μεταξύ τους ένας σύνολο μικρών πολυγώνων. Οι ρωγματώσεις τύπου αλιγάτορα σχετίζονται με τα διερχόμενα φορτία και συνήθως περιορίζονται σε εκείνα τα τμήματα του οδοστρώματος που δέχονται επαναλαμβανόμενα φορτία. Στις περισσότερες περιπτώσεις αυτές οι ρωγμές προέρχονται από παραμορφώσεις της ασφαλτικής επιφάνειας λόγω ασταθής βάσης ή υποδομής. Στα αρχικά στάδια εμφάνισης τους είναι διαμήκεις ρωγμές που με την πάροδο του χρόνου και το μέγεθος των διερχόμενων φορτίων διακλαδώνονται και αρχίζουν να ενώνονται μεταξύ τους. Το στάδιο στο οποίο οι μεμονωμένες διαμήκεις ρωγματώσεις αρχίζουν να αλληλοσυνδέονται είναι γνωστό ως στάδιο ρωγμάτωσης Τύπου Αλιγάτορα. Τελικά, οι ρωγμές διαπλέκονται μεταξύ τους σε φολίδες και δημιουργούν ένα μοτίβο που προσομοιάζει στη ράχη αλιγάτορα.



Εικόνα 12. Ρωγμές μορφής αλιγάτορα και λακκούβες.

Σε οδούς περιορισμένου εύρους, δύο λωρίδων κυκλοφορίας, οι ρωγματώσεις τύπου αλιγάτορα μπορεί να προκληθούν κατά μήκος του άξονα της οδού και όχι απαραίτητα στις τροχοσυλακώσεις. Σχεδόν σε όλες τις περιπτώσεις, η κύρια κατεύθυνση των ρωγμών είναι παράλληλη στη διεύθυνση της κυκλοφορίας. Ωστόσο, υπάρχουν περιπτώσεις που το μοτίβο

της ρωγμάτωσης διατρέχει εγκάρσια το οδόστρωμα για λόγους όμως που σχετίζονται με καθίζηση του οδοστρώματος π.χ. λόγω παγετού. Ένα άλλο είδος των ρωγματώσεων είναι οι διαμήκεις ρωγμές (**Εικόνα 13**) που συνήθως διατρέχουν το οδόστρωμα περίπου παράλληλα με τον άξονα της οδού και όταν σχετίζονται με την απαρχή δημιουργίας ρωγμών τύπου αλιγάτορα είναι διακεκομμένες και εμφανίζονται στις τροχοαυλακώσεις .



Εικόνα 13. Διαμήκεις ρωγμές

α) Κοιλώματα και Κυρτώματα: Επιπλέον μια άλλη ζημιά του οδοστρώματος που είναι εξίσου σημαντική είναι τα κοιλώματα και τα κυρτώματα του οδοστρώματος. Οι φθορές αυτού του τύπου καλύπτουν μια κατηγορία καταπονήσεων του οδοστρώματος οι οποίες εμφανίζονται στις τροχοαυλακώσεις αλλά δεν περιορίζονται αποκλειστικά μόνο σ' αυτά τα μέρη της οδού. Συνήθως συναντώνται σε μεμονωμένα τμήματα του οδοστρώματος. Τα κοιλώματα και τα κυρτώματα του οδοστρώματος είναι αποτέλεσμα συνώθησης, καθίζησης και μετακίνησης του οδοστρώματος λόγω διόγκωσης του υπεδάφους ή λόγω μετακίνησης (φούσκωμα ή διάρρηξη) του οδοστρώματος από ρίζες δένδρων.

β) Οι Αυλακώσεις στις τροχιές των τροχών οφείλονται κυρίως σε: καναλοποιημένες καθιζήσεις κατά μήκος της τροχιάς των τροχών, γνωστές ως τροχοαυλακώσεις. Στη πιο κάτω εικόνα παρατηρούμε αυλάκωση του οδοστρώματος. Πιθανά αίτια της αυλάκωσης είναι η συμπίεση ή πλάγια μετακίνηση των υποκείμενων στρώσεων από την κυκλοφορία καθώς και η μετατόπιση του ίδιου του τάπητα κυκλοφορίας (**Εικόνα 14**) .

Αίτια: Οφείλονται στην παραμένουσα παραμόρφωση του ασφαλτομείγματος που εμφανίζεται με την πάροδο του χρόνου (>5-7 ετών) ή την καθίζηση των στρώσεων λόγω κακής συμπύκνωσης ή την πλευρική μετακίνηση μιας ή περισσοτέρων στρώσεων κάτω από την επίδραση των αξονικών φορτίων. Επίσης τροχοαυλακώσεις μπορούν να δημιουργηθούν

και μόνο από την υψηλή παραμορφωσιμότητα του ασφαλτομείγματος, που χαρακτηρίζεται από χαμηλή ευστάθεια και υψηλή παραμόρφωση κατά Marshall μικρό ποσοστό κενών εμφανίζονται συνήθως σε σύντομο χρονικό διάστημα μετά την κατασκευή και με την πάροδο του χρόνου, συνοδεύονται και από τοπικές ανυψώσεις δεξιά και αριστερά της αυλακώσεως και καθ' όλο το μήκος αυτής. Τυπική μορφή τροχοαυλακώσεων φαίνονται στην **Εικόνα 14**.



Εικόνα 14. Αυλάκωση και μετατόπιση του τάπητα καθίζησης κατά μήκος της τροχιάς των τροχών

Θεραπεία: α) με την πλήρωση των αυλακώσεων με ψυχρό ασφαλτόμειγμα τύπου slurry-seal διαβάθμιση II ή III , β) με την διάστρωση θερμού ασφαλτομείγματος τοπικά, γ) με την διάστρωση νέας ασφαλτικής αφού προηγουμένως φρεζαριστεί η επιφάνεια.

Της δεύτερης περίπτωσης λόγω υψηλής παραμορφωσιμότητας του ασφαλτομείγματος οπωσδήποτε η απομάκρυνση της συγκεκριμένης ασφαλτικής στρώσης και κατόπιν η επαναδιάστρωση αυτής με νέο κατάλληλο ασφαλτόμειγμα. Η απομάκρυνση της στρώσης γίνεται με φρεζάρισμα σε βάθος συνήθως 40-50mm. Πριν τη διάστρωση του νέου ασφαλτομείγματος απαιτείται συγκολλητική επάλειψη με κατιονικό γαλάκτωμα. Για την επιδιόρθωση τέτοιου είδους παραμόρφωσης πρέπει να γίνει μια σειρά από διαδικασίες όπως ο καθορισμός των ορίων κάθε αυλάκωσης και σήμανση τους, η εφαρμογή ελαφριάς συγκολλητικής επάλειψης (0,4-0,7) και μετά η διάστρωση ασφαλτομείγματος πυκνής σύνθεσης για την πλήρωση των αυλακώσεων. Ακολούθως πρέπει να γίνει συμπύκνωση με οδοστρωτήρα και τέλος η επικάλυψη του αντίστοιχου τμήματος της οδού σε όλο το πλάτος με ασφαλτοτάπητα μικρού πάχους ή με σφραγιστική επάλειψη .



Εικόνα 15. Μέγεθος της αυλάκωση του οδοστρώματος

γ) Οι διαμήκεις ρωγμές: που εντοπίζονται στις τροχοαυλακώσεις θα πρέπει να καταγράφονται και στην καταγραφή δε θα πρέπει να συνυπολογίζονται ρωγμές που βρίσκονται σε πλάτος ως και 15 cm από τις ακμές κάθε λωρίδας κυκλοφορίας.

Αίτια: Τέτοιου είδους ρωγμές οφείλονται ή σχετίζονται με την κατάσταση συναρμογής των στρώσεων του οδοστρώματος. Στην **Εικόνα 15** παρατηρείται μία διαμήκης ρωγμή σε μεγάλο μέγεθος η οποία διατρέχει το οδόστρωμα περίπου παράλληλα με τον άξονα της οδού. Πιθανή αίτια της δημιουργίας της διαμήκης ρωγμής είναι η κατάσταση συναρμογής των στρώσεων του οδοστρώματος. Συνήθως οφείλονται σε κακοτεχνίες στη κατασκευή του οδοστρώματος. Τέτοιου είδους επιφανειακές ρωγμές σχετίζονται με ρωγμές στο εσωτερικό του οδοστρώματος στις θέσεις επαφής των υλικών στρώσης ή με ρωγμές που εμφανίζονται στις ακμές της οδού. Αυτές οι ρωγμές δεν σχετίζονται με τα φορτία που διατρέχουν την οδό. Σε μερικές περιπτώσεις, η απλή πλήρωση τους με ασφαλτικό υλικό, είναι η σωστή θεραπεία. Σε άλλες περιπτώσεις απαιτείται η πλήρης εκσκαφή της ρωγματωμένης επιφάνειας και η εξασφάλιση της αποστράγγισης του οδοστρώματος, πριν επιχειρήσουμε την οριστική επισκευή της φθοράς. Έτσι το πρώτο βήμα για την ορθή αντιμετώπιση του προβλήματος είναι να προσδιορισθεί η αιτία της ρωγμάτωσης.

Θεραπεία: Οι επιδιορθώσεις των ρωγματώσεων που δημιουργούνται σε ένα οδόστρωμα ανάλογα με το βαθμό σοβαρότητας τους και το είδος τους είναι οι εξής :

➤ **Χαμηλού βαθμού** –Κατασκευάζονται απλά μπαλώματα με θερμή άσφαλτο που ψεκάζεται στο οδόστρωμα. Στη συνέχεια στην επιφάνεια διασπείρονται ψηφίδες που ενσωματώνονται στο οδόστρωμα με χρήση οδοστρωτήρα. Οι επιδιορθώσεις αυτού του τύπου γίνονται αντιληπτές από τις κοφτές, ίσιες πλευρές τους, την τραχεία υφή τους και από το ανάγλυφο τους που ακολουθεί το ανάγλυφο των υποκείμενων στρώσεων. Συνήθως

κατασκευάζονται για να καλύψουν μικρής σοβαρότητας φθορές που προκαλούνται από αποκόλληση αδρανούς υλικού και σκασίματα της ασφάλτου.

➤ **Μέσου βαθμού** – Οι επιδιορθώσεις αυτού του τύπου είναι μεταβλητού πάχους και έχουν ακανόνιστο σχήμα με τις πλευρές τους να ακολουθούν το ανάγλυφο του οδοστρώματος που τις περιβάλλει. Κατασκευάζονται για να καλύψουν ή να αντικαταστήσουν τμήματα που εμφανίζουν σοβαρά προβλήματα από φθορές τύπου αλιγάτορα, λακκούβες, αυλακώσεις που αφήνουν οι τροχοί και άλλου είδους καταπονήσεις. Τα μπαλώματα αυτά κατασκευάζονται με ψυχρή άσφαλτο.

➤ **Υψηλού βαθμού** – Επιδιορθώσεις που γίνονται με εκσκαφή σε όλο το βάθος του οδοστρώματος είναι οι πιο σοβαρές. Κατασκευάζονται με προσεκτική αφαίρεση μέρους του οδοστρώματος σε όλο το βάθος του και αναπλήρωση του κενού που δημιουργείται με κατάλληλο υλικό. Οι επισκευές αυτού του είδους θα πρέπει να είναι εξίσου ή περισσότερο ανθεκτικές από το αρχικό οδόστρωμα και κατασκευάζονται για να αντιμετωπισθούν σοβαρά προβλήματα από ρωγματώσεις τύπου αλιγάτορα.

δ) Λακκούβες: Στο πιο πάνω οδόστρωμα παρατηρούνται ρωγμές μορφής αλιγάτορα και λακκούβες. Οι λακκούβες είναι αποτέλεσμα της προχωρημένης ρωγμάτωσης τύπου αλιγάτορα. Πιθανές αιτίες της βλάβης του οδοστρώματος είναι οι παραμορφώσεις της ασφατικής επιφάνειας λόγω ασταθής βάσης ή υποδομής και από τα διερχόμενα φορτία. Επίσης είναι η ανεπαρκή αντοχή του οδοστρώματος λόγω μειωμένου πάχους ασφατικής στρώσης ή μικρή περιεκτικότητα σε άσφαλτο ή ανεπαρκή απορροή του ύδατος από την επιφάνεια του εδάφους. Οι λακκούβες έχουν μορφή μικρών λεκανών (**Εικόνα 16**) και προέρχονται από τοπική αποσύνθεση του οδοστρώματος που στην πορεία εξελίσσονται σε πιο μεγάλα μεγέθη. Συνήθως οφείλονται σε ανεπαρκή αντοχή του οδοστρώματος λόγω μειωμένου πάχους ασφατικής στρώσης ή μικρή περιεκτικότητα σε άσφαλτο ή ανεπαρκή απορροή του ύδατος από την επιφάνεια του εδάφους. Οι λακκούβες, και άλλες φθορές λόγω αποφλοίωσης του οδοστρώματος είναι αποτέλεσμα προχωρημένης ρωγμάτωσης τύπου αλιγάτορα. Η βλάβη που έχει υποστεί το πιο πάνω οδόστρωμα κατατάσσεται στα είδη ρωγμών μορφής αλιγάτορα. Στην περίπτωση αυτή, η κύρια κατεύθυνση των ρωγμών είναι παράλληλη στη διεύθυνση της κυκλοφορίας.



Εικόνα 16. Λακκούβες

Πιθανές αιτίες της βλάβης του οδοστρώματος είναι οι παραμορφώσεις της ασφαλτικής επιφάνειας λόγω ασταθής βάσης ή υποδομής. Αδυναμίες του ασφαλτομείγματος ή της δομής του οδοστρώματος όπως: **α)** έλλειψη συνδετικού υλικού στο ασφαλτόμειγμα, **β)** μειωμένο πάχος τάπητα κυκλοφορίας, **γ)** τοπική αστοχία κατά την κατασκευή των στρώσεων, κυρίως της βάσης και **δ)** μη καλή τοπική αποστράγγιση της οδού από επιδείνωση της αποκόλλησης των αδρανών.

Τρόποι Επιδιόρθωσης των λακκουβών: Για την επιδιόρθωση των λακκουβών γίνεται εκσκαφή μέχρι να βρεθεί γερή και σταθερή στρώση και στην συνέχεια συγκολλητική επάλειψη. Ακολούθως γεμίζεται με ασφαλτόμειγμα και γίνεται συμπίκνωση. Τέλος γίνεται εξομάλυνση της επιφάνειας του μπαλώματος. Η επιδιόρθωση που επιβάλλεται να γίνει είναι να γίνει εκσκαφή σε τέτοιο βάθος όσο χρειάζεται για να εξασφαλισθεί σταθερή θεμελίωση. Η περίμετρος της εκσκαφής πρέπει να εισχωρεί στο υγιές οδόστρωμα κατά 30cm τουλάχιστο, πέρα από την ρωγματομένη επιφάνεια. Στη συνέχεια πρέπει να γίνει ελαφριά συγκολλητική επάλειψη με καθαρή άσφαλο των τοιχωμάτων της εκσκαφής. Ακολούθως γίνεται πλήρωση της εκσκαφής με ασφαλτόμειγμα πυκνής σύνθεσης και θερμοκρασίας πάνω από 120 βαθμούς κελσίου. Το ασφαλτόμειγμα πρέπει να διαστρώνεται προσεκτικά για να αποφύγουμε το διαχωρισμό του. Τέλος πρέπει να γίνει επιμελημένη συμπίκνωση του ασφαλτομείγματος με Μηχανικό οδοστρωτήρα ή με δονητική πλάκα και ακολούθως έλεγχος της ομαλότητας της επιφάνειας. Κατά την προσωρινή συντήρηση γίνεται απλός καθαρισμός της λακκούβας και πλήρωση αυτής με κατάλληλο θερμό ή ψυχρό ασφαλτόμειγμα ή έτοιμο συσκευασμένο ψυχρό ασφαλτόμειγμα. Κατά την οριστική συντήρηση γίνεται κόψιμο και τετραγωνισμός της λακκούβας κατά τέτοιο τρόπο ώστε να υπάρχει υγιές πλευρικό υλικό στρώσης, επιμελής καθαρισμός, ψεκασμός των τοιχωμάτων και της επιφάνειας με κατιονικό

γαλάκτωμα, πλήρωση αυτής με κατάλληλο θερμό ή ψυχρό ασφαλτόμειγμα και τέλος κατάλληλη κυλίνδρωση. Το ψυχρό ασφαλτόμειγμα μπορεί να παρασκευαστεί επί του έργου ή σε μόνιμες εγκαταστάσεις με κατάλληλο κατιονικό γαλάκτωμα. Η χρήση διαλυτών παρέχει τη δυνατότητα αποθήκευσης αυτού για μακρό χρονικό διάστημα μέχρι και 8 μήνες. Λύνει το πρόβλημα της έλλειψης θερμού ασφαλτομείγματος κατά τη διάρκεια των χειμερινών μηνών. Επίσης λύνει το πρόβλημα των περιοχών που στερούνται συγκροτημάτων παραγωγής ασφαλτομειγμάτων. Ενώ είναι εύκολο στη χρήση του συνιστάται, να εναποτίθεται το μίγμα στην λακούβα και να ακολουθεί ελαφρά κυλίνδρωση.

3. Αποσύνθεση της επιφάνειας του οδοστρώματος: Με τον όρο αποσύνθεση του οδοστρώματος εννοούμε τον κατακερματισμό του σε μικρά χαλαρά κομμάτια. Στην περίπτωση αυτή περιλαμβάνεται και η αποκόλληση των κόκκων των αδρανών. Η αποκόλληση αδρανούς υλικού και η γήρανση του οδοστρώματος παρατηρείται όταν αποκολλώνται αδρανή στοιχεία από το οδόστρωμα, ή όταν το οδόστρωμα οξειδώνεται με αποτέλεσμα να διαλύεται η συνδετική ύλη της ασφάλτου και αντίστοιχα. Εάν η αποσύνθεση όπως ορίστηκε παραπάνω δε συντηρηθεί έγκαιρα, είναι σίγουρο ότι θα οδηγήσει πολύ σύντομα σε κατάσταση όπου θα απαιτείται αποκατάσταση του οδοστρώματος. Οι κυριότερες μορφές αποσύνθεσης του οδοστρώματος σε αρχικό στάδιο είναι η αποκόλληση αδρανών και ακολουθεί αποσύνθεση των (Εικόνα 17) στην συνέχεια η δημιουργία λακκουβών. Όταν συμβαίνει αυτό, το ασφαλτικό οδόστρωμα χάνει τη λεία επιφάνεια του και αρχίζει να φαίνεται τραχύ και πορώδες. Ο αποχωρισμός γίνεται κατά στάδια πρώτα των λεπτόκοκκων και στη συνέχεια των χονδροκόκκων αδρανών από το ασφαλτικό συνδετικό.



Εικόνα 17. Αποσύνθεση της επιφάνειας του οδοστρώματος

Η βλάβη αυτή μπορεί να προέρχεται από ανεπαρκή συμπύκνωση της ασφαλτικής στρώσης, η λόγω κατασκευής της στρώσης κατά την διάρκεια ψυχρού ή υγρού καιρού αλλά επίσης και

λόγω χρησιμοποίησης μη καθαρών αδρανών ή αδρανών με κόκκους αποσυντιθέμενους εκ των υστέρων. Ακόμη μπορεί να εμφανιστεί το πιο πάνω πρόβλημα και λόγω μικρής περιεκτικότητας ασφάλτου ή υπερθέρμανσης του ασφαλτομείγματος.

Τρόποι Επιδιόρθωσης της αποσύνθεσης: Οι επιδιορθώσεις που γίνονται στο οδόστρωμα σε περίπτωση αποσύνθεσης είναι η κατασκευή μιας σφραγιστικής επάλειψης ή προσωρινή σφράγιση της φθαρμένης επιφάνειας με ασφαλτικό γαλάκτωμα.

4. Ανάδυση υλικού: Η ανάδυση συνίσταται στην εμφάνιση υλικού συνήθως ασφάλτου, ύδατος ή μίγματος από άσφαλο και άμμου, στην επιφάνεια κύλισης του οδοστρώματος (Εικόνα 18). Τα υλικά που αναδύονται στην επιφάνεια, δημιουργούν μια μεμβράνη, που γίνεται πολλές φορές αιτία ολισθηρότητας. Επίσης συμπτώματα εκχείλισης ή εφίδρωσης του ασφαλτικού τάπητα υποδηλώνονται από περίσσεια ασφαλτικού υλικού στην επιφάνεια του οδοστρώματος που εμφανίζει γυαλιστερή σαν καθρέφτη επιφάνεια η οποία σε υψηλές θερμοκρασίες γίνεται κολλώδης. Τα υλικά που αναδύονται στην επιφάνεια, δημιουργούν μια μεμβράνη, που γίνεται πολλές φορές αιτία ολισθηρότητας.



Εικόνα 18. Ανάδυση υλικού

Έτσι παρατηρείται μια κάθετη μετακίνηση της ασφάλτου μέσα στο ασφαλτόμειγμα και η εμφάνιση αυτής στην επιφάνεια του οδοστρώματος δημιουργώντας έναν ασφαλτικό υμένα. Το φαινόμενο αυτό εμφανίζεται μόνο κατά την περίοδο των θερινών μηνών σε υψηλές θερμοκρασίες και εξαρτάται άμεσα από το πορώδες των αδρανών.

Αίτια: Από την ύπαρξη περίσσειας ασφάλτου στο ασφαλτόμειγμα ή ο ψεκάσμο πλέον της απαιτούμενης ποσότητας συγκολλητικής επάλειψης ή προεπάλειψης. Οι υψηλές θερμοκρασίες εξάλλου μπορούν να προκαλέσουν ροή της ασφάλτου με αποτέλεσμα την εφίδρωση του οδοστρώματος και την απώλεια της αντιολισθηρότητας του. Η ανάδυση συνίσταται στην

εμφάνιση υλικού συνήθως ασφάλτου, ύδατος ή μίγματος από άσφαλτο και άμμο, στην επιφάνεια κύλισης του οδοστρώματος.

Τρόποι Επιδιόρθωσης Ανάδυση Υλικού-Θεραπεία: Αποκαθίσταται με διασπορά και κυλίνδρωση θερμών λεπτόκοκκων αδρανών, ή με εκτοξευτήρες θερμού αέρα. Σε ορισμένες περιπτώσεις η επιφάνεια μπορεί να φρεζαριστεί με ειδικές φρέζες. Όταν η ανάδυση ασφάλτου είναι σε μεγάλη έκταση και ιδιαίτερα όταν αυτή είναι σοβαρή συνιστάται να αποξηλώνεται όλη η στρώση και να αποκαθίσταται με νέο ασφαλτόμειγμα.

2.2 Τα επίπεδα εξυπηρέτησης και επέμβασης

Για την κύρια συντήρηση των οδοστρωμάτων αλλά και δευτερευουσών εργασιών καθορίζονται δύο επίπεδα εξυπηρέτησης και αντίστοιχα επίπεδα επέμβασης.

α) Επίπεδο διερεύνησης ή προειδοποίησης (στοιχειώδης συντήρηση): Καθορίζεται από το κατώτερο ανεκτό επίπεδο των χαρακτηριστικών του οδοστρώματος. Αποτελεί προειδοποίηση για το φορέα διαχείρισης ώστε να προβεί σε συστηματική τεχνοοικονομική αξιολόγηση του οδοστρώματος, για την αναγκαιότητα επεμβάσεων μεγάλης έκτασης. Στο στάδιο της διερεύνησης, ενδέχεται να απαιτηθεί η εκτέλεση εργασιών στοιχειώδους συντήρησης ή συμπληρωματικής σήμανσης για την ασφάλεια των χρηστών.

β) Επίπεδο επέμβασης (εργασίες συντήρησης μεγάλης έκτασης): Καθορίζεται από το επίπεδο των χαρακτηριστικών του οδοστρώματος και το μέγεθος της ζημιάς που επιβάλουν την αντίστοιχη επέμβαση με εργασίες συντήρησης μεγάλης κλίμακας ή μικρής.

ι) Όρια της δομικής αντοχής: Ως δομική αντοχή ή φέρουσα ικανότητα οδοστρώματος ορίζεται η ικανότητα του οδοστρώματος να φέρει τα φορτία της κυκλοφορίας και να τα μεταβιβάζει μειωμένα στο έδαφος. Όμως ο κυκλοφοριακός φόρτος και κατ' επέκταση το περιβάλλον, μειώνουν την φέρουσα ικανότητα του οδοστρώματος με συνέπεια την εμφάνιση φθορών. Τα φορτία της κυκλοφορίας προκαλούν καταπονήσεις στο οδόστρωμα, με αποτέλεσμα την εμφάνιση ρωγματώσεων, αυλακώσεων, ολισθήσεων κτλ. Περιβαλλοντικοί παράγοντες, όπως οι θερμοκρασιακές μεταβολές προκαλούν επίσης εντατικές καταστάσεις αλλά και τη γήρανση των ασφαλτικών υλικών, με αποτέλεσμα την εμφάνιση αστοχιών / ρωγματώσεων. Ως δομική επάρκεια ενός οδοστρώματος ορίζεται η εναπομένουσα διάρκεια ζωής, εκφραζόμενη είτε σε ισοδύναμες διελεύσεις, είτε σε έτη, λαμβάνοντας υπόψη τους αντίστοιχους μελλοντικούς κυκλοφοριακούς φόρτους του σχεδιασμού ή το χρόνο ζωής του οδοστρώματος, που προβλέπεται από το σχεδιασμό.

ii) Μετρήσεις δομικής αντοχής: Πραγματοποιούνται με ειδικά συστήματα μη καταστρεπτικών μετρήσεων αλλά και με δειγματοληπτικούς ελέγχους. Τα συστήματα μέτρησης της δομικής αντοχής τους οδοστρώματος διακρίνονται σε δύο βασικές κατηγορίες. Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν τα συστήματα Deflectograph., που επιβάλλουν στατικό φορτίο στην επιφάνεια του οδοστρώματος και καταγράφουν την μέγιστη τυπική βύθιση, που επέρχεται στο οδόστρωμα σημειακά και ανά συγκεκριμένες αποστάσεις.

Στη δεύτερη κατηγορία ανήκουν τα συστήματα που επιβάλλουν δυναμικό (κρουστικό) φορτίο στην επιφάνεια του οδοστρώματος και καταγράφουν τη βύθιση που επέρχεται στο οδόστρωμα. Οι μετρήσεις των βυθίσεων γίνονται ανά αποστάσεις των 20 έως 40 μέτρων με τη βοήθεια μηχανημάτων αυτής της κατηγορίας που είναι το Falling Weight Deflectometer (FWD) που πρωτοκατασκευάστηκε στη Δανία.

Πέραν των μετρήσεων, η συνολική εκτίμηση της δομικής κατάστασης του οδοστρώματος απαιτεί την ύπαρξη επαρκών ιστορικών στοιχείων και δεδομένων, όπως πάχη στρώσεων, υλικά κατασκευής, ισοδύναμες διελεύσεις καθώς και αξιόπιστων προσομοιωμάτων πρόβλεψης των κυκλοφοριακών φόρτων.

Οι μετρήσεις της δομικής κατάστασης του οδοστρώματος αποτελούν οδηγό για την αξιολόγηση της κατάστασης του οδοστρώματος που πρέπει να συνοδεύονται από δειγματοληπτικούς ελέγχους και επιτόπιες έρευνες καταγραφή του πάχους των στρώσεων του οδοστρώματος καθ' όλο το μήκος του αυτοκινητόδρομου με χρήση συστήματος ραντάρ (Ground Penetrated Radar, GPR –**Εικόνα 7 Παράρτημα**)

Σε κάθε περίπτωση ενός προγράμματος αποκατάστασης οδοστρωμάτων, οι μετρήσεις της δομικής αντοχής αποτελούν πολύτιμο εργαλείο για τη λήψη των σχετικών αποφάσεων για την αποκατάσταση των βλαβών ή την ενίσχυση του οδοστρώματος.

iii) Συχνότητα μετρήσεων: Τα τρία (3) πρώτα έτη από την έναρξη μετρήσεων, οι μη καταστρεπτικές μετρήσεις βύθισης γίνονται στη δεξιά λωρίδα κυκλοφορίας του αυτοκινητόδρομου μια φορά το χρόνο, ανά διαστήματα των 200 m το ελάχιστο.

Οι συσσωματώσεις στην διάρκεια της τοποθέτησης του ασφαλτικού Μίγματος μπορούν να προκαλέσουν φθορές στο οδόστρωμα. Πολλές φορές συμβαίνει κατά την διάρκεια της επίστρωσης με το ασφαλτικό υλικό, να αλλάζει η διαβάθμιση του μίγματος με αποτέλεσμα την ανομοιόμορφη μηχανική τους συμπεριφορά. Αποτέλεσμα είναι η αποκόλληση τους από το υπόστρωμα και η δημιουργία πτυχώσεων, ή εμφάνιση ρωγματώσεων .

iv) Άλλα είδη μετρήσεων: α) Οι μεταβολές στο ποσοστό υγρασίας δηλαδή όταν το νερό εισέρχεται μέσα στο οδόστρωμα από πολλές αιτίες με αποτέλεσμα αυτό το νερό να μπορεί να καθιζάνει βαθύτερα από το οδόστρωμα ή κάτω από τα διάφορα στρώματα του οδοστρώματος δημιουργώντας μια σημαντική αιτία πρόωρης καταστροφής του. Ο εντοπισμός περιοχών με αυξημένο ποσοστό υγρασίας μέσα στο οδόστρωμα δίνει την δυνατότητα στους μηχανικούς να δρουν πάνω στο πρόβλημα διορθώνοντας την καθίζηση ή/και να διορθώσουν την ευρύτερη περιοχή που έχει υποστεί ζημιές. Ο προσδιορισμός της μεταβολής στο ποσοστό υγρασίας στην γεωφυσική γίνεται αφού πρώτα καθοριστεί ένα σημείο αναφοράς, αυτό που έχει την λιγότερη υγρασία. Με βάση αυτό το σημείο και με διαρκή σύγκριση ελέγχονται όλες οι επιφάνειες ενός οδοστρώματος. Πολλές δύσκολες εδαφικές συνθήκες όπως οι πιο πάνω όπως επίσης και οι αντιξοότητες στη θέση κατασκευής μεγάλων έργων οδοποιίας δημιουργούν την ανάγκη να αναζητηθούν τρόποι εξάλειψης ή απάλυνσης αυτών των καταστάσεων, ώστε οδοί και γέφυρες να μπορούν να κατασκευαστούν με τρόπο **ασφαλή και επαρκή και από άποψης αντοχής**. Δυστυχώς πολλές φορές τα προβλήματα εμφανίζονται μετά την ολοκλήρωση της κατασκευής και την παράδοση του έργου στην κυκλοφορία με αποτέλεσμα να επιβάλετε η άμεση συντήρησή τους.

β) Η ποιότητα της κατασκευής και η συμπεριφορά και απόδοση του οδοστρώματος οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στην καταλληλότητα των χρησιμοποιούμενων υλικών, στον κυκλοφοριακό φόρτο, στις συνθήκες του περιβάλλοντος και στην ορθότητα της μελέτης διαστασιολόγησης του οδοστρώματος. Έχει όμως αποδειχθεί ότι ο μεγαλύτερος κίνδυνος από τις κλιματολογικές συνθήκες είναι η υπερβολική υγρασία, η οποία εμφανίζεται στο σώμα του οδοστρώματος λόγω κακής αποστράγγισης και αποχέτευσης του. Ο τεκτονισμός είναι πολύ σημαντικός στην ορεινή ζώνη. Μεγάλος αριθμός διακλάσεων, ρωγματώσεων και άλλων ασυνεχειών που διατρέχουν τη μάζα των πετρωμάτων προς όλες τις κατευθύνσεις υποβοηθώντας την αποσάθρωση και τη διάβρωση και τη δημιουργία ενός επικαλύμματος αποσαθρωμένου μανδύα όπου το ευνοούν οι τοπογραφικές συνθήκες. Τα προϊόντα της αποσάθρωσης μεταφέρονται στα χαμηλότερα σημεία από τα υδάτινα ρεύματα. Η παρουσία, πάντως πυκνής δασικής βλάστησης προστατεύει αποτελεσματικά το έδαφος.

2.3 Γεωφυσική για μέτρηση της δομική αντοχής

Συσκευές Ελέγχου: Η δομική αντοχή (φέρουσα ικανότητα) του οδοστρώματος μπορεί να διαπιστωθεί μετά από επεξεργασία και εξειδικευμένη ανάλυση στοιχείων οδοστρώματος που συλλέγονται επιτόπου με ειδικά συστήματα μη καταστρεπτικών μετρήσεων και επικουρικά με δειγματοληπτικούς ελέγχους. Ο έλεγχος της φέρουσας ικανότητας του οδοστρώματος

γίνεται και με επί τόπου δειγματοληπτικούς ελέγχους, όπως είναι η λήψη καρώτων (κυλινδρικού δοκιμίου) (Εικόνα 6 Παράρτημα.) για τη μέτρηση των μηχανικών ιδιοτήτων στο εργαστήριο και την ανάλυση του οδοστρώματος και διανοίξεις λάκκων στο οδόστρωμα μέχρι την επιφάνεια των χωματουργικών, για τον προσδιορισμό της φέρουσας ικανότητας των επάλληλων στρώσεων της οδού. Οι μετρήσεις της αντιολισθηρότητας, του βάθους υφής και της ομαλότητας γίνονται πλέον με σύγχρονα συστήματα τα οποία κινούνται με τη συνήθη ταχύτητα κυκλοφορίας, χωρίς να παρενοχλείτε η ομαλότητα της κυκλοφορία των οχημάτων. Οι μετρήσεις της δομικής αντοχής του οδοστρώματος είναι πιο χρονοβόρες, μεγαλύτερου κόστους και επιφέρουν μικρή παρενόχληση της κυκλοφορίας των οχημάτων. Έτσι, είναι σημαντικό ο προγραμματισμός των επιθεωρήσεων να γίνεται με τρόπο ώστε να επιτυγχάνεται η βέλτιστη οικονομική λύση. Έτσι εφαρμόζεται η εφαρμοσμένη Γεωφυσική **για εντοπισμό των βλαβών.**

Η εφαρμοσμένη γεωφυσική έρχεται σήμερα να συμπληρώσει όλα τα ερωτήματα που έχουν να κάνουν με το υπέδαφος, δίνοντας στους πολιτικούς μηχανικούς, στους αρχιτέκτονες, στους project managers μια γρήγορη και ακριβή εικόνα της δομικής αντοχής της οδού με ταυτόχρονα χαμηλό κόστος. Το μεγάλο πλεονέκτημά της είναι ότι δίνει πληροφορίες (Εικόνα 7 Παράρτημα.) χωρίς καμία μηχανική παρέμβαση επί του εδάφους (εκσκαφή, διάτρηση κ.α.) καθώς επίσης και συνεχή δεδομένα σε αντίθεση με εκείνα των δειγματοληπτικών γεωτρήσεων που αναφέρονται μόνο σε ένα σημείο. Η **γεωφυσική** μπορεί να δώσει σημαντική πληροφορία για την κατάσταση ενός οδοστρώματος, ιδιαίτερα εάν εκλεγούν οι κατάλληλες μέθοδοι και εφαρμοσθούν στα σωστά διαστήματα. Οι μέθοδοι αυτοί θα πρέπει να προηγούνται σε κάθε λήψη σημαντικών αποφάσεων όπως επίσης και πριν χρησιμοποιηθούν άλλες μέθοδοι όπως είναι οι διατρητική δειγματοληψία και εργαστηριακοί έλεγχοι. Το επιπλέον κόστος των τεχνικών αυτών είναι ελάχιστο σε σχέση με την αντίστοιχη πληροφορία που ανακτάται. Ακόμη, η γεωφυσική μπορεί να συνεισφέρει στην προληπτική συντήρηση των οδοστρωμάτων, αυξάνοντας σημαντικά τον χρόνο ζωής των. Η σημερινή τεχνική της λήψης δειγμάτων δεν έχει αποδειχθεί ως η καλύτερη δεδομένου ότι αφενός μεν εφαρμόζεται σε σημεία όπου τελικά η φθορά είναι αρκετά μεγάλη και επομένως δραστηκώς μέτρα επιδιόρθωσης πρέπει να ληφθούν, αφετέρου δε δεν έχει την ευχέρεια κάλυψης μεγάλων αποστάσεων ούτε παρέχει επαναλαμβανόμενα αποτελέσματα. (Κοφίτσας Δ. Ιωάννης, 2001)

2.3.1 Οι τομείς εφαρμογής της γεωφυσικής στον τομέα των οδοστρωμάτων είναι:

α) Ποιοτικός έλεγχος νέων οδοστρωμάτων,

β) Έλεγχος της κατάστασης παλαιών οδοστρωμάτων.

Ο ποιοτικός έλεγχος των νέων οδοστρωμάτων με γεωφυσικές μεθόδους είναι μια σωστή διαδικασία γιατί μπορεί να εφαρμοσθεί αμέσως μετά από λίγες ώρες αφού έχουν αυτά επιστρωθεί. Οι μέθοδοι αυτοί έχουν σκοπό να προσδιορίσουν το μέτρο ελαστικότητας και το πάχος των οδοστρωμάτων. (Εικόνα 5. Παράρτημα)

Ο Ποιοτικός Έλεγχος (ΠΕ) είναι η εφαρμογή όλων των τεχνικών μέτρησης και ελέγχου των κατασκευών με στόχο να διασφαλίσουν την ποιότητα των. Η Διασφάλιση Ποιότητας (Π) μπορεί να οριστεί ως: Ο έλεγχος και η δοκιμή γίνονται για να ελεγχθεί η συμβατότητά του με τις προδιαγραφές και να εξακριβωθεί η ποιότητα του τελικού προϊόντος του οδοστρώματος. Οι δύο παραπάνω ορισμοί – έννοιες, αν και είναι αρκετά όμοιοι, έχουν συγκεκριμένους σκοπούς. Δηλαδή τα Προγράμματα Ποιοτικού Ελέγχου στρέφονται προς την ποιότητα της κατασκευής του οδοστρώματος και συνήθως περιλαμβάνουν:

- Οπτικό έλεγχο της διαδικασίας κατασκευής .
- Προσεκτικό εργαστηριακό έλεγχο των υλικών που έχουν χρησιμοποιηθεί.
- Επιβεβαιώνουν την ποιότητα νέων ή παλαιών κατασκευών.
- Ενσωματώνουν γεωφυσικές τεχνικές και εργαλεία και παρέχουν έτσι ένα ισχυρό εργαλείο που να διασφαλίζει την συμβατότητα των έργων με τις απαιτήσεις των προδιαγραφών.

2.3.1.1 Έλεγχος Ποιότητας νέων Οδοστρωμάτων

Η Εγκατάσταση της «συνθήκης βάσης» δηλαδή η βάση αφορά την ακριβή αποτύπωση ενός νέου οδοστρώματος σε όλο το μήκος του με επιλεγμένες γεωφυσικές μεθόδους. Το αρχείο που προκύπτει από τις μετρήσεις μπορεί να φυλαχθεί και να χρησιμοποιηθεί μετέπειτα σαν οδηγός ελέγχου και προγραμματισμού επιδιορθώσεων. Η μέθοδος αυτή είναι και η μοναδική που μπορεί να δώσει αξιόπιστα αποτελέσματα και σε μεγάλο μήκος εάν συνδυαστεί με αντίστοιχες σημειακές μεθόδους όπως η λήψη δειγμάτων κ.α.

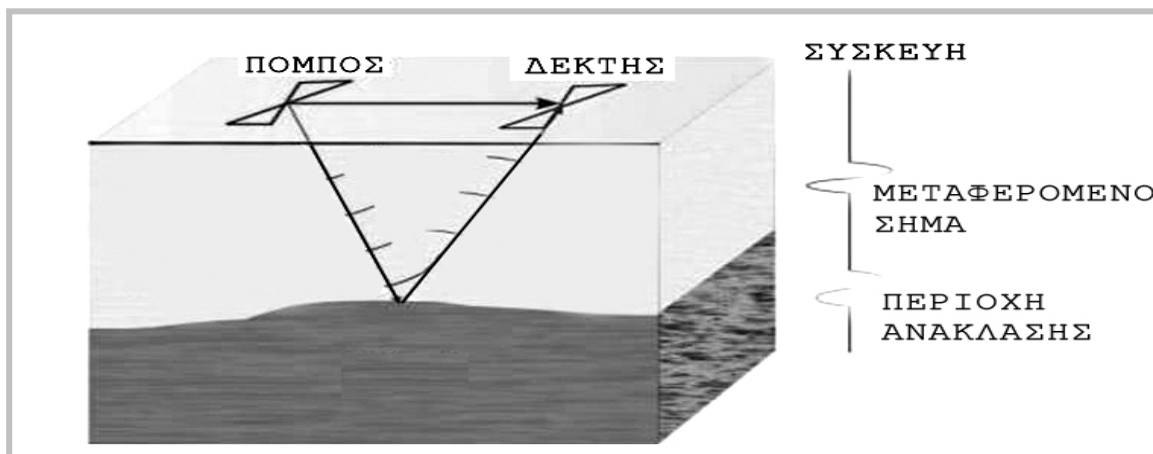
Η κύρια γεωφυσική μέθοδος στον τομέα της διασφάλισης Ποιότητας των νέων οδοστρωμάτων είναι η μέθοδος του υπεδάφιου ραντάρ. Η Αρχή λειτουργίας του υπεδάφιου ραντάρ βασίζεται στην φασματική ανάλυση των επιφανειακών κυμάτων.

Κενά κάτω από το οδόστρωμα: Με την πιο πάνω Μέθοδο μπορούν να εντοπισθούν κενά μέσα στις στρώσεις του οδοστρώματος και έτσι να ξεκινήσει μια διαδικασία επιδιόρθωσής τους.

Τα κενά αυτά οφείλονται κυρίως λόγω περιβαλλοντικών αλλαγών. Δηλαδή τα οδοστρώματα υφίστανται καθημερινές αλλά και εποχιακές μεταβολές. Κατά την διάρκεια του χειμώνα μπορεί να μπει νερό στη βάση τους, ως αποτέλεσμα η βάση να αρχίζει να ασθενεί και έτσι με τον τρόπο αυτό να μπορεί να υποστεί καθίζηση δημιουργώντας σημειακό κενό.

2.3.1.2 Έλεγχος της κατάστασης των παλαιών Οδοστρωμάτων.

Για τη συνολική εικόνα της κατάστασης των παλαιών οδοστρωμάτων χρησιμοποιείται η μέθοδος του υπεδάφιο ραντάρ GPR (Εικόνα 19). Το υπεδάφιο ραντάρ χρησιμοποιεί έναν υψηλής συχνότητας παλμό, από 80 μέχρι 1500 MHz, με κεραία διαμέσου του υπέδαφος. Οι παλμοί που εκπέμπονται, ανακλώνται στα διάφορα υπόγεια σώματα ή στρώματα και επιστρέφουν στην επιφάνεια, όπου και ανιχνεύονται από δέκτη. Οι επιφάνειες, οι οποίες ανακλούν τους παλμούς του ραντάρ είναι στρώματα του εδάφους, αντικείμενα ή οτιδήποτε διαφέρει στην ηλεκτρική αντίσταση από το περιβάλλον του.

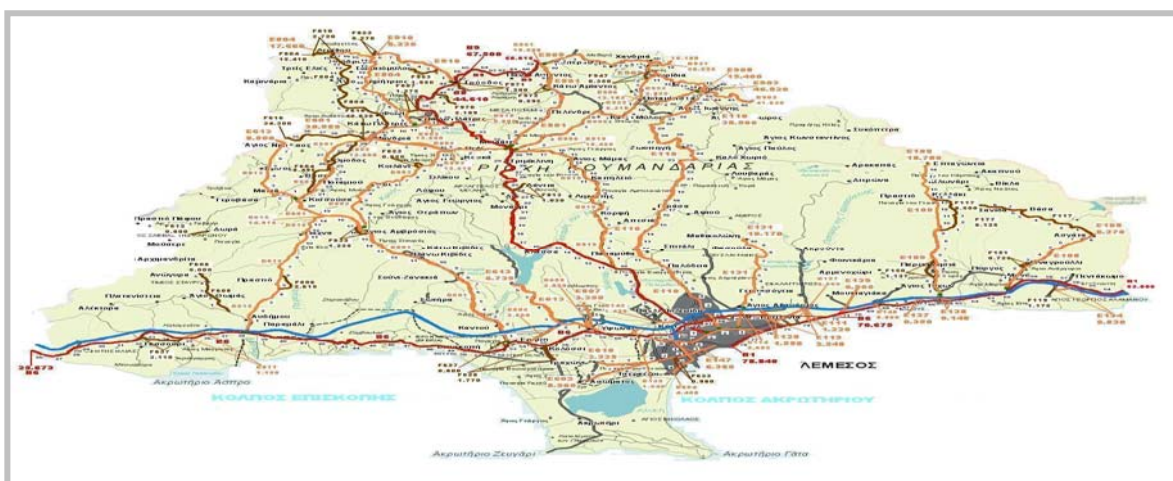


Εικόνα19. Σχηματική Απεικόνιση της Αρχή λειτουργίας του υπεδάφιο ραντάρ

Πλεονεκτήματα: Τα πλεονεκτήματα, τα οποία παρουσιάζει η μέθοδος του υπεδάφιο ραντάρ είναι ότι, δίνει πολύ γρήγορα και ακριβή αποτελέσματα, εμφανίζει υψηλή ευκρίνεια και τα δεδομένα είναι συνεχή, σε αντίθεση με τις δειγματοληπτικές μετρήσεις, οι οποίες δίνουν σημειακά δεδομένα. Επίσης, είναι μη καταστροφική μέθοδος αφού δεν χρειάζεται γεώτρηση για την εφαρμογή της.

Αποτελέσματα: Τα αποτελέσματα καταγράφονται κατά μήκος διατομών, όπου διακρίνεται ο εδαφικός ορίζοντας, σωληνώσεις ή άλλα αντικείμενα, ρήγματα, κενά, ή άλλες δομές που διαφέρουν. Η ακρίβεια εξαρτάται από το είδος του δέκτη ο οποίος χρησιμοποιείται και η ακρίβεια είναι της τάξης των εκατοστών για τα πρώτα 5 m και μετά μειώνεται με το βάθος.

2.4 Εργασίες συντήρησης μεγάλης έκτασης- Εύκαμπτων Οδοστρωμάτων –Πεδίο Μελέτης ο Αυτοκινητόδρομος Λεμεσού-Λευκωσίας Περιοχή ΜΟΝΗΣ



Εικόνα 20. Η περιοχή της ΜΟΝΗΣ

Γιατί ο Αυτοκινητόδρομος στην περιοχή της Μονής χρειάζεται συνεχώς Συντήρηση;

Κατά το στάδιο του σχεδιασμού στην περιοχή αυτή έγιναν διάφοροι ελέγχοι και βάση της Γεωλογικής μελέτης διαφάνηκε ότι η περιοχή αυτή είναι αργιλώδης. Όμως λόγω άλλων δυσκολιών όπως επιπλέον απαλλοτριώσεις καθώς και αδυναμία εντοπισμού γειτνιάζον περιοχή με καλύτερο υπέδαφος, οδήγησαν στη συγκεκριμένη όδευση. Θεωρήθηκε ως η πιο οικονομική για τον λόγο ότι ήταν η πιο σύντομη διαδρομή με προοπτική λήψη κατάλληλων μέτρων για προστασία του οδοστρώματος από το υφιστάμενο αργιλώδες έδαφος το οποίο είχε χαμηλό CBR. Έτσι κατά το κατασκευαστικό στάδιο είχε γίνει υπερεσκαφή 2m γιατί η φέρουσα ικανότητα του υπεδάφους δεν ήταν ικανοποιητική. Είχαν γίνει λήψης υλικού και διαπιστώθηκε ότι το CBR ήταν μικρότερο του 5%. Έτσι απομακρύνθηκε το ακατάλληλο υλικό και τοποθετήθηκε κατάλληλο, με πιο καλές μηχανικές ιδιότητες για την συγκεκριμένη εργασία. Αυτό έγινε σε μήκος 2km. Με το πέρασμα κάποιων χρόνων παρατηρήθηκαν στη

αρχή κάποιες τοπικές καθιζήσεις που αργότερα εξαπλώθηκαν σχεδόν σ' όλο το μήκος των 2 km του αυτοκινητόδρομου.

Στην πορεία λόγω αλλαγής κλίσεων και επικλίσεων του καταστρώματος της οδού εμφανίστηκαν ρυάκια όμβριων υδάτων με συνεπακόλουθο τα επανειλημμένα και συστηματικά δυστυχήματα μεταξύ Αερογέφυρας Μονής και Αυτοκινητόδρομου. Μετά την πρώτη οπτική επαφή είχε διαπιστωθεί ότι οι ρωγμές δεν ήταν επιφανειακές αλλά είχαν ένα άγνωστο βάθος που αυτό θα διαπιστωνόταν στο στάδιο της πρώτης δειγματοληψίας. Μετά την πρώτη δειγματοληψία είχε επιβεβαιωθεί πως το πρόβλημα ήταν αρκετά μεγάλο και περίπλοκο, δηλαδή η ρωγμές ξεκινούσαν επιφανειακά με 10cm άνοιγμα και επεκτείνονταν κατακόρυφα σε βάθος από 1m σε 1.5m και καταμήκος μέχρι 200 m .(Εικόνα 21). Αυτό είχε σαν συνεπακόλουθο την κατακράτηση μεγάλης ποσότητας νερού επιταχύνοντας έτσι την φθορά του οδοστρώματος και ταυτόχρονα αυξανόταν τον κίνδυνο για τους χρήστες της οδού λόγω αυξημένης ολισθηρότητα.



Εικόνα 21. Ρωγμές σε μεγάλο μήκος

Η έκταση των φθορών δεν ήταν περιορισμένης έκτασης άρα δεν οφείλονταν στην τοπική καθίζηση των υποκειμένων στρώσεων λόγω επίδραση υψηλών αξονικών φορτίων και αποκλειόταν το ενδεχόμενο κακής κατασκευής αυτών. Είχαν αναπτυχθεί, μεγάλες τάσεις λόγω συγκράτηση των όμβριων υδάτων στο αργιλώδες υπέδαφος με αποτέλεσμα την αστοχία των στρώσεων, εμφάνιση καθίζηση και ολισθηρότητας. Επίσης δεν μπορούσαν να παρθούν ήπια διορθωτικά μέτρα όπως: **α)** διάστρωση με θερμό ασφαλτόμειγμα, **β)** ή διάστρωση με ψυχρό λεπτοτάπητα, γιατί το βάθος της καθίζησης ήταν μεγαλύτερο των 25mm. Αποκλειόταν η συντήρηση με θερμό ασφαλτόμειγμα δηλαδή η αποξήλωση του

τάπητα σε βάθος τουλάχιστον 40mm και ψεκάσμο της περιοχής με συγκολλητική επάλειψη από κατιονικό γαλάκτωμα (0.25-0.5lit/m²) γιατί θα ήταν ικανοποιητική.

A) Πρώτη προσπάθεια συντήρησης

α) Τα πρώτα διορθωτικά μέτρα έγιναν με συμβόλαιο που προνοούσε αφαίρεση όλων των επιφανειακών στρώσεων και θεμελίου μέχρι το formation level για μικρό μήκος αφού προηγουμένως γέμιζαν οι ρωγμές μεγάλου βάθους με μάστιχο ή τσιμεντοπολτό. Στην συνέχεια έγινε ανάμιξη σταθεροποιητικών υλικών όπως ασβέστη και τσιμέντου με εδαφικό υλικό (αδρανή υλικά) και με αυτό έγινε επανακατασκευή των θεμελίων.

β) Ταυτόχρονα επενδύθηκαν τα υφιστάμενα αυλάκια (ντουσιμεδέδες= επενδυμένο σκυρόδεμα) σ' όλο το μήκος της προβληματικής περιοχής από οπλισμένο σκυρόδεμα με απώτερο σκοπό την εμπόδιση εισροής υδάτων στο υπόστρωμα του οδοστρώματος.

B) Δεύτερη προσπάθεια συντήρησης

Πέραν της πιο πάνω συντήρησης γίνονταν σε τακτά χρονικά διαστήματα περίπου κάθε τρία με τέσσερα χρόνια ανακατασκευή οδοστρώματος δηλ. αφαίρεση των ασφαλτικών υλικών και η επανατοποθέτηση νέου σε συγκεκριμένα σημεία. Ενώ στο μεσοδιάστημα συστηματικά πληρώνονταν (γέμιζα) τις ρωγμές που εμφανίζονταν καταμήκος του οδοστρώματος με ασφαλτικό μάστιχο στο στάδιο της προσωρινής συντήρησης. Πρόσθετα γινόταν πιο πυκνός έλεγχος όλου του αποχετευτικού συστήματος του αυτοκινητόδρομου. Πιο συγκεκριμένα γινόταν πιο προσεκτικός έλεγχος στους κάθετους οχετούς της νησίδας ώστε να αποφεύγετε οποιαδήποτε διαρροή του υπεδάφους. Επίσης παρακολουθούνται συστηματικά και οι τοπικές καθιζήσεις σε περιοχές όπου ήταν πιο έντονα οι ρωγματώσεις.



Εικόνα 22. Απόξεση και απομάκρυνση επιφανειακών στρώσεων

Γ) Τρίτη προσπάθεια συντήρησης

Αφού έγιναν οι μετρήσεις των ζημιών από το Τμήμα Δημοσίων Έργων και συνυπολογίστηκε το μέχρι σήμερα συνολικό κόστος συντήρησης αλλά και την αυξητική τάση του κόστους, αποφασίστηκε να γίνει νέα πιο μεγάλη επέμβαση συντήρησης σ' όλο το μήκος της οδού με αφαίρεση όλων των στρώσεων και θεμελίου. Έτσι μετά από προσφοριοδότηση της νέας μελέτης δόθηκε σε ιδιώτη εργολάβο για εφαρμογή των σχεδίων.

2.4.1 Τι συμπεριλάμβανε η Σύμβαση του εργολάβου;

Αντικείμενο της σύμβασης ήταν η Περιοδική Συντήρηση του Αυτοκινητόδρομου Επαρχίας Λεμεσού PS /C/626. Σ' αυτό το συμβόλαιο συμπεριλαμβανόταν η περιοχή της Μονής που είχε και το μεγαλύτερο πρόβλημα αλλά και άλλες περιοχές μικρότερης έκταση ζημιών. Το κόστος του έργου ανήρθε στις οκτακόσιες χιλ. ευρώ (€800000) μη συμπεριλαμβανομένου του Φ.Π.Α. και χρηματοδοτήθηκε από την Κυπριακή Δημοκρατία ενώ η επίβλεψη και οι πληρωμές γίνονταν από το Τμήμα Δημοσίων Έργων. Το βασικό κριτήριο ανάθεση του έργου στην συγκεκριμένη εταιρεία ήταν η χαμηλότερη τιμή με την οποία τιμολογήθηκε το συμβόλαιο αυτό από την συγκεκριμένη εργοληπτική εταιρεία.

Τοποθεσία Έργου: Ακολουθούν οι ακριβείς Χ.Θ. (χιλιομετρικές θέσεις) που καθορίστηκαν επιτόπου από τον Μηχανικό του έργου όπου έγιναν οι κατασκευαστικές επιδιορθώσεις (structural Patching):

| | | |
|-----|-------------------------|--------------------|
| α) | A1 χιλ.θ. 20+850-26+000 | Λεμεσός – Λευκωσία |
| β) | A1 χιλ.θ. 26+000-27+000 | Λεμεσός - Λευκωσία |
| γ) | A1 χιλ.θ. 31+600-33+000 | Λεμεσός - Λευκωσία |
| δ) | A1 χιλ.θ. 34+800-38+000 | Λεμεσός - Λευκωσία |
| ε) | A1 χιλ.θ. 39+000-41+200 | Λεμεσός - Λευκωσία |
| στ) | A1 χιλ.θ. 48+000-50+900 | Λευκωσία- Λεμεσός |
| ζ) | A1 χιλ.θ. 59+800-60+200 | Λευκωσία - Λεμεσός |

Πριν την έναρξη οποιασδήποτε εργασίας λήφθηκαν όλα τα αναγκαία μέτρα προστασίας της κάθετης σήμανσης. Σε σημεία όπου υπήρχαν τοπικές ζημιές όπως λακκούβες, αποφλοίωση, γινόταν πρώτα ο καθαρισμός και η αντικατάσταση των στρώσεων μέχρι συγκεκριμένου ύψους επέμβασης. Στην περίπτωση ανεύρεσης μεγάλου βάθους ρωγματώσεις ήταν ευθύνη του εργολάβου να τις γεμίζει με μαστιχο μέχρι το επίπεδο απόξεσης (**Εικόνα 8 Παράρτημα**). Έτσι ξεκίνησαν οι εργασίες εκτέλεση του έργου:

1) Τα προτεινόμενα τμήματα του αυτοκινητόδρομου επιθεωρήθηκαν από τον Μηχανικό του Έργου και τον εργολάβο και καθορίστηκαν τα τμήματα που θα γίνονταν κατασκευαστικές επιδιορθώσεις (structural patching) ή κλείσιμο ρωγμών ή στρώση εξομάλυνσης και άλλων διορθωτικών εργασιών. 2) Λήφθηκαν όλα τα αναγκαία μέτρα προστασίας της κάθετης σήμανσης για αποφυγή τυχόν ζημιών αλλά και αποκατάσταση της. 3) Ενώ οι εργασίες επεκτείνονταν, τουλάχιστον 10μ. ή περισσότερα σύμφωνα με τις οδηγίες του Μηχανικού μέσα στις εισόδους/εξόδους άλλων πλαγιοδρόμων εκτός του Αυτοκινητόδρομου έτσι ώστε να επιτυγχανόταν η ομαλή προσαρμογή του παλαιού οδοστρώματος με το νέο. 4) Πριν την έναρξη των εργασιών έγινε αποτύπωση της οριζόντιας σήμανσης για να διευκολυνθεί η επανατοποθέτηση της μετά τη συμπλήρωση των εργασιών ασφαλτόστρωσης. 5) Επίσης έγινε προσωρινή παραλαβή των εργασιών μόνο εφόσον συμπληρώθηκε και η τελική οριζόντια σήμανση.

2.4.2 Μέθοδος Εκτέλεσης Εργασίας – Ωράριο – Κυκλοφοριακές Διευθετήσεις

1. Οι εργασίες συντήρησης εκτελέστηκαν στα ακόλουθα τμήματα των αυτοκινητόδρομων

| | | | |
|-----------|-----|-------------------------|--------------------|
| A) | α) | A1 χιλ.θ. 20+850-26+000 | Λεμεσός – Λευκωσία |
| | β) | A1 χιλ.θ. 26+000-27+000 | Λεμεσός - Λευκωσία |
| | γ) | A1 χιλ.θ. 31+600-33+000 | Λεμεσός - Λευκωσία |
| | δ) | A1 χιλ.θ. 34+800-38+000 | Λεμεσός - Λευκωσία |
| | ε) | A1 χιλ.θ. 39+000-41+200 | Λεμεσός - Λευκωσία |
| | στ) | A1 χιλ.θ. 48+000-50+900 | Λευκωσία- Λεμεσός |
| | ζ) | A1 χιλ.θ. 59+800-60+200 | Λευκωσία - Λεμεσός |

B) Σε όλα τα τμήματα που περιλαμβάνονταν στο συμβόλαιο οι εργασίες έγιναν σε όλο το πλάτος του οδοστρώματος περιλαμβανομένης της γραμμής κραδασμού και εξαιρουμένου του ερείσματος εκτός των τμημάτων (β) , (ζ) και μέρους του (α), δηλαδή εκτός των τμημάτων:

| | | | | |
|----|-----|------|---------------|--------------------|
| A1 | στη | X.Θ. | 26+000-27+000 | Λεμεσός - Λευκωσία |
| A1 | στη | X.Θ. | 48+000-50+900 | Λεμεσός – Λευκωσία |
| A1 | στη | X.Θ. | 20+850-20+900 | Λεμεσός - Λευκωσία |

| | | |
|------|---------------|--------------------|
| X.Θ. | 21+600-21+900 | Λεμεσός - Λευκωσία |
| X.Θ. | 22+100-22+200 | Λεμεσός - Λευκωσία |
| X.Θ. | 22+650-22+700 | Λεμεσός - Λευκωσία |
| X.Θ. | 23+300-23+400 | Λεμεσός - Λευκωσία |
| X.Θ. | 25+200-25+300 | Λεμεσός - Λευκωσία |

όπου οι εργασίες έγιναν σε όλο το πλάτος του οδοστρώματος **περιλαμβανομένου και του ερείσματος, Γ)** Αφαίρεση του υφιστάμενου οδοστρώματος σε ενδεικτικό πάχος 50χιλ. και επίστρωση σε στρώσεις συνολικού ενδεικτικού πάχους 200χιλ. Οι εργασίες έγιναν σε όλο το πλάτος του δρόμου περιλαμβανομένου και του ερείσματος X.Θ. 25+200-25+300. (Εικόνες 8 μέχρι Εικόνα 14 στο Παράρτημα αποτελούν Φωτογραφικό Υλικό από την περιοχή της Μονής.)

Αφαίρεση του υφιστάμενου οδοστρώματος σε ενδεικτικό πάχος 60χιλ. και επίστρωση σε αντίστοιχο πάχος. **Δ)** Περιλαμβάνουν την επίστρωση του οδοστρώματος με μια επιφανειακή στρώση με αφαίρεση του υφιστάμενου οδοστρώματος σε αντίστοιχο βάθος. **Ε)** Νοείται ότι όπου γινόταν φρεζάρισμα και στη συνέχεια τοποθετείτε το ασφαλτικό σκυρόδεμα ίσου πάχους δεν έπρεπε να δημιουργείται υψομετρική διαφορά (σκαλί) δίπλα από υφιστάμενα φρεάτια/σχάρες κ.λπ. Αυτό έπρεπε να γινόταν έστω και εάν προϋπήρχε των εργασιών κάποια υψομετρική διαφορά (σκαλί) μεταξύ των φρεατίων/σχάρων και του υφιστάμενου οδοστρώματος. Σε αντίθετη περίπτωση, ο Εργολάβος έπρεπε να προβεί στην ανύψωση των σχαρών, καλυμμάτων, πλαισίων, των φρεατίων κ.λπ., σύμφωνα με τις προδιαγραφές με δικά του έξοδα. **ΣΤ)** Στα τμήματα του Αυτοκινητοδρόμου Α1 που περιλαμβάνονταν στο συμβόλαιο (και στις δύο κατευθύνσεις) οι εργασίες εκτελούνταν κατά την διάρκεια της νύχτας (Δευτέρα – Πέμπτη) ξεκινώντας στις 21:00. Το τμήμα παραδιδόταν στην κυκλοφορία στις 05:00 της επόμενης ημέρας. Τις Παρασκευές, Σαββατοκύριακα και αργίες οι εργασίες διακόπτονταν.

2. Ο Εργολάβος εκτελούσε τις εργασίες μόνο στη μια κατεύθυνση ανά πάσα στιγμή, ενώ η άλλη κατεύθυνση χρησιμοποιείτο για αμφίδρομη κίνηση. Νοείται ότι προηγήθηκε η κατάλληλη σήμανση/σηματοδότηση σύμφωνα με το σχετικό τυπικό σχέδιο χωρίς κατ' ανάγκη να περιορίζεται σ' αυτό το τμήμα του αυτοκινητόδρομου.
3. Ο Εργολάβος δεν μπορούσε να εργαστεί σε περισσότερα από ένα τμήμα ανά πάσα στιγμή.
4. Σε περίπτωση που στο ωράριο εργασιών επιβάλλονταν κάποιες αλλαγές γινόταν κατόπιν συνεννόηση και μετά από γραπτή αίτηση του εργολάβου προς τον επιβλέπων Μηχανικό του

έργου ζητείτο η έγκριση του, η σύμφωνη γνώμη του Κλάδου Κυκλοφοριακών Μελετών καθώς και η γνώμη του Αστυνομικού Διευθυντή (Κλάδος της Τροχαίας) με ταυτόχρονες πρόσθετες κυκλοφοριακές διευθετήσεις στην περιοχή. Όλες οι δαπάνες, περιλαμβανομένης της κατασκευής, τοποθέτησης, μετακίνησης και συντήρησης κατευθυντήριων πινακίδων/σημάτων βάραιναν τον Εργολάβο.

5. Τα διάφορα τμήματα ή φάσεις, με την αποπεράτωση των εργασιών κάθε μέρα δίνονταν στην κυκλοφορία με προσωρινή οριζόντια σήμανση σύμφωνα με τις Τεχνικές Προδιαγραφές. Η τελική οριζόντια σήμανση με θερμοπλαστική μπογιά, τοποθετήθηκε εντός δύο (2) εβδομάδων, αφού είχαν συμπληρωθεί οι εργασίες επίστρωσης σε ολόκληρο το συγκεκριμένο τμήμα της οδού. Νοείται ότι μέχρι την τοποθέτηση της τελικής οριζόντιας σήμανσης υπήρχαν προειδοποιητικές πινακίδες προς ενημέρωση των οδηγών.

6. Οι κυκλοφοριακές διευθετήσεις που αναφέρονται ή είναι αποτελέσματα των πιο πάνω, είχαν τύχη της έγκρισης του Μηχανικού.

Μέτρα ασφάλειας για την τροχαία: Στα τμήματα του Αυτοκινητόδρομου Α6 που περιλαμβάνονταν στο συμβόλαιο (και στις δύο κατευθύνσεις) οι εργασίες θα εκτελούνταν κατά την διάρκεια της ημέρας (Δευτέρα-Πέμπτη) ξεκινώντας στις 09:00. Το τμήμα παραδιδόταν στην κυκλοφορία από 17:00 της ίδιας ημέρας. Ενώ τις Παρασκευές, Σαββατοκύριακα και αργίες οι εργασίες διακόπτονταν. Οι ιδιαίτερες δυσκολίες που παρατηρήθηκαν ήταν στην διαχείριση της τροχαίας κίνησης η οποία έπρεπε να ήταν τέτοια που να μην εμποδίζει την απρόσκοπτη διακίνηση τροχοφόρων. Αν και στα συμβόλαια καθορίστηκε το ωράριο λειτουργίας που ήταν από τις 9:00 το πρωί μέχρι 17:00 στην πορεία διαπιστώθηκε πως ήταν πιο ασφαλές οι μονοδρομήσεις να γίνονται τις 17:00 πμ. και να ολοκληρώνονταν στις 5:00 το πρωί αφού λαμβάνονταν όλα τα μέτρα προστασίας της κάθετης σήμανσης. Αυτό σήμαινε επιπλέον κόστος για τον εργολάβο αλλά και για το Τμήμα Δημοσίων Έργων που σήμαινε πληρωμή υπερωριών για νυκτερινή βάρδια. Αυτό έρχεται και εξισώνεται με το κόστος αποζημίωσης που θα καλείτο το κράτος να πληρώσει σε οχήματα τα οποία θα εμπλέκονταν σε δυστυχήματα λόγω υπαιτιότητας της μονοδρομησης της κυκλοφορίας κίνησης σε ώρα αιχμής. Επειδή οι εργασίες θα γίνονται νύχτα υπήρχε οργανωμένη υποστήριξη φωτισμού που πρόσφερε φωτισμό τουλάχιστον 500 μέτρα μήκος αυτοκινητόδρομου λαμβάνονται υπόψη όλα τα αναγκαία μέτρα για σωστή διακίνηση των οχημάτων δηλ. με κατάλληλη σηματοδότηση και συντήρηση αυτής καθ' όλο το μήκος και καθ' όλη την διάρκεια εκτέλεσης των εργασιών. Παράλληλα γίνονταν ανακοινώσεις στα

μέσα μαζικής ενημέρωσης και αρχηγό αστυνομίας για τις ακριβείς χιλιομετρικές θέσεις του Αυτοκινητόδρομου που θα μονοδρομείτο. Οι εργασίες εκτελούνταν καθημερινά με το κλείσιμο τμηματικά της μιας λωρίδας κυκλοφορίας (ταχείας) και διοχέτευση της κυκλοφορίας κίνησης με σήμανση εκτροπής όπως φωσφορούχες πινακίδες με φωτεινά φώτα και φωσφορούχους κώνους στην άλλη λωρίδα.

2.4.3 Υποχρεώσεις Εργολάβου. Φάσεις Έργου – Σειρά εργασιών υπό εκτέλεση

- α)** Ο εργολάβος ήταν υποχρεωμένος να ραντίζει το εργοτάξιο με ανακυκλωμένο νερό.
- β)** Επίσης ήταν υποχρεωμένος να κατεδαφίζει, μεταφέρει και διαθέτει υλικά αποβλήτων από εκσκαφές όπως και από πλεονάζοντα ή άλλα άχρηστα ή επικίνδυνα υλικά.
- γ)** Ήταν επίσης υποχρεωμένος να τα μεταφέρει σε εγκεκριμένους χώρους βάση νομοθεσίας.
- δ)** Ακόμη ο εργολάβος ήταν υποχρεωμένος να κλείνει πλήρως τις ρωγμές με μαστιχο ή τσιμεντοπολτό και το υλικό να θερμαίνεται σε συγκεκριμένη θερμοκρασία ώστε να έχει βέλτιστο αποτέλεσμα.
- ε).** Ευθύνη του εργολάβου ήταν η ανύψωση Υφιστάμενων Μεταλλικών στηθαίων ασφαλείας και ορθοστατών που βρίσκονταν στη εξωτερική αλλά και κεντρική νησίδα κατά μήκος της οδού. Τα σημεία και οι θέσεις ανύψωση υποδείχθηκαν από τον Επιβλέπων Μηχανικό.
- ζ).** Η αφαίρεση του υφιστάμενου οδοστρώματος στα απαιτούμενα πάχη έγινε με εγκεκριμένα αυτοκινούμενα μηχανήματα φρεζαρίσματος. Τα οποία ήταν ρυθμισμένα να αφαιρούν συγκεκριμένο πάχος Οδοστρώματος. Η χρήση τρακτέρ ή εξομαλυντήρα δεν επιτρεπόταν. Ενώ όπου υπήρχαν καπάκια ή σχάρες και δεν μπορούσε να χρησιμοποιηθεί αποξέστης, χρησιμοποιούνταν μηχανήματα χειρός (Εικόνα 23).



Εικόνα 23. Χρήση μηχανημάτων χειρός στην απόξεση

η). Υποχρέωση του εργολάβου ήταν να εντοπίσει, να διασφαλίσει τις θέσεις, να μετακινήσει, καθαρίσει και ανυψώσει καπάκια παραδεξάμενων και σχαρών περισυλλογής όμβριων υδάτων, αποφεύγοντας δημιουργία σκαλιού.

2.4.3.1. Διάστρωση ασφαλτικού σκυροδέματος: Η διάστρωση γινόταν σε όλο το πλάτος του δρόμου, χωρίς κατά μήκος ραφές. Αν αυτό δεν είναι δυνατόν (π.χ. λόγω παρεμπόδισης της κυκλοφορίας), η ένωση των λωρίδων γινόταν με προσεκτική θέρμανση της ήδη κατασκευασμένης επιφανείας, ώστε να μην εμποδίζεται η απορροή. Στις κατά μήκος ή εγκάρσιες στον άξονα της οδού ραφές απαγορευόταν η επάλειψη με ασφαλτικό, ή η κατασκευή αρμού συγκόλλησης, λόγω παρεμπόδισης της απορροής των οβριών. Η ελάχιστη θερμοκρασία διάστρωσης εξαρτιόταν από τον τύπο του ασφαλτομείγματος της ασφάλτου, το πάχος της στρώσης και τις επικρατούσες καιρικές συνθήκες. Τα συνήθη όρια θερμοκρασιών είναι 90° - 120° C. Σε περίπτωση βροχής, δυνατού ανέμου ή θερμοκρασιών κάτω των 20° C, οι εργασίες θα διακόπτονται. Δεν επιτρέπεται επίσης διάστρωση, παρουσία νερού στην επιφάνεια έδρασης των πορωδών ταπήτων.



Εικόνα 24. Διάστρωση Ασφαλτικού Τάπητα

2.4.3.2 Συμπύκνωση: Συμπύκνωση είναι η διαδικασία της φυσικής συμπίεσεως του εδάφους για τη μείωση των κενών χώρων αέρα μεταξύ των κόκκων του εδαφικού υλικού και την αύξηση του φαινομενικού ειδικού βάρους, η οποία έχει ως συνέπεια: Α) Την αύξηση της φέρουσας ικανότητας του εδάφους, Β) Την ελάττωση μελλοντικών καθιζήσεων, Γ) Την ελάττωση της υδατοπερατότητας του εδάφους, Δ) Τον έλεγχο της διόγκωσης και της συρρίκνωσης του εδάφους. Τα οδοστρώματα κατασκευάζονται είτε πάνω σε επιχώματα εδαφικών, συνήθως, μεταφερθέντων υλικών, είτε πάνω σε ορύγματα αφού απομακρυνθεί η φυτική γη, με αποτέλεσμα να διαταράσσεται η συμπύκνωση και η πυκνότητα του εδάφους έδρασης. Σε όλες τις περιπτώσεις απαιτείται επαρκής συμπύκνωση του εδαφικού υλικού, έτσι ώστε να μην παρατηρηθούν πρόωρες και έντονες καθιζήσεις του υπεδάφους.

Η συμπίκνωση των εδαφικών υλικών εξαρτάται άμεσα από: Α) το είδος του εδαφικού υλικού, Β) το ποσοστό υγρασίας που εμπεριέχεται σε αυτό (ο καθορισμός της βέλτιστης υγρασίας για μέγιστη πυκνότητα επιτυγχάνεται στο εργαστήριο με τη μέθοδο Proctor), Γ) και την ενέργεια συμπίκνωσης που χρησιμοποιείται. Μέγιστη πυκνότητα μπορεί να επιτευχθεί μόνο εάν η περιεκτικότητα σε νερό κατά τη συμπίκνωση είναι βέλτιστη αλλά και αν θα χρησιμοποιηθούν τα ανάλογα μηχανικά μέσα π.χ κατάλληλη οδοστρωτήρες.

2.4.3.3 Έλεγχος συμπίκνωσης: Μετά το πέρας των εργασιών συμπίκνωσης σε χωματουργικές εργασίες που γίνεται με ελαφρά κυλίνδρωση με οδοστρωτήρα 8-10 t με λείους κυλίνδρους (συνήθως αρκούν 1-2 διελεύσεις) με προσοχή ώστε να αποφευχθεί η υπερβολική συμπίκνωση γιατί αν εφαρμοστεί σε ασφαλτόμειγμα το οποίο έχει ψυχθεί, θα οδηγήσει σε θραύση των αδρανών. Μετά την αποπεράτωση της πιο πάνω εργασία απαιτείται να εξακριβωθεί η επιτευχθείσα πυκνότητα της εδαφικής στρώσης. Αυτό επιτυγχάνεται με τον καθορισμό της ξηρής πυκνότητας και τη σύγκριση αυτής, επί τις εκατό, με τη ξηρή πυκνότητα που καθορίζεται από το εργαστήριο με τις ακόλουθες μεθόδους Α) Μέθοδος άμμου και κώνου (Sand replacement method) (Εικόνα 14 Παράρτημα), Β) Μέθοδος ελαστικής μεμβράνης (Εικόνα 15 Παράρτημα), Γ) Πυρηνική συσκευή μέτρησης πυκνότητας με την οποία χρησιμοποιείται πολύ μικρή ραδιενεργό πηγή, της οποίας η ενέργεια (ακτίνες γ) (Εικόνα 16 Παράρτημα) διοχετεύεται στο προς έλεγχο υλικό. Η ραδιενέργεια, που μετράτε, μειώνεται ανάλογα με την πυκνότητα του υλικού που παρεμβάλλεται μεταξύ της πηγής και του δέκτη. Η συσκευή συνήθως μετράει την φαινομενική (υγρή) πυκνότητα. Για τον υπολογισμό της ξηρής πυκνότητας θα πρέπει είτε να είναι γνωστό το ποσοστό υγρασίας του υλικού, είτε η συσκευή να φέρει μια ακόμη ραδιενεργό πηγή, η ραδιενέργεια της οποίας θα απορροφάτε από άτομα υδρογόνου. Η μέτρηση του βαθμού συμπίκνωσης μπορεί να γίνει και απευθείας από τους συμπυκνωτές τελευταίας γενιάς. (Εικόνα 5 Παράρτημα)

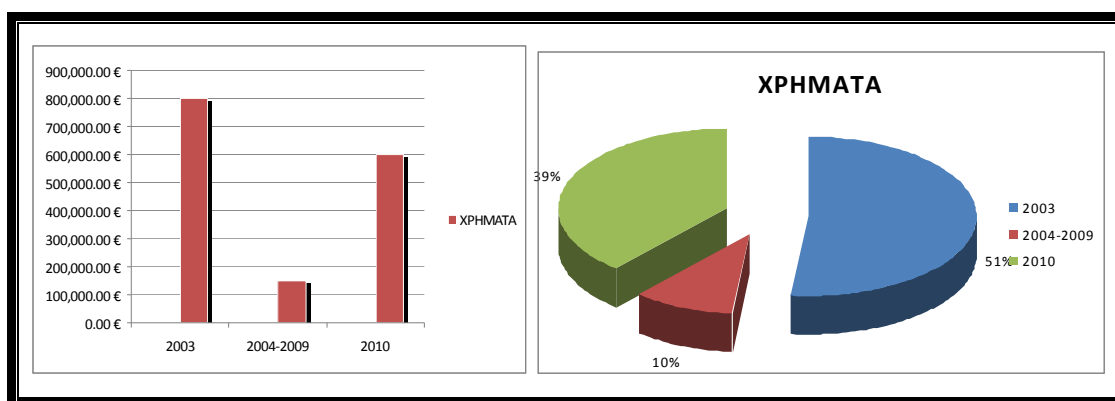
Ακολουθούν στο Παράρτημα η τυπική διατομή για διαπλάτυνση οδοστρώματος Εικόνα 17 Παράρτημα.(Τμήμα Δημοσίων Έργων, 2010-2011)

2.5 Σκέψεις για ριζική λύση του προβλήματος: Στον πιο κάτω πίνακα αλλά και στις γραφικές φαίνεται καθαρά πως το τμήμα του Οδοστρώματος της Μονής που είναι περίπου 2km είχε το μεγαλύτερο πρόβλημα από καθιζήσεις και ρωγματώσεις και κατεπέκταση τα πιο ψηλά κόστη συντήρησης. Ακολουθεί αναλυτικός **Πίνακας Νο.1** με αντίστοιχα διαγράμματα αλλά και τα ποσοστά κόστους (Εικόνα 25) που δόθηκαν σαν έξοδα για την συντήρηση μόνο για την περιοχή αυτή που ξεκινούν από το έτος 2003 μέχρι το 2010.

| ΕΤΟΣ | 2003 | 2004-2009 | 2010 |
|---------|--------|-----------|--------|
| ΧΡΗΜΑΤΑ | 800000 | 150000 | 600000 |
| ΠΟΣΟΣΤΟ | 51.61% | 9.67% | 38.70% |
| | | | |

Πίνακας 1. Συνολικά κόστη συντήρησης μέχρι σήμερα στην περιοχή ΜΟΝΗΣ

Με βάση τα πιο κάτω δεδομένα είναι φανερό πως ο χρόνος συντήρησης είναι πιο σύντομος από το 2009-2010 ενώ τα κόστη όλο και αυξάνου γιατί πρόσθετα των ζημιών λόγω του αργιλικού υπεδάφους θα προσθέτονται και τα κόστη λόγω φυσικών φθορών με συνεπακόλουθο σε βάθος χρόνου να είναι ασύμφορη η λειτουργία αυτού του τμήματος του Αυτοκινητόδρομου από τα τροχοφόρα.



Εικόνα 25 Ανάλυση των συνολικών κοστών συντήρησης μέχρι σήμερα στην περιοχή ΜΟΝΗΣ

2.5.1 Πιθανές λύσεις με τους αντίστοιχους προβληματισμούς

A) Έχει επιβεβαιωθεί ότι η περιοχή που παρουσιάζει συστηματικά πρόβλημα είναι 2km. Άρα η αλλαγή όδευσης είναι μια καλή σκέψη, στην πορεία όμως θα διαπιστώσουμε ότι θα έχει πολύ ψηλό κόστος γιατί το αργιλώδες υλικό είναι εκτεταμένο στην περιοχή. **B)** Δεύτερη σκέψη είναι η ενίσχυση των θεμελίων με piles (Χαλύβδινοι Πάσσαλοι ή Οπλισμένοι). **Γ)** Η κατασκευή Αερογέφυρας 2km η οποία αναμένεται να έχει πάρα πολύ ψηλό κόστος γιατί αναμένεται να βρεθεί σταθερό έδαφος σε πολύ μεγάλο βάθος με αποτέλεσμα δύσκολο να προσδιοριστεί σταθερό έδαφος πάνω στο οποίο θα μπορέσουμε να εδράσουμε τα θεμέλια και **Δ)** Η κατασκευή ενιαίου πέδιλου για όλο το μήκος των 2km . Η σκέψη αυτή νομίζω είναι παρακινδυνευμένη γιατί έχει δύο αρνητικά στοιχεία , το πρώτο είναι το τεράστιο κόστος το οποίο θα προέρθει από την χρήση μεγάλης ποσότητας χάλυβα καθώς και μετετού, ενώ πρόσθετα σε περίπτωση διόγκωση του αργιλικού υπεδάφους δεν θα έχουμε τοπικές καθιζήσεις μόνο αλλά ολική μετακίνηση της κατασκευής. Που αυτό θα σήμαινε την ολική αστοχία άρα την κατάρρευση των θεμελίων.



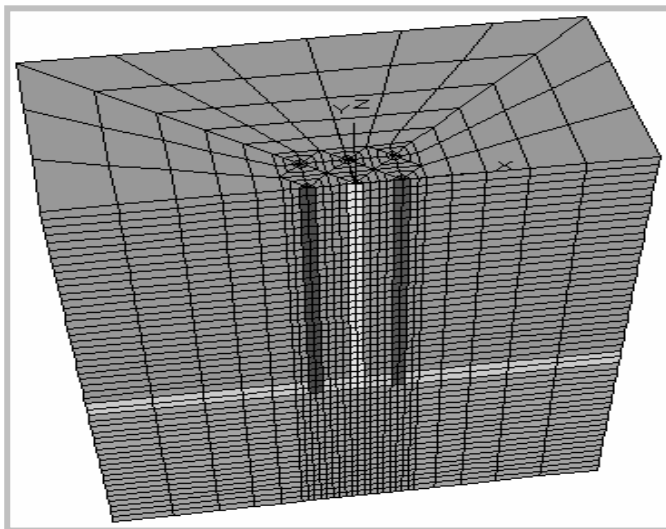
Εικόνα 26. Χρήση ειδικών μηχανημάτων για απόξεση των επιφανειακών στρώσεων

Ακόμα σε αυτού του είδους την κατασκευή δηλαδή του ενιαίου πέδιλου μπορούμε να επισημάνουμε ακόμα ένα κίνδυνο σε περίπτωση ελάχιστη μετακίνηση του πέδιλου, δηλαδή η κατασκευή μας θα παρουσίαση διαφορετική συμπεριφορά από την υπόλοιπη οδό άρα θα έχουμε ακόμη και ριζική αποκόλληση της από την υπόλοιπη οδό. Το αποτέλεσμα θα είναι χειρότερο από τις παρούσες ζημιές. Τελικό συμπέρασμα είναι ότι οι επικρατέστερες λύσεις που μπορούν να δώσουν μια εφικτή λύση έστω και με αρκετό κόστος αλλά όχι απαγορευτικό είναι η χρήση piles για ενίσχυση του οπλισμένου καταστρώματος της γέφυρας μέσω των θεμελίων, καθώς και η αλλαγή όδευσης.

2.5.2 Ανάλυση της δεύτερης λύσης δηλαδή η χρήση Piles.

Τα piles είναι **Χαλύβδινες Πάσσαςλοι (Βίδες)** (Εικόνα 27) που είναι αναγκαίες για την οικοδόμηση δυνατών βάσεων, κυρίως σε προβληματικά εδάφη όπως αργιλικά, λάσπη και αμμώδες αλλά ,σε περιοχές που επηρεάζονται από υδροφορείς σε υψηλό υψόμετρο ή όπου το έδαφος δεν μπορεί να συμπιεστεί ικανοποιητικά. Η χρήση ομάδας πασσάλων στην βάση μιας κατασκευής για **βαθύ σύστημα υποστήριξης** την καθιστά πολύ ισχυρή, μεταβάλλοντας έτσι την φέρουσα ικανότητα της και μεταφέροντας το βάρος της κατασκευής σε ισχυρότερο στρώμα εδάφους.

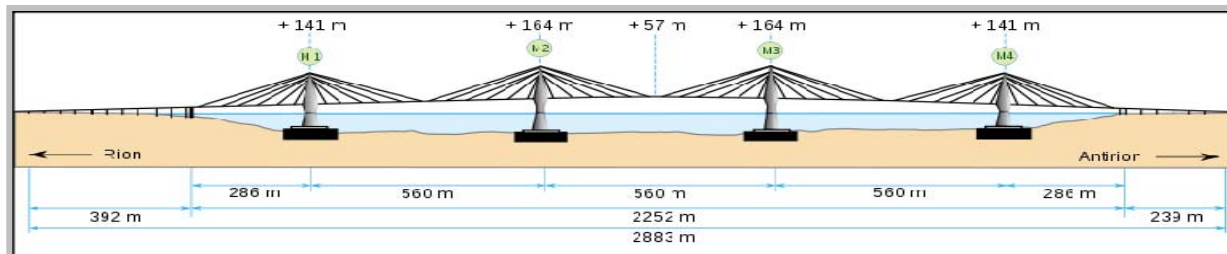
Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε ομάδα πασσάλων για την συγκεκριμένη περιοχή που αναλόγως του μεγέθους τους μπορούν να μεταφέρουν φορτία μέχρι 3000 τόνους και πλέον επιπρόσθετα έχει πολλά πλεονεκτήματα η κατασκευή αυτή, μπορεί να εξοικονομεί χρόνο και χρήμα γιατί έχει γρήγορη εγκατάσταση και επισκευή. Επίσης μπορεί να έχει απεριόριστο μήκος πασσάλου. Πρόσθετα μπορεί να σταματήσει τα προβλήματα που συνδέονται με μαλακά ή υγρά εδάφη όπως και διογκούμενα. Ακόμη μπορεί να γίνει και κατάτμηση των πασσάλων, όταν περιορίζεται το ύψος της κεφαλής, πρόσθετα μπορούν να χρησιμοποιηθούν πάσσαλοι από διάφορα υλικά όπως ξύλο, μπετόν ή χάλυβα.



Εικόνα 27. Τετραγωνική βίδα από οπλισμένο σκυρόδεμα **Εικόνα 28. Μεταλλική βίδα τοποθετημένη**

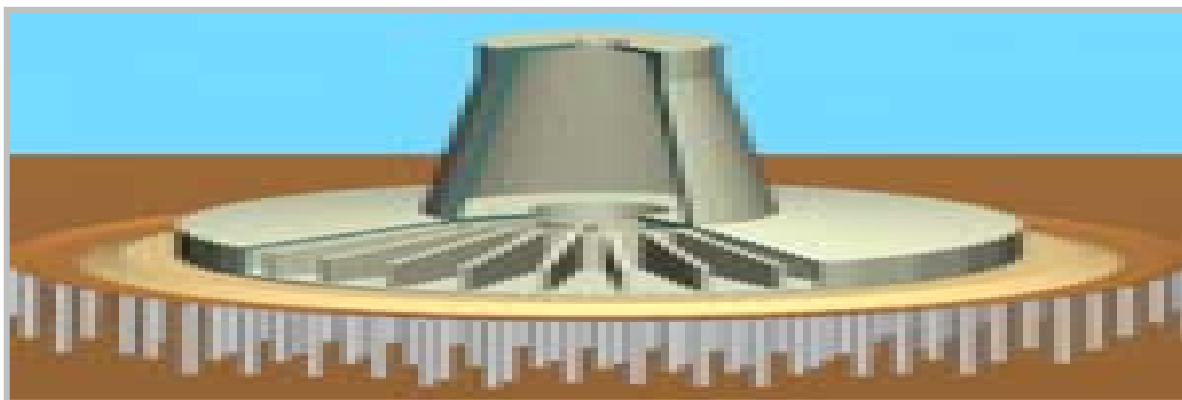
Υπάρχουν πολλές κατασκευές οι οποίες έχουν ενισχυθεί στα θεμέλια τους με ομάδα πασσάλων όπως εμπορικά κέντρα, σχολεία, κτίρια αεροδρομίου, εργοστάσια, ανύψωση σε υπόγεια κάτω από υδροφορέα, Power Poles Πυλώνες / Πύργοι Τηλεφώνων/ Πύργοι φωτισμού καθώς και θεμελιώσεις μέσω ρυακίων ποταμών, ακτών και λιμενοβραχιόνων που

αναδεικνύου την αποτελεσματικότητα της μεθόδου αυτής. Πολύ χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η γέφυρα του Rio Antirio (Εικόνα 29) η οποία έχει μήκος 2290. m και εδράζεται σε ασταθή υπέδαφος κάτω από τον πυθμένα της θάλασσας.



Εικόνα 29. Η θεμελίωση κάτω από τον πυθμένα της θάλασσας

Η κύρια γέφυρα αποτελείται από πέντε ανοίγματα, τα μήκη των οποίων είναι : 305 m / 560 m / 560 m / 560 m / 305 m. Στηρίζεται σε τέσσερα μεγάλα βάθρα, τα M1, M2, M3 και M4, τα οποία εδράζονται στον πυθμένα της θάλασσας πάνω σε ειδική θεμελίωση οι οποία σχεδιάστηκε ειδικά για ασταθές εδάφη τα οποία δεν έχουν συνοχή μεταξύ τους.



Εικόνα 30. Μεταλλικοί πάσσαλοι που τοποθετήθηκαν κάτω από το θεμέλιο.

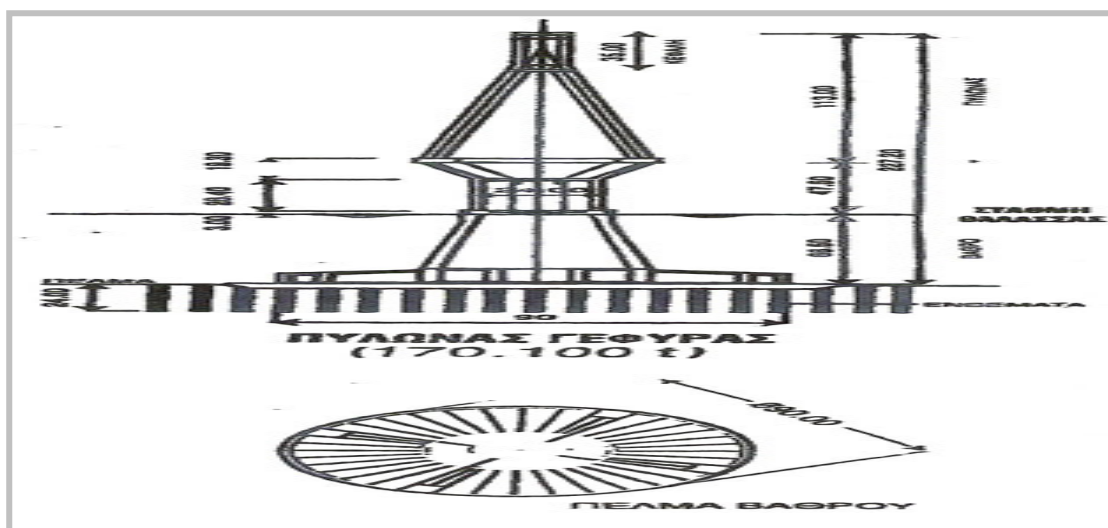
Στην πιο πάνω εικόνα βλέπουμε ότι η άνω στρώση του υπεδάφους η οποία βρίσκεται κάτω από τα θεμέλια των πυλώνων ενισχύθηκε με ενθέματα. Τα ενθέματα αυτά αποτελούνται από κοίλους μεταλλικούς σωλήνες διαμέτρου 2 μέτρων και μήκους 25 έως 30 μέτρων η οποίοι εμπήγνυνται ανά αποστάσεις 7 μέτρων μεταξύ τους σε κυκλική παράταξη. Όπως φαίνεται και στην πιο πάνω εικόνα το πέλμα του βάθρου είναι στερεωμένο πάνω σ' αυτούς τους πασσάλους οι οποίοι είναι τοποθετημένοι σε κυκλική παράταξη ώστε οι τάσεις μεταξύ των πασσάλων να είναι μηδενικές. Αποτέλεσμα των πιο πάνω είναι να μην επιτρέπεται η

οποιαδήποτε μετακίνηση των υπερκείμενων στρώσεων των υλικών πάνω στο οποίο έγινε η τοποθέτηση του θεμελίου του πυλώνα.

Στη θέση των βάθρων τοποθετήθηκαν περίπου 200 τέτοιοι σωλήνες. Μια στρώση αμμοχάλικου, πάχους 3 μέτρων τοποθετήθηκε σε στρώσεις ώστε να καλύψει τα ενθέματα αυτά. Τα θεμέλια είναι θάλαμοι από οπλισμένο σκυρόδεμα διαμέτρου 90 μέτρων, εδράζονται στην στρώση του αμμοχάλικου. Ενώ το κάτω τμήμα του βάθρου αποτελείται από έναν κώνο, του οποίου η διάμετρος κυμαίνεται από 38 έως 26 μέτρα. Είναι παγκόσμια πατέντα θεμελίωσης και η συνολική μελέτη εφαρμόστηκε πρώτη φορά στη γέφυρα Ρίου – Αντιρρίου με μεγάλη επιτυχία λαμβανομένου του γεγονότος ότι χρησιμοποιείται καθημερινά από 15 με 20000 οχήματα χωρίς κανένα λειτουργικό πρόβλημα, λαμβανομένου του γεγονότος ότι στην περιοχή υπάρχουν δυνατοί άνεμοι, υπόγεια ρεύματα αλλά και τεκτονικό ρήγμα.

Τα βασικά Τεχνικά χαρακτηριστικά Υποδομής στα οποία βασίζεται η υποδομή είναι οι:

- τέσσερις πλατφόρμες θεμελίωσης κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας.
- τέσσερα βάθρα πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας.



Εικόνα 31. Πέλαμα βάθρου και πυλώνας γέφυρας

Στο δικό μας πρόβλημα προσφέρεται η πιο πάνω λύση δηλαδή η θεμελίωση να γίνει με ομάδες πασσάλων από χάλυβα ή από οπλισμένο σκυρόδεμα που για τα Κυπριακά δεδομένα είναι και η πιο εφικτή λύση για δύο βασικά λόγους. Ο πρώτος λόγος είναι ότι υπάρχουν σε αφθονία οι πρώτες ύλες του σκυροδέματος που είναι το τσιμέντο και τα αδρανή υλικά και ο

δεύτερος είναι ότι τα υλικά αυτά είναι πιο φθηνά από άλλα υλικά τα οποία πιθανό να χρειάζεται να εισαχθούν π.χ μεταλλικές βίδες υψηλής αντοχής. Έτσι οι πάσσαλοι αυτοί θα τοποθετηθούν όπως φαίνονται στη **Εικόνα 31** έτσι που το αργιλικό υπέδαφος να αποκτήσει συνοχή άρα και ευστάθεια. Αυτό μπορεί να γίνει σε κάποια απόσταση μεταξύ των και πάνω σ' αυτό να γίνει η θεμελίωση των στρώσεων του οδοστρώματος ή ακόμη να τοποθετηθούν δοκοί και να γίνουν σε μικρά διαστήματα μικρού μήκους γέφυρες που να γεφυρώνουν περιοχές που έχουν έντονο πρόβλημα διόγκωσης. Ο βασικός λόγος της πρότασης αυτής είναι με όχι πολύ ψηλό κόστος να επιτύχουμε μια κατασκευή η οποία να αναιρεί την αστάθεια την οποία προκαλεί το αργιλικό υπέδαφος και αυτή ευστάθεια να είναι μόνιμη ή τουλάχιστο θα έχει το ελάχιστο κόστος συντήρησης.

Επίσης γνωρίζουμε ότι οι **Χαλύβδινες Πάσσαλοι (Βίδες)** προσφέρουν σταθεροποίηση σε πρανές που απειλούνται από κατολίσθηση (Landslip stabilisation – Preventative work on roads threatened by landslip). Συγκρίνοντας την έδραση μεμονωμένου πασσάλου με την έδραση ομάδας πασσάλων στο αργιλικό έδαφος παρατηρούμε αμελειαίες καθιζήσεις στην ομάδα πασσάλων. Πρόσθετα από προηγούμενες κατασκευές γνωρίζουμε ότι όσο αυξάνεται το μήκος του πασσάλου που βρίσκεται μέσα σε αργιλικό υλικό τόσο αυξάνεται και το ποσοστό του φορτίου που αναλαμβάνει η πλευρική τριβή με παράλληλη αύξηση στην αλληλεπίδραση μεταξύ των μελών της ομάδας των πασσάλων. Ως προς την απόκριση της ομάδας πασσάλων προκύπτει ότι δεν υπάρχει καμία επίπτωση της αλληλεπίδρασης στην φέρουσα ικανότητα του πασσάλου και της δυσκαμψίας του και κατά συνέπεια οι συντελεστές φέρουσας ικανότητας και δυσκαμψίας έχουν μοναδιαία τιμή. Τα ανωτέρω συμπεράσματα μπορούν να αποτελέσουν ποιοτική αποτίμηση της συμπεριφοράς της ομάδας πασσάλων .(Κουρνέτας Δημήτριος, 2010)

Κόστος: Για να υπολογίσουμε το κόστος πήραμε ενδεικτικές τιμές από παρόμοιο έργο το οποίο έγινε πρόσφατα παραλιακό μέτωπο της Λεμεσού και το οποίο παρουσίαζε παρόμοιο πρόβλημα αστάθειας θεμελίων. Η θεμελίωση αυτή που έγινε από ομάδα πασσάλους σε παράταξη κάθε έξι μέτρα και με διάμετρο 700 mm. ο κάθε ένας κοστίζει καταπροσέγγιση 2000 ευρώ. Το δε κόστος αυξομειώνεται αναλόγως με τις αντοχές του σκυροδέματος που θα χρησιμοποιήσουμε αλλά και από την ποσότητα του χάλυβα. Το ποσό αυτό δεν είναι και τόσο απαγορευτικό αν το συγκρίνουμε με το ετήσιο κόστος που χρειάζεται για την συντήρηση του Τμήματος των 2km κοντά στην Μονή αλλά και της αντοχές της κάθε ομάδας πασσάλων που είναι 3000 kN.

3.0 ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΣΕ ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΡΓΑ

Είναι εργασίες που γίνονται μετά την ολοκλήρωση και χρήση του Αυτοκινητόδρομου, όπου μετά από περιοδικό έλεγχο διαπιστώνεται η ανάγκη για λήψη κάποιων διορθωτικών μέτρων όπως δημιουργία πρανών με καλύτερες κλίσεις, αντιπλημμυρικά έργα κτλ. που σκοπό έχουν την ευστάθεια της οδού.

3.1 Πρανές –Κατολισθήσεις – Ευστάθεια Πρανών

Φυσικά και τεχνητά πρανή: Ονομάζονται πρανή οι εξωτερικές επιφάνειες που είναι κεκλιμένες με συγκεκριμένες κλίσεις, των εδαφικών σχηματισμών.

α) Τα φυσικά πρανή έχουν προκύψει ως αποτέλεσμα γεωλογικών φαινομένων που ισορροπούν τα κεκλιμένα επίπεδα ακανόνιστου σχήματος και μορφής ανάλογα με την διαστρωμάτωση και τα χαρακτηριστικά των γεωσχηματισμών, και τη φυτοκάλυψη. Ευρίσκονται σε μόνιμη και σταθερή ισορροπία και μπορούν να διαταράξουν την μεταβολή των υδραυλικών συνθηκών (Εικόνα 32).



Εικόνα 32. Φυσικό Πρανές και μετά από φυσική φθορά υπάρχει πρόβλημα ευστάθειας.

β) Τα τεχνητά πρανή (Εικόνα 33) δημιουργούνται κατά τη φάση εκτέλεσης χωματουργικών εργασιών ως επίπεδες επιφάνειες ενιαίας κλίσης κατά τρόπο ώστε να εξασφαλίζεται η ευστάθεια των γεωκατασκευών αλλά και μορφώνονται καθ' όλη την ζωή της κατασκευής. Ο μελετητής καλείται να προσδιορίσει τη χρυσή τομή και να δώσει την ενδεδειγμένη λύση για τη διαμόρφωση κάθε ορύγματος και επιχώματος ξεχωριστά σε κάθε έργο οδοποιίας. Η κλίση των πρανών επηρεάζει σημαντικά τις χωματουργικές εργασίες. Οι επιφάνειες τους πρέπει να είναι επίπεδες και ομαλές χωρίς κοιλώματα και εξογκώματα, που να εμποδίζουν την ροή των υδάτων. Εξαιρέση αποτελούν τα πρανή βραχώδους εδάφους που μπορούν να είναι

ακανόνιστα, διότι τα ύδατα της βροχής πολύ δύσκολα τα φθείρουν. Ως κλίση πρανούς ονομάζουμε το λόγω της υψομετρικής διαφοράς των άκρων του προς την οριζόντια απόσταση τους. Η κλίση των πρανών εξαρτάται από τη φύση του εδάφους και από το ύψος τους.



Εικόνα 33. Τεχνικό Πρανές (αύξηση τεχνικών κλίσεων) μετά από υποχώρηση του μέσα στην Οδό

Πάνω από ένα ορισμένο ύψος χρειάζεται εδαφοτεχνική μελέτη πριν την κατασκευή τους. Για λόγους αισθητικής και ασφάλειας στο «φρύδι» των πρανών των εκχωμάτων γίνεται στρογγύλευση. Γενικά η οικονομία για την κατασκευή μιας οδού εξαρτάται όχι μόνο από το αρχικό κόστος, αλλά και από το κόστος συντήρησης, που επηρεάζεται από τη σταθερότητα των πρανών. Για μερικούς τύπους εδάφους είναι υποχρεωτική η εφαρμογή μικρών κλίσεων στα πρανή. Εδάφη αργιλικά είναι πάρα πολύ ευπαθή σε διάβρωση. Τα πρανή με μικρή κλίση ευκολύνουν το φύτεμα καλλωπιστικών φυτών και με τον τρόπο αυτό εξασφαλίζεται η φυσική συντήρηση του. Αντίθετα, αν ένα πρανές έχει μεγάλη κλίση, παρασύρεται από το νερό της βροχής για το λόγω ότι το νερό κινείται με μεγάλες ταχύτητες δεν εισχωρεί στο έδαφος και έτσι χρειάζεται συνεχή συντήρηση που μερικές φορές δεν μπορεί να γίνει με μηχανικά μέσα και χρησιμοποιούνται εργατικά χέρια, πράγμα που είναι αντιοικονομικό.

i) Ολισθήσεις πρανών και αιτίες συντήρησης: Ολισθήσεις πρανών συμβαίνουν όταν η ισορροπία φυσικών ή τεχνητών πρανών διαταραχθεί και η διατμητική αντοχή του εδάφους ή του βράχου δεν επαρκεί ώστε να αντισταθεί στις δυνάμεις βαρύτητας έτσι τα δυναμικά φορτία που εξασκούνται προκαλούν την αστοχία των, συνήθως κατά ή μετά από περιόδους βροχοπτώσεων. Η δράση του ύδατος στο εσωτερικό των γεωσχηματισμών επιφέρει μείωση των δυνάμεων διατμητικής αντοχής και μείωση της αντίστασης ολίσθησης. Στις περιπτώσεις αυτές αναπτύσσονται μικρότερης ή μεγαλύτερης έκτασης κατολισθήσεις με απρόβλεπτες συνέπειες. Ο όρος «ολίσθηση πρανών» καλύπτει μια μεγάλη ποικιλία γεωτεχνικών αστοχιών, που έμμεσα ή άμεσα συνδέονται με την κατασκευή οδικών έργων. Οι διάφορες μορφές

ολίσθησης πρανών χαρακτηρίζονται από το υλικό της γεωκατασκευής, και εξαρτώνται από τα πιο κάτω:

- Το γεωμετρικό σχήμα της αστοχίας
- Την ταχύτητα του φαινομένου
- Την έκταση και τη διάρκεια του

Στατιστικές μελέτες σε πραγματικές περιπτώσεις γεωκατασκευών οδικών έργων έδειξαν ότι το μεγαλύτερο ποσοστό ολισθήσεων εμφανίζουν τα γαιώδη **πρανή ορυγμάτων**. Συγκεκριμένα σε ένα αντιπροσωπευτικό σύνολο ολισθήσεων παρατηρήθηκαν τα εξής ποσοστά:

- | | |
|------------------------------|-----|
| • Γαιώδη πρανή ορυγμάτων | 40% |
| • Φυσικά πρανή | 20% |
| • Επιχώματα επί κλίσεων | 15% |
| • Πρανή επιχωμάτων | 15% |
| • Πρανή βραχωδών σχηματισμών | 10% |

Με κλίσεις αισθητά πιο απότομες από εκείνες της φυσικής ισορροπίας και κινδυνεύουν έτσι περισσότερο, είτε λόγω ανεπάρκειας σχεδιασμού είτε λόγω απρόβλεπτης μεταβολής των επί τόπου συνθηκών. Αντίθετα τα πρανή των επιχωμάτων είναι γεωκατασκευές εξ ολοκλήρου τεχνητές. Οι ολισθήσεις πρανών ανάλογα με το γεωμετρικό τους σχήμα κατατάσσονται στις περιστροφικές ολισθήσεις και στις επίπεδες ολισθήσεις. Οι πρώτες, υπό διάφορες μορφές σφαιρικές, κυλινδρικές, είναι χαρακτηριστικές των συνεκτικών εδαφών. Οι δεύτερες, είναι επίπεδες και συμβαίνουν σε περιπτώσεις πρανών ψαθυρών εδαφών.

ii) Συνθήκες ισορροπίας πρανών: Ένα πρανές είναι μια εδαφική δομή η οποία υφίσταται την επίδραση ορισμένων δυνάμεων που διακρίνονται σε:

- Δυνάμεις βαρύτητας και επιφόρτισης
- Δυνάμεις διατμητικής αντοχής των εδαφικών στοιχείων
- Δυνάμεις πίεσης ύδατος
- Δυναμικά φορτία

Όταν ένα πρανές ευρεθεί σε συνθήκες οριακής ισορροπίας, οι δυνάμεις βαρύτητας τείνουν να παρασύρουν το έδαφος σε ολίσθηση ενώ παράλληλα ενεργοποιείται σε διάτμηση, μέσω της συνοχής και της εσωτερικής τριβής, που αντιτίθενται στην κίνηση αυτή. Το ύδωρ μεταβάλλει τις μηχανικές ιδιότητες του εδάφους προκαλώντας μείωση της αντοχής σε διάτμηση. Η

ισορροπία εξαρτάται από τη γεωμετρική διαμόρφωση της εξωτερικής επιφάνειας του πρανούς τις φυσικές και μηχανικές ιδιότητες του εδάφους, τις συνθήκες υπόγεια και επιφανειακής διατμητικής αντοχής αλλά και την επιφόρτιση από τις υπερκείμενες στρώσεις.



Εικόνα 34. Υποχώρηση πρανού μετά από έντονα καιρικά φαινόμενα

Οι παράμετροι αστράγγιστης και διατμητικής αντοχής σε περιπτώσεις κινδύνου εκδηλώνεται με άμεσης ολίσθηση σε κορεσμένα εδάφη ή μικρής διαπερατότητας και σε περιοχές με προβλήματα ευστάθειας που εξελίσσονται άμεσα. Αυτό έχει συμβεί στο πρανές του κυκλικού κόμβου Αγίου Αθανασίου όπου βλέπουμε ότι τα πρανές δεν είχαν σωστή αποστράγγιση ως επίσης και οι αγωγοί αποστράγγισης δεν ήταν ικανοποιητικοί σε διάμετρο με αποτέλεσμα να συμπαρασύρει το νερό των Όμβριων Υδάτων (Εικόνα 34) τα εδάφη και που τελικά δεν είχαν την απαιτούμενη ευστάθεια ώστε να συγκρατήσουν το συγκεκριμένο ακραίο φυσικό φαινόμενο. Με αποτέλεσμα την δημιουργία λάσπης η οποία σκέπασε όλες τις λωρίδες κυκλοφορία του Αυτοκινητόδρομου που βρίσκονταν κάτω από τον Κυκλικό Κόμβο του Αγίου Αθανασίου.

Τα εδάφη που χρησιμοποιούνται σε πρανή πρέπει να ελέγχονται οι παράμετροι ενεργούς διατμητικής αντοχής c' και ϕ' κινδύνου ολίσθησης ειδικά σε μεγάλης διαπερατότητας εδάφη. Τέτοια προβλήματα είναι όλα όσα σχετίζονται με τη μακροχρόνια συμπεριφορά των γεωκατασκευών, πολύ αργότερα από τη φάση εκτέλεσης των χωματουργικών εργασιών. Ο έλεγχος πρέπει να γίνεται υπό συνθήκες πλήρους στράγγισης και να γίνεται σε όλες τις περιπτώσεις πρανών, ακόμα και σε πρανή κεκορεσμένων λεπτόκοκκων εδαφών.

iii) Έλεγχος της ευστάθειας : Το πρόβλημα της ευστάθειας πρανών παρουσιάζεται ιδιαίτερα πολύπλοκο και η επίλυση του απαιτεί σαφή γνώση της μορφολογίας (γεωλογική διαστρωμάτωση, ετερογένεια σχηματισμών, υπόγεια υδροφορία) και της σύστασης (φυσικά και μηχανικά χαρακτηριστικά) του εδάφους. Σήμερα υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός

μεθόδων, νομογραφημάτων και πινάκων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για επίλυση προβλημάτων ευστάθειας πρανών. Στο πλαίσιο της εκπόνησης μελετών έργων οδοποιίας, η ανάλυση της ευστάθειας πρανών είναι απαραίτητη για πρανή ορυγμάτων και επιχωμάτων ύψους μεγαλύτερου των 10 μέτρων.



Εικόνα 35. Φθορές σε φυσικά πρανές μετά τη ολοκλήρωση των εργασιών της Οδού

iv) Μέτρα σταθεροποίησης πρανών: Τα μέτρα για την προστασία της οδού από αστοχίες πρανών ορυγμάτων και επιχωμάτων ξεκινούν από την φάση του βασικού σχεδιασμού. Στην επιλογή της χάραξης της οδού πρέπει να χρησιμοποιούνται κριτήρια ευστάθειας των γεωκατασκευών ώστε να αποφεύγονται φαινόμενα όπως στις **Εικόνα 35**.

Στα μέτρα σταθεροποίησης πρανών ορυγμάτων και επιχωμάτων περιλαμβάνονται:

α) τα έργα αντιστήριξης, οι τοίχοι αντιστήριξης, οι αγκυρωμένοι τοίχοι, «οι τοίχοι Βερολίνου», τα διαφράγματα σκυροδέματος, οι μικροπάσσαλοι .



Εικόνα 36. Τοίχος Αντιστήριξης του πρανούς ως μέτρα σταθεροποίησης της Οδού

β) τα αντίβαρα ποδός, μια ειδική μορφή έργων αντιστήριξης, οι διατάξεις



Εικόνα 37. Τοποθέτηση προκατασκευασμένων συρματοκιβωτίων για στήριξη του πρανούς τα συρματοκιβώτια και τα επιχώματα λιθορριπής (Εικόνα 37).

γ) τα έργα ενίσχυσης της μάζας του εδάφους, ή του βράχου, ήλωσεις, αγκύρια

δ) οι χωματουργικές επεμβάσεις ανάντη της οφρύος του πρανούς, η απάλυνση κλίσεων, η απομάκρυνση πλεονάζουσας μάζας ανάντη που είναι δυνάμεις επιφόρτισης (Εικόνα 38).



Εικόνα 38. Μόρφωση πρανών μετά από πτώση του στον Αυτοκινητόδρομο

Η γενική πορεία της διαμόρφωσης των πρανών γίνεται στη φάση των κύριων χωματουργικών εργασιών, εκσκαφών και επιχωματώσεων, όπου και πραγματοποιείται η χονδροειδής μόρφωση των πρανών. Αυτό σημαίνει ότι η κλίση του κάθε πρανούς, έστω και

προσεγγιστικά, πρέπει να δίδεται είτε στη φάση των εκσκαφών είτε στη φάση των επιχωματώσεων.

Η κλίση των πρανών παρακολουθείται και καταγράφεται είτε με τοπογραφικές μεθόδους είτε με απλό ειδικό όργανο, τη μοδίνα. Ανάλογα με την κάθε περίπτωση, το ύψος του πρανού, τη φύση των υλικών, επιδιώκεται η πλήρης ή μερική εξομάλυνση της επιφάνειας και η οριστική διαμόρφωση πρανών ορυγμάτων και επιχωμάτων ώστε να έχουν την μέγιστη βαρυτική ευστάθεια.

γ) Επενδύσεις πρανών: Οι επενδύσεις πρανών με φυτικά γαιώδη υλικά αποτελούν το τελικό στάδιο των χωματουργικών εργασιών και είναι μέτρα σταθεροποίησης και ενίσχυσης των δημιουργώντας έτσι την κατάλληλη αντιστήριξη. Οι επενδύσεις πρανών θα πρέπει απαραίτητως να προγραμματίζονται ιδιαίτερα σε περιπτώσεις κατασκευής μεγάλων ορυγμάτων όπου υπάρχει δυνατότητα πρόσβαση και υλοποίησης είτε σε ενδιάμεση είτε σε τελική φάση των χωματουργικών. Επίσης η κάλυψη των πρανών με στρώμα φυτικής γης αποτελεί την κλασική μέθοδο επένδυσης γεωκατασκευών οδοποιίας. Ακόμη τη διάστρωση, που είναι εφικτή εφόσον η κλίση είναι σχετικώς ήπια (<1:15) και έτσι ακολουθεί ελαφρά συμύκνωση, ώστε αφενός η επένδυση να μην κινδυνεύει από διάβρωση και αφετέρου να μπορεί να φυτευθεί. Εναλλακτικά, σε περισσότερο απότομες κλίσεις πρανών η επένδυση μπορεί να γίνει με συνδυασμό φυτικού γεωπλέγματος και υδροσποράς ή με τοποθέτηση γεωκυψελών και πλήρωση με φυτική γη. Σε ειδικές περιπτώσεις κινδύνου διάβρωσης, πρανή ορυγμάτων και επιχωμάτων επενδύονται με συρματοκιβώτια σε κατάλληλη διάταξη. (Κοφίτσας Δ. Ιωάννης, 2001)

3.2 Αντιπλημμυρικά Έργα στην Κύπρο

Μολονότι οι πλημμύρες μπορούν να έχουν έναν φυσικό ρόλο στην αναζωογόνηση των οικοσυστημάτων, μπορούν όμως και να προξενήσουν εκτεταμένες περιβαλλοντικές ζημιές όταν για παράδειγμα πληγεί κύριων κυκλοφοριακών δικτύων. Ταυτόχρονα ακραία πλημμυρικά φαινόμενα μπορεί να καταστρέψουν ολοσχερώς τεχνικά έργα και να προκαλέσουν τεράστιες υλικές ζημιές ακόμα και απώλειες ανθρώπινων ζωών πρόσθετα μπορούν ακόμη να διαφοροποιήσουν ίσως και μόνιμα την εικόνα μιας περιοχής.

Για περιορισμό του ενδεχομένου εκδήλωσης πλημμυρών χρειάζεται πάντοτε να λαμβάνονται όλα τα κατάλληλα μέτρα πρόληψης. Τα κύρια αίτια των πλημμυρών στην Κύπρο είναι κατά

κύριο λόγω η ανομοιόμορφη ανάπτυξη με αποτέλεσμα να έχουμε πυκνοκατοικημένες περιοχές χωρίς πολεοδομική πολιτική.

Έτσι σε αστικές περιοχές μετά από πλημμύρες παρατηρούμε υπερχειλίση συστήματος όμβριων (Εικόνα 39) καθώς και υποχωρήσεις πρανών αλλά και καθίζηση των προκείμενων εδαφών. Ενώ σε νέες αστικές περιοχές παρατηρούμε υπερχειλίση (τεχνητού) συστήματος αποχέτευσης λόγω υπερχειλίση των υπονόμων τα οποία δεν έχουν ολοκληρωμένο σύστημα αποχέτευσης ή ακόμη να υπάρχει έλλειψη συστηματικής συντήρησης του συστήματος ειδικά πριν τις πρώτες βροχές του Χειμώνα . Ακόμη είναι σύνηθες να παραβιάζοντας πολεοδομικοί περιορισμοί με παρεμβάσεις του ανθρώπου σε παραδοσιακές κοίτες ποταμών και η μετατροπή τους σε οικιστικές μονάδες παραβιάζοντας έτσι την φυσική ροή των ρευμάτων.



Εικόνα 39. Υπερχειλίση συστήματος Όμβριων Υδάτων

Πρόσθετα σε υπερχειλίση του ρεύματος/ποταμού λόγω ξαφνικών πλημμυρών και όταν η χωρητικότητα των οχετών/ ανοιγμάτων είναι μικρότερη από την μεταφορική ικανότητα παρατηρούμε το φαινόμενο αυτό. Ακόμη μπορεί να γίνει αλλαγή της χρήσης των λεκανών απορροής με αποτέλεσμα να καταλήγει σε αύξηση της απορροής ενώ ταυτόχρονα να προκαλεί αλλαγή της κοίτης του ποταμού και μειώνει έτσι το χρόνο ροής.

3.2.1 Αποφάσεις του Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και του Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τα αντιπλημμυρικά έργα:

εκτιμώντας ότι οι πλημμύρες μπορεί να προκαλέσουν θανάτους, μετακινήσεις πληθυσμών και ζημιές στο περιβάλλον αλλά και το ότι μπορεί να θέσουν σοβαρά σε κίνδυνο την οικονομική ανάπτυξη και την ανθρώπινη δραστηριότητα μπορεί ακόμη να αυξήσει την πιθανότητα εκδήλωσής του φαινομένου, το Συμβούλιο της Ευρώπης ψήφισε την Οδηγία 2007/60/ΕΚ για την αξιολόγηση και τη διαχείριση των κινδύνων πλημμύρας. Στόχος της ΕΚ είναι η μείωση των αρνητικών συνεπειών στην ανθρώπινη υγεία, το περιβάλλον, την πολιτιστική κληρονομιά και τις οικονομικές δραστηριότητες που συνδέονται με τις πλημμύρες.

Η εφαρμογή της Ευρωπαϊκής Οδηγίας, γίνεται σε τρία στάδια:

α) προκαταρκτική εκτίμηση της πλημμυρικής επικινδυνότητας, **β)** εκπόνηση χαρτών πλημμυρικού κινδύνου και **γ)** ετοιμασία του σχεδίου διαχείρισης της επικινδυνότητας.

Ενώ η υφιστάμενη κατάσταση στην Κύπρο είναι πολύ διαφορετική δηλαδή παρατηρείται έλλειψη βασικής υποδομής αποχέτευσης Όμβριων υδάτων ως το κύριο μέτρο αντιμετώπισης των πλημμυρών. Εξάιρεση αποτελεί το συμβούλιο Αποχέτευσης Λεμεσού-Αμαθούντας το οποίο έχει εκπονήσει Σχέδιο Αποχέτευσης Όμβριων ήδη από το 1992 και στα πλαίσια του οποίου έχει ήδη εκτελέσει έργα αξίας €20 εκ. περίπου. Όμως αναμένονται νέα κονδύλια για να περιλάβουν νέα αντιπλημμυρικά έργα για ολόκληρη την Λεμεσό.

Η Λεμεσός εφαρμόζει σε αρχικό επίπεδο τα συστήματα SUDS (Sustainable Urban Drainage Systems) και προωθεί την εφαρμογή τους σε μεγάλο βαθμό. (Το SUDS: είναι σειρά πρακτικών διαχείρισης και κατασκευαστικών έργων που αποσκοπούν στην αποχέτευση και έλεγχο των επιφανειακών νερών με πιο αειφόρο τρόπο σε σχέση με τις παραδοσιακές τεχνικές.). Ενώ οι υπόλοιπες επαρχίες αντιμετωπίζουν η καθεμία τις δικές της δυσκολίες ως προς την αντιμετώπιση των πλημμυρών αφού σε όλες έχουν σημειωθεί αυτά τα φαινόμενα. Ορισμένοι δήμοι έχουν εκπονήσει ή προτίθενται να προχωρήσουν στην εκπόνηση μελετών για συστήματα διοχέτευσης όμβριων υδάτων για αντιμετώπιση των πλημμυρών.

3.2.2 Οι κύριοι άξονες αντιμετώπισης των πλημμυρών είναι:

α) Ο σχεδιασμός λειτουργικού δικτύου όμβριων υδάτων και **β)** η αξιοποίηση των όμβριων πριν να χυθούν στην θάλασσα ή να μετατραπούν σε άλλες μορφές απωλειών, **γ)** να κατασκευαστούν δεξαμενές κατακράτησης νερού (λίμνες) όπου να επιτρέπει το ύψος της βροχόπτωσης και η μορφολογία του εδάφους.

Άλλα προτεινόμενα Μέτρα πρόληψης πλημμυρών είναι: α) η αναθεώρηση του υφιστάμενου χωροταξικού σχεδιασμού που στόχο έχει την διαφύλαξη των παραρεμάτων περιοχών από χρήσεις ασύμβατες με το ισχύον καθεστώς, ακόμη και αν προβλέπονται από άλλες διατάξεις ή κανόνες σχεδιασμού. β) Να συντάξει και αναθεωρήσει τεχνικά κριτήρια να εκπόνηση και αναθεώρηση των τεχνικών οδηγιών, των κατευθυντήριων γραμμών, των εσωτερικών οδηγιών, των κριτηρίων και των πρωτοκόλλων για τη διαχείριση των παραρεμάτων περιοχών και τις επιτρεπόμενες χρήσεις των. γ) Να παρθούν μέτρα για τη συντήρηση της αποχετευτικής ικανότητας των Υδάτινων Σωμάτων. Ενώ ο κύριος στόχος πρέπει να είναι η πρόβλεψη κονδυλίων για χρηματοδότηση της συντήρησης των υδατορευμάτων για ανάκτηση και διατήρησης της υδραυλικής λειτουργίας, για ενίσχυση υφιστάμενων δομών αντιπλημμυρικής προστασίας, για κατασκευή των νέων έργων προστασίας στις περιπτώσεις όπου υπάρχει αστική ανάπτυξη και όπου υπάρχουν οικονομικές δραστηριότητες στρατηγικής σημασίας να λαμβάνοντας πάντα υπόψη η μέγιστη συμβατότητα με τους περιβαλλοντικούς στόχους της Ο.Π.Υ. δ) Επίσης να υπάρχει σωστή διαχείριση της γνώσης μέσω της ενημέρωσης και ορισμός των ρόλων αλλά και των ευθυνών των διαφόρων παραγόντων αλλά να καταρτίζονται, δημοσιεύσεις, δραστηριότητες καινοτομίας, δημιουργίας θεματικών δικτύων και να υπάρχει επιτροπή εμπειρογνομόνων για θέματα που σχετίζονται με τις πλημμύρες. Σε αυτό το πλαίσιο θα μπορούσε να αναπτυχθεί πιλοτική εφαρμογή σε λεκάνες της Κύπρου αντιπροσωπευτικές της μεσογειακής μορφολογίας (μικρές λεκάνες που απορρέουν κατευθείαν στη θάλασσα, παραλιακές πόλεις χτισμένες με κεντρικό άξονα ένα ρέμα που έχει καλυφθεί ή εκτραπεί εκ των υστέρων, καταπατήσεις κ.λ.π.) στο πλαίσιο της αειφόρου ανάπτυξης.

3.2.3 Τα προβλήματα και τρόποι αντιμετώπισης πλημμυρών ανά επαρχία

A) Επαρχία Λευκωσίας: Το πρόβλημα επικεντρώνεται στα όμβρια ύδατα της ευρύτερης περιοχής Λευκωσίας που απορρέουν στον ποταμό Πεδιαίο και στη συνέχεια μέσω της πεδιάδας της Μεσαορίας καταλήγουν στη θάλασσα βόρεια της Αμμοχώστου. Μερικοί από τους τρόπους αντιμετώπισης τους είναι να μελετηθεί η αξιοποίηση των όμβριων υδάτων πριν αυτά εισέλθουν στον ποταμό και αυτό μπορεί να γίνει με την δημιουργία λιμνών κατακράτησης σε πάρκα και ο εμπλουτισμός του υδροφορέα με αυτά σε επιλεγμένα μέρη.

B) Επαρχία Λάρνακας: Το πρόβλημα είναι στο ότι υπάρχει δυσκολία στην αξιοποίηση του βρόχινου νερού γιατί δεν μπορεί να υπάρξει φυσική ροή του διότι δεν υπάρχουν καθόλου φυσικές κλίσεις, αφού η πόλη είναι επίπεδη, ενώ τα υπόγεια ύδατα έχουν γίνει υφάλμυρα.

Με αποτέλεσμα όποιο νερό καταλήγει στη γη δε μπορεί να χρησιμοποιηθεί λόγω της αλμυρότητας. Πρόσθετα υπάρχουν περιοχές όπου τα αποχετευτικά συστήματα όμβριων υδάτων λειτουργούν και ως αποστραγγιστικά, συλλέγοντας υφάλμυρα ύδατα. Παρόλο που έχει ήδη γίνει διερεύνηση αξιοποίησης των όμβριων υδάτων του καναλιού της στρατηγού Τιμάγια, αλλά τελικά δεν βρέθηκε κατάλληλος τρόπος αξιοποίησής τους.

Με αποτέλεσμα ο μόνος τρόπος αντιμετώπισης του προβλήματος είναι η κατασκευή στερνών που είναι στεγανές δεξαμενές τοποθετούμενες στις αυλές των σπιτιών ή θαμμένες στο έδαφος και έτσι να φυλάγεται νερό για οικιακή και άλλη χρήση.

Γ) Επαρχία Αμμοχώστου: Το πρόβλημα είναι εξίσου δύσκολο γιατί και σ' αυτή την περιοχή υπάρχει πρόβλημα πλημμυρών, η Αγία Νάπα έχει περιορισμένη δυνατότητα δημιουργίας λιμνών κατακράτησης και ως λύση είναι η διάνοιξη γεωτρήσεων για αποφυγή της απορροής νερών μετά από ακραία καιρικά φαινόμενα στις κυρίες αρτηρίες. Το μέτρο αυτό δυνατόν να επεκταθεί περαιτέρω. Επίσης στην περιοχή του Παραλιμνίου, τα όμβρια ύδατα συλλέγονται με φυσική κλίση σε λίμνη και υπάρχει τεχνητό έργο που λειτουργεί ως αντιπλημμυρικό, αλλά και για εμπλουτισμό των υπόγειων νερών και ως κανάλι για μεταφορά του νερού σε φράγμα.

Ε) Επαρχία Πάφου: Ο σχεδιασμός αντιπλημμυρικών έργων την Επαρχία της Πάφου είναι πιο αποτελεσματικός γιατί βοηθούν και οι φυσικές κλίσεις του εδάφους και έτσι η αξιοποίηση των όμβριων υδάτων γίνεται με την κατασκευή λίμνης κατακράτησης σε νέα μεγάλη ανάπτυξη. Ενώ σε ένα μεγάλο Δήμο της Επαρχίας Πάφου έχουν εφαρμοστεί μέτρα αξιοποίησης των όμβριων υδάτων, όπως η χρήση γεωτρήσεων για εμπλουτισμό των υπόγειων νερών και η χρήση λιμνών κατακράτησης.

Ζ) Επαρχία Λεμεσού: είναι πιο οργανωμένα τα πράγματα και υπάρχει μακροπρόθεσμος προγραμματισμός – υπάρχει το Ολοκληρωμένο Σχέδιο Όμβριων Υδάτων μείζονος Λεμεσού και SUDS. Το πρόγραμμα υλοποίησης όμβριων υδάτων είναι ένα τριάντα πενταετή προγράμματα ανάπτυξης (2002-2017) και έχει συνολικό κόστος 88 εκατομμύρια ευρώ. Όμως λόγω καθορισμού προτεραιοτήτων υπάρχουν πολλές προβληματικές περιοχές όπως η περιοχή του Κυκλικού Κόμβου Αγίου Αθανασίου όπου σχεδόν σε κάθε ακραίο καιρικό φαινόμενο παρατηρούνται φράξιμο του συστήματος όμβριων υδάτων και κατεπέκταση την υπερχειλίση του όλου συστήματος με απρόβλεπτες συνέπειες, τα ακριβή αίτια και τα αποτελέσματα συγκεκριμένης πλημμύρας αναλύονται εκτενώς στην υποπαράγραφο **3.3.1**.

Μέσα από βασικές αρχές διαχείρισης του δικτύου όμβριων υδάτων της Επαρχίας Λεμεσού καθώς και μέσα από μια υγιές οικιστική ανάπτυξη με σωστές πολεοδομικές ζώνες καθώς και μέσα από μια ίση μεταχείριση αλλά και δίκαιο επιμερισμό των έργων ανά περιοχή μπορεί η Λεμεσός να αναβάθμιση/επεκτείνει το υφιστάμενο σύστημα. Επίσης πρέπει να καθοριστούν οι ανάγκες πρώτιστης και δευτερεύουσας σημασίας ακόμη να αξιοποιηθούν οι φυσικοί δίοδοι των υδάτων. Πρόσθετα πρέπει να γίνουν έκτροπες που να καταλήγουν σε τεχνικές λίμνες κατακράτησης.

Μέχρι στιγμή έχουν γίνει κάποια έργα αποχέτευσης Όμβριων Υδάτων. Αυτά τα έργα έχουν χωριστεί σε Φάσεις και μερικά έχουν ξεκινήσει. Στην Φάση Β2, έχουν κατασκευαστεί αντιπλημμυρικά έργα στη δυτική περιοχή της Λεμεσού για την άμβλυνση του προβλήματος πλημμύρων α) στις περιοχές Ζακάκι, Α' Βιομηχανική περιοχή Λεμεσού περιλαμβανομένων των οδών Αραούζου, Αδας, Ηλυσσίων, β) στην περιοχή Μαρίνου Γερουλάνου και σε άλλες περιοχές του Δήμου Κάτω Πολεμιδιών. Επίσης έχουν κατασκευαστεί τρεις δεξαμενές κατακράτησης των νερών, μία δυτικά της Α' Βιομηχανικής περιοχής Λεμεσού, μία στην Αγία Φύλα και μία στον Άγιο Αθανάσιο. Πρόσθετα έχει κατασκευαστεί δίκτυο όμβριων υδάτων, στις πυκνοκατοικημένες περιοχές της Λεμεσού στη περιοχή Ιδρύματος Παναγίδα βόρεια της λεωφόρου Αρχ.Μακαρίου Γ', η περιοχή του κόμβου των Πολεμιδιών νότια του παρακαμπτηρίου δρόμου - ανατολικά του Τσιρείου σταδίου, ο συνοικισμός Καψάλου και άλλα έργα στην περιοχή Νέας Εκάλης και στην Αγία Φύλα.

Επίσης έχουν παρθεί κάποιας άμεσα μέτρα ως τρόπος αντιμετώπισης του προβλήματος. Στις νέες άδειες οικοδομής επιβάλλονται όροι, ούτως ώστε να διασφαλίζεται η μείωση ή η κατακράτηση των νερών που καταλήγουν στην οδό. Πρέπει να κατασκευάζονται απορροφητικοί λάκκοι όμβριων υδάτων σε όλα τα νέα υποστατικά και κυρίως σε ανοικτούς χώρους, κατασκευή απορροφητικών λάκκων όμβριων υδάτων σε όλα τα υπόγεια ή ημιυπόγεια. Τοποθέτηση αντλίας απομάκρυνσης βρόχινων νερών σε περίπτωση συσσώρευσης νερών στους χώρους αυτούς. Κατασκευή υδατοπερατών πλακόστρωτων οδοστρωμάτων και πεζοδρομίων. Κατασκευή χωμάτων αυλακιών για απομάκρυνση των περισσευμάτων. Διατήρηση και μετατροπή υφιστάμενων απορροφητικών λάκκων σε απορροφητικούς λάκκους όμβριων υδάτων, στα υποστατικά που θα υποβάλουν έκδοση άδειας σύνδεσης με το αποχετευτικό σύστημα (μη υποχρεωτικό). Αναμένεται επίσης η σύνδεση 20 000 υποστατικών με το σύστημα επομένως δημιουργία ισάριθμων

απορροφητικών λάκκων όμβριων, διασφαλίζοντας χώρο κατακράτησης - αποθήκευσης, δυναμικότητας τουλάχιστον 200 χιλιάδων κυβικών μέτρων όμβριων υδάτων το καθένα.

Όπως επίσης αυστηρή εφαρμογή του νόμου που απαγορεύει την εναπόθεση υλικών οικοδομής στα πεζοδρομία κατά την διάρκεια των κατασκευαστικών εργασιών τα οποία κατά την εμφάνιση των ακραίων καιρικών φαινομένων είναι η κύρια αιτία φραξίματος των συστημάτων όμβριων υδάτων.(Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων, 2007)

3.3 Πραγματικό Πεδίο –Εφαρμογή Αντιπλημμυρικών Έργων στην περιοχή Αγίου Αθανασίου (Περιμετρικά του Κόμβου)

Μετά από έντονη βροχόπτωση μερικών ωρών στις 22.4.2010 είχε σαν συνέπεια την υποχώρηση των πρανών στον Κυκλικό Κόμβο Αγίου Αθανασίου λόγω βασικά φραξίματος και υπερχείλισης των φρεατίων απορροής λόγω κακού σχεδιασμού (Εικόνα 39 και 40). Δηλαδή όλοι οι κάθετοι αγωγοί των Όμβριων υδάτων των γεινιάζων οδών του κυκλικού κόμβου κατέληγαν περιμετρικά στο πάνω μέρος του πρανούς. Όμως στο σημείο που κατέληγαν δεν υπήρχε στηθαίο επαρκείς προστασία περιμετρικά του πρανούς, ούτε επαρκεί αποχετευτικό σύστημα με σχάρες ώστε να συλλέγουν το νερό των Όμβριων Υδάτων και να το διοχετεύουν ασφαλές μακριά από τον Αυτοκινητόδρομο με αποτέλεσμα την συγκεκριμένη μέρα μετά από έντονη βροχόπτωση οι αγωγοί των Όμβριων υδάτων κατεύθυναν το όμβρια στην ανάντη περιοχή του πρανούς με αποτέλεσμα την μερική υποχώρηση του, διασυρμό του εδαφικού υλικού φράξιμο των σχαρών και πλημμύρισμα όλου του κυκλικού κόμβου. Δηλαδή είχε πλημμυρίσει τόσο ο κυκλικό κόμβο Αγίου Αθανασίου όσο και η βύθιση του Αυτοκινητόδρομου Λεμεσού/Λευκωσίας.



Εικόνα 40. Φράξιμο αποχετευτικού συστήματος

Η κίνηση της κυκλοφορίας των οχημάτων διακόπηκε για αρκετές ώρες και υπήρξε μεγάλη κυκλοφοριακή συμφόρηση τόσο στον αυτοκινητόδρομο όσο και σε μεγάλη απόσταση στην γύρω περιοχή με αποτέλεσμα την ταλαιπωρία του κοινού. Πέρα από τον άμεσο κίνδυνο που διέτρεξαν άνθρωποι υπήρξαν στην πορεία και απαιτήσεις για υλικές ζημιές που ανέρχονται πέραν των €50 πρόσθετα στα κόστη των αντιπλημμυρικών έργων.

Το πρόβλημα μετά από μελέτη διαφάνηκε ότι προέρχεται από τα όμβρια ύδατα που προέρχονταν κυρίως από την Λεωφόρο Αγίου Αθανασίου βόρεια και τις περιοχές του Παρακαμπτηρίου. Η υφιστάμενη Λεωφόρος δεν έχει αποχετευτικό σύστημα ενώ το ίδιο πρόβλημα παρουσιάζεται και στον κόμβο Αγίας Φύλας. Παίρνονται πρόχειρα διορθωτικά μέτρα γιατί αναμένεται ότι θα εφαρμοστεί το μακροπρόθεσμο ολοκληρωμένο Σχέδιο Όμβριων Υδάτων μείζονος Λεμεσού και το SUDS. Το πρόβλημα εδώ οξύνθηκε για τον λόγο ότι τα όμβρια ύδατα που έρχονται από την Λεωφόρο υπερχείλισαν τον επίπεδο κόμβο και παρέσυραν τα εδάφη που είχαν τοποθετηθεί στο πρηνές του Κυκλικού Κόμβου που ήταν για την τοποιοτέχνηση, με αποτέλεσμα να κλείσουν οι σχάρες και το σύστημα αποχέτευσης του κόμβου και να πλημμυρίσει η βύθιση του Παρακαμπτηρίου στο σημείο εκείνο.

Τα μέτρα που πάρθηκαν: α) Το Συμβούλιο Αγίου Αθανασίου για την Αναβάθμιση του κόμβου αυτού είχε προχωρήσει στην ετοιμασία σχεδίων με στόχο την προσωρινή απάμβλυνση του προβλήματος και την ανάθεση του σε ιδιώτη Εργολάβο προς εκτέλεση. Η διαδικασία αυτή δεν εγκρίθηκε από τις αρμόδιες επιτροπές και γίνονταν τροποποιήσεις στα έγγραφα των προσφορών για ζήτηση προσφορών με τη συνηθισμένη διαδικασία, η οποία ήταν χρονοβόρα. Το Τμήμα θα ήταν έτοιμο για να ζητήσει προσφορές για την κατασκευή των σχεδίων της Λεωφόρου περί το τέλος Ιανουαρίου 2008. Στα σχέδια για την αναβάθμιση της Λεωφόρου περιλαμβανόταν και σύστημα αποχέτευσης των Όμβριων Υδάτων. Η τεχνική που θα ακολουθείτο στην αποχέτευση των Όμβριων Υδάτων στον Κυκλικό Κόμβο και την βύθιση θα γινόταν με το σύστημα βαρύτητας δεν θα χρειαζόταν ιδιαίτερος μηχανισμός για την άντληση και έτσι θα διοχετεύονταν στον παραπλήσιο ποταμό Βαθειά, με σχετούς ικανοποιητικής διατομής με σκοπό να δέχεται και τα Όμβρια Ύδατα από τις βορειότερες περιοχές με βάση τη μελέτη του ΣΑΛΑ. Τα σχέδια αυτά για διάφορους λόγους δεν έτυχαν εφαρμογής, αλλά εφαρμόστηκαν νέες προσωρινές προτάσεις του Τμήματος Δημοσίων Έργων για απάμβλυνση του προβλήματος μέχρι την τελική εφαρμογή του μακροπρόθεσμου ολοκληρωμένου Σχεδίου Όμβριων Υδάτων μείζονος Λεμεσού και SUDS.

β) Έτσι τα Δημόσια Έργα σε συνεργασία με το Συμβούλιο Αγίου Αθανασίου κατέληξαν στην εφαρμογή σχεδίων προσωρινής αναβάθμιση του αποχετευτικού συστήματος ως εξής: συμφωνήθηκε ή αφαίρεση του παλαιού οχετού και η κατασκευή ενός οχετού Φ1000 στην Κοίτη του ποταμού «Βαθκιά» και συγκεκριμένα στο δημόσιο αργάκι που γειτονεύει με τον Κόμβο Αγίου Αθανασίου. Έτσι η συνολική δαπάνη υπολογίστηκε στις €15,000 για τον οχετό εκτός οι χωματουργικές εργασίες οι οποίες συμφωνήθηκε από κοινού να γίνει με έξοδα του Αγίου Αθανασίου.

γ) Τα νέα μέτρα προσωρινής αναβάθμισης του αποχετευτικού των Όμβριων έγινε σύμφωνα με τα Πρότυπα του Τμήματος Δημοσίων Έργων που αναφέρονται σε 50 χρόνια περίοδο επαναφοράς για γέφυρες ποταμών, 25 χρόνια περίοδο επαναφοράς για του οχετούς και περίοδο επαναφοράς 2 χρόνια για κλειστό σύστημα αποχέτευσης Όμβριων υδάτων.

Στη μελέτη λήφθηκε σοβαρά υπόψη η εισροή όμβριων υδάτων που προέρχονται από τον Παρακαμπτήριο, τον κόμβο και τα όμβρια ύδατα της βύθισης αλλά και τα όμβρια των τοπικών Οδών που συμβάλλουν στην συνολική απορροή στην κυρίως αρτηρία του οδικού δικτύου που είναι η βύθιση.

δ) Στην αναβάθμιση του συστήματος έγινε προσπάθεια να εφαρμοστεί ένας νέος σχεδιασμός ώστε να απορροφά τα όμβρια της βροχής που προέρχονται από βορειότερες περιοχές που τελικά αυτά ήταν η αιτία του φραξίματος των σχαρών απορροής. Επίσης στη μελέτη και κατασκευή οχετών λήφθηκε υπόψη το Γενικό Σχέδιο (Master Plan) όπου ήταν δυνατό για την αποχέτευση των Όμβριων υδάτων όπως αυτό ετοιμάστηκε από το Συμβούλιο Αποχετεύσεων Λεμεσού / Αμαθούντας (ΣΑΛΑ) που με την αποπεράτωση του προβλέπεται να δοθεί ριζική λύση του συγκεκριμένου προβλήματος.

Πρόσθετα με τα πιο πάνω μέτρα, έγινε προσωρινό ανοικτό επενδυμένο αυλάκι που σκοπό είχε την διοχετεύσει των όμβριων υδάτων στη λίμνη Βαθειά.

3.3.1 Εφαρμογή Αντιπλημμυρικών Έργων στον Κυκλικό Κόμβο Αγίου Αθανασίου.

Τα τελικά Αντιπλημμυρικά Σχέδια τα οποία εφαρμόστηκαν περιλάμβαναν τα πιο κάτω:

Κατασκευή οχετού Όμβριων υδάτων Φ1000 μήκους 500 m. στον Κυκλοφοριακό Κόμβο Αγίου Αθανασίου στον αυτοκινητόδρομο Λεμεσού / Λευκωσίας. (Εικόνα 19 Παράρτημα) όπου φαίνεται η οριζοντιογραφία με τον οχετό και Εικόνα 20 Παράρτημα όπου φαίνεται η τυπική λεπτομέρεια αποχετευτικού.

Η εργασία αυτή έγινε από το Τμήμα των Δημοσίων Έργων Λεμεσού με εμπλοκή του εργατικού προσωπικού των Δημοσίων Έργων.



Εικόνα 41. Τα αντιπλημμυρικά έργα και το αποτέλεσμα τους

Η εκτίμηση των Ποσοτήτων δίνεται αναλυτικά στο Δελτίο Τιμών και Ποσοτήτων που ακολουθεί. Πίνακας Νο. 2 και αφορά τα πιο κάτω:

Το θέμα αφορά επιπρόσθετα την κατασκευή (1) οχετού διαμέτρου 1200mm 160m περίπου στην αρχή του Έργου και την κατασκευή (2) επενδυμένου αυλακιού 1330m περίπου στο τμήμα του αυτοκινητόδρομου στο οποίο έχει γίνει μόνο επάλειψη.

B1. Η κατασκευή του οχετού Φ1200 κρίθηκε αναγκαία μετά την κατάργηση της λίμνης Βαθειάς που λειτουργούσε σαν λεκάνη απορροής. Ο οχετός αυτό συνδέεται με το σύστημα όμβριων του Συμβουλίου σε άλλο σημείο, έτσι ώστε να αποφευχθούν προβλήματα στον αυτοκινητόδρομο και σε ιδιωτικές περιουσίες σε περίπτωση έντονης βροχόπτωσης. (Τμήμα Δημοσίων Έργων, 2010-2011)

Μελλοντικοί Στόχοι: Για την σωστότερη Υδάτινη διαχείριση γίνεται προσπάθεια αξιοποίηση των Όμβριων υδάτων μέσα από μια Αειφόρο διαχείριση τους. Έτσι γίνονται μελέτες για διερεύνηση της δυνατότητας αξιοποίησης των όμβριων υδάτων σε επίπεδο οικίας / κτιρίων και σε επίπεδο αστικών περιοχών.

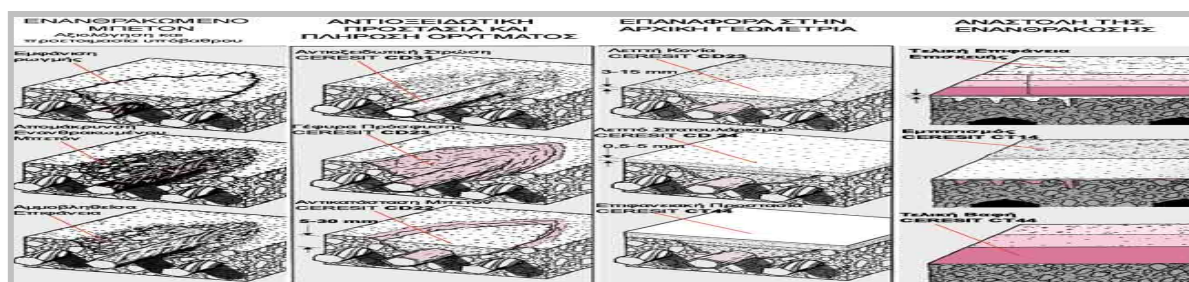
Η αξιοποίηση των αστικών όμβριων υδάτων σχετίζεται με την επιφανειακή απορροή, τη συλλογή/απορροή/σύστημα αποχέτευσης-διοχέτευσης των όμβριων υδάτων σε επίπεδο

οικοδομής, οδού, τοπικής περιοχής και ευρύτερης αστικής περιοχής καθώς και με τη διαχείριση της επικινδυνότητας πρόκλησης ζημιάς από πλημμύρα. Λόγω της εμπλοκής και εμπειρίας διαφόρων φορέων στα διάφορα στάδια της ροής των αστικών όμβριων υδάτων κρίθηκε ως χρήσιμη η διεξαγωγή συνάντησης μεταξύ των φορέων αυτών με σκοπό την ανταλλαγή απόψεων, εμπειριών και παραδειγμάτων καλής πρακτικής διαχείρισης των αστικών όμβριων υδάτων.

| A/A | ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ | ΠΟΣΟ ΤΗΤΑ | ΜΟΝΑΔΑ | ΤΙΜΗ ΜΟΝΑΔΟ Σ € | ΣΥΝΟΛΟ € |
|-----|---|--------------|--------|--------------------------|-------------|
| 1. | Κατασκευή οχετού Φ1200mm | 160m | m | | |
| 2. | Φρεάτια υδροσυλλογής | 52 | τεμ. | | |
| 3. | Φρεάτια επίσκεψης | 8 | τεμ | | |
| 4. | Επενδυμένο αυλάκι | 1330 . | m | | |
| 5. | Σωλήνες σύνδεσης φρεατίων | 200 | | | |
| 6. | Απρόβλεπτα | | | | |
| 7. | Εγγύηση συμβολαίου, ασφάλειες, εργαστηριακά, σχέδιο ασφάλειας και υγείας | | | | |

Πίνακας Νο. 2 Δελτίο ποσοτήτων για τα αντιπλημμυρικά έργα στον Άγιο Αθανάσιο

3.4 Ζημιές και Συντήρηση Γεφυρών



Εικόνα 42. Διαδικασία Ενανθράκωση Οπλισμένου Σκυροδέματος στις Γέφυρες

Αίτια και μηχανισμοί Διάβρωσης Γεφυρών: Η κύρια αιτία από άποψης ανθεκτικότητας του οπλισμένου σκυροδέματος είναι η διάβρωση του οπλισμού από τον ένυδρο οξειδίου του σιδήρου και την μείωση της αλκαλικότητας του σκυροδέματος. Το σκληρυμένο σκυρόδεμα περιέχει οξειδίου του ασβεστίου $\text{Ca}(\text{OH})_2$, αλκαλικό περιβάλλον με τιμή pH 12.5 που προστατεύει έτσι τον χάλυβα από τη διάβρωση. Αυτό ονομάζεται παθητικοποίηση του χάλυβα. Αυτή η παθητικοποίηση αρχίζει να μειώνεται με την μείωση του pH, έτσι αρχίζει η διάβρωση. Οι τρεις βασικοί λόγοι διάβρωσης: **α) Ενανθράκωση** του σκυροδέματος, **β) Επίδραση χλωριόντων**, **γ) Ρωγμές**.

Α) Ενανθράκωση: Κατά την πήξη του τσιμέντου παράγεται ως γνωστόν υδροξείδιο του ασβεστίου – $\text{Ca}(\text{OH})$. Το υδροξείδιο του ασβεστίου που πλεονάζει στο σκυρόδεμα δίνει υψηλό αλκαλικό περιβάλλον δηλ. pH του μπετόν (περίπου 12,5) στο οπλισμό. Όσο ο οπλισμός βρίσκεται μέσα στο αλκαλικό αυτό περιβάλλον είναι προστατευμένος από οξείδωση. Μέγιστη σημασία έχει εδώ η επίδραση του CO_2 που αφομοιώνεται από τα τριχοειδή από την επιφάνεια του μπετό όταν βρεθεί διαλυμένο στο νερό της βροχής συχνά μαζί και με SO_2 . Το αποτέλεσμα της απορρόφησης του CO_2 είναι η βαθμιαία εξουδετέρωση της αλκαλικότητας γύρω από τον χάλυβα.



Εικόνα 43. Ενανθράκωση Σκυροδέματος στις γέφυρες

B) Επίδραση Χλωριώντων: Τα χλωριώντα μπορούν να διατηρήσουν το προστατευτικό στρώμα οξειδίου όταν φτάσουν μέσω του νερού μέχρι τον οπλισμό, αυτό γίνεται είτε από το εσωτερικό του σκυροδέματος είτε διαμέσου προσμίκτων. Τα χλωριώντα αυτά μπορούν να διαπεράσουν το προστατευτικό στρώμα οξειδίων, μέσα από τους πόρους του στρώματος με μεγαλύτερη ευκολία από άλλα ιόντα με αποτέλεσμα να καταστρέψουν τα προστατευτικά οξειδία και έτσι να αρχίσει η οξείδωση (Εικόνα 44).



Εικόνα 44. Διάβρωση χάλυβα οπλισμού από χλωριώντα

Γ) Ρωγμές: Η ύπαρξη ρωγμών στο σκυρόδεμα αποτελούν μέσο για να περάσουν, τόσο το διοξείδιο του άνθρακα όσο και τα χλωριώντα στον οπλισμό και να αρχίσει η διάβρωση. Οι ρωγμές αυτές προέρχονται από συστολή ξήρανσης από υψηλές εντάσεις ή από διάφορες συγκρούσεις.

Μηχανισμός Διάβρωση του Χάλυβα: Η διάβρωση είναι ένα σύνθετο χημικό και ηλεκτροχημικό φαινόμενο. Ένας ηλεκτροκαταλύτης και μια ηλεκτρική σύνδεση είναι απαραίτητα για να πραγματοποιηθεί το φαινόμενο. Το ρόλο του ηλεκτροκαταλύτη παίζει το σκυρόδεμα και η ράβδος του χάλυβα παρέχει την ηλεκτρική σύνδεση. Έχουμε έτσι δύο απλές διαδικασίες: της **ανόδου και της καθόδου**. Η άνοδος δημιουργείται στην περιοχή του χάλυβα και έτσι τα άτομα του σιδήρου μετατρέπονται σε ιόντα. Ενώ η κάθοδος είναι η περιοχή του χάλυβα που έχει νερό και οξυγόνο. Έτσι γίνεται η οξείδωση του σιδήρου.

3.4.1 Επιπτώσεις Διάβρωσης Σιδήρου-Είδη Διάβρωσης στις Γέφυρες

Επιπτώσεις Διάβρωσης: Η διάβρωση του σιδήρου οπλισμού προκαλεί αύξηση του όγκου του, άρα και δημιουργία εσωτερικών τάσεων και ρωγματώσεων που προκαλούν ζημιά στα ποιο κάτω: **A)** οξείδωση του χάλυβα άρα μειώνεται η ενεργός διατομή του **B)** μειώνεται η στατική επάρκεια της κατασκευής, **Γ)** οι ρωγματώσεις αυξάνουν την διαπερατότητα του σκυροδέματος σε CO₂ έτσι τις προϋποθέσεις για νέες ρωγματώσεις και τη γρήγορη διάβρωση του οπλισμού.

Ομοιόμορφη Διάβρωση: Η ενανθράκωση του τσιμέντου φθάνει στο βάθος εκείνο στο οποίο ευρίσκονται οι χαλύβδινες ράβδοι και μικρές ποσότητες υγρασίας. Έτσι εμφανίζεται φθορά στα δομικά στοιχεία ως κηλίδες πορτοκαλί χρώματος (**Εικόνα 45**) ή λεπτές σχισμές παράλληλες προς την τοποθέτηση της ράβδου του χάλυβα, εύκολα ορατές και είναι έτσι δυνατόν να ληφθούν διορθωτικά μέτρα.



Εικόνα 45. Εξέλιξη της ομοιόμορφης διάβρωσης σε τοίχο γέφυρας

Τοπική Διάβρωση: Παρατηρείται συνήθως σε ορισμένες θέσεις της διατομής, δηλαδή παρατηρείται μείωση της, ενώ η υπόλοιπη ράβδος μπορεί να μείνει ανέπαφη. Συμβαίνει σε τοπικά αυξημένης συγκέντρωσης ιόντων χλωρίου και σε περιπτώσεις προεκτάσεων ή συγκολλήσεων των ράβδων του σιδήρου. Σαν συνέπεια έχουμε η τοπική μείωση της διατομής των ράβδων και ταυτόχρονη μείωση της ικανότητας τους να φέρουν φορτίο. Όπου η μείωση της διατομής οφείλεται στην τοπική διάβρωση τότε η ράβδος σιδήρου γίνεται πλέον εύθραυστη ενώ δεν θα υπάρχουν ορατές προειδοποιήσεις για τη μείωση της αντοχής της κατασκευής.



Εικόνα 46. Μέγεθος επιδιόρθωσης ζημιάς σε γέφυρα

3.4.2 Τρόποι Επισκευής Ζημιών σε Γέφυρες

α. Απομάκρυνση των αποσαθρωμένων και σπασμένων τμημάτων του σκυροδέματος, ώστε να αποκαλυφθεί πλήρως το υγιές σκυρόδεμα και ο διαβρωμένος οπλισμός. Οι μέθοδοι που μπορούν να χρησιμοποιηθούν είναι αμμοβολή, υδροβολή, ή τρίψιμο με συρματόβουρτσα και πολλές άλλες σύγχρονες μεθόδους.

β. Επάλειψη σε 2 στρώσεις στον καθαρισμένο από σκουριά σημείο και επάλειψη με μονωτικό υλικό.

γ. Επάλειψη τσιμεντοειδούς κονιάματος στην καθαρισμένη επιφάνεια σκυροδέματος με ψεκάσμο χαμηλής πίεσης ή με βούρτσα, το οποίο διεισδύει στο σκυρόδεμα και προσκολλάται στην επιφάνεια της ράβδου.

δ. Επάλειψη με μια ινοπλισμένη στρώση 2 συστατικών με σκληρή βούρτσα πάχους περίπου 10mm αποκρίνει τα εύθρυπτα κομμάτια δημιουργώντας ένα υπόστρωμα πρόσφυση του επισκευαστικού κονιάματος στην επιφάνεια του οπλισμού.

ε. Επάλειψη με επισκευαστικό μη-συρρικνωμένο, θιξοτροπικό τσιμεντοκονίαμα το οποίο έχει καλές προσκολλητικές ιδιότητες, με μεγάλη αντίσταση στην διείσδυση διοξειδίου του άνθρακα, καθώς και των χλωριώντων και των σουλφιδίων. Η επάλειψη γίνεται είτε με μυστρί είτε με ψεκάσμο σε στρώση πάχους από 10-61mm

ζ. Για τελείωμα επαλείφεται η επιφάνεια με επισκευαστικό τσιμεντοειδές κονίαμα, ομοίων ιδιοτήτων με το προηγούμενο το οποίο όμως περιέχει μικρότερα αδρανή. Η στρώση μπορεί να είναι από 1 έως 50mm. Δεν χρειάζεται διαβροχή.

Ενεργές Επεμβάσεις: Οι ενεργές επεμβάσεις έχουν ως σκοπό την αποκατάσταση της φέρουσας ικανότητας της κατασκευής η οποία κρίνεται απαραίτητο να εφαρμόζεται ταυτόχρονα πάντοτε και μια συντηρητική επέμβαση.

Μέθοδος επισκευής με ινοπλισμένα πολυμερή (FRP): Χρησιμοποιείται κυρίως για αναβάθμιση παλαιότερων ανεπαρκών οπλισμένων κατασκευών με πολλές συσσωρευμένες βλάβες. Μπορεί να επιβληθεί κυρίως με τη χρήση μανδυνών από οπλισμένα πολυμερή (F.R.P. wraps), (Εικόνα 47) ως μέσο ενίσχυσης αλλά και ως αδιαπέραστο εμπόδιο λόγω της σύστασης της σκληρυμένης ρητίνης στην διάχυση διαβρωτικών παραγόντων. Εφαρμόζοντας σύνθετα υλικά από ίνες άνθρακα και γυαλιού πρωτίστως και σπανιότερα αραμιδίου, επιδιώκουμε στα μέλη των στοιχείων προσβεβλημένων από διάβρωση ο επικολλημένος μανδύας να λειτουργήσει ως μηχανισμός περιορισμού της διεύρυνσης των ρωγμών αναπτύσσοντας περιφερειακή τάση.



Εικόνα 47. Επισκευή με ινοπλισμένα πολυμερή

3.4.3 Σεισμική Επισκευή και Ενίσχυση Γεφυρών

Υπάρχουν πολλές μέθοδοι επισκευής των διαφόρων μελών της γέφυρας, συγκρίνοντας τις διάφορες τεχνικές μεταξύ τους, παίρνουμε αυτή που ικανοποιεί τις ανάγκες μας. Το επίπεδο της δόνησης, η κλίση, η καμπυλότητα, το είδος των ακρόβαθρων, των μεσόβαθρων και η συνέχεια του ανοίγματος είχαν την μεγαλύτερη συσχέτιση με την έκταση των ζημιών. Το συνολικό κόστος επισκευής των γεφυρών μετά από ένα σεισμικό γεγονός είναι μεγάλο και μάλιστα αυξάνεται σχεδόν εκθετικά σε σχέση με την έκταση και την σοβαρότητα των ζημιών. Άρα επιθυμητή είναι η σχεδίαση της γέφυρας ώστε να αντιστέκεται επαρκώς στις σεισμικές κινήσεις. Για παράδειγμα στους δύο τελευταίους σεισμούς στη Η.Π.Α. από τις πάνω από 3500 γέφυρες που υπάρχουν στις κομητείες γύρω από το Los Angeles μόνο περίπου 200 έπαθαν κάποια βλάβη (συνολικό κόστος αποκατάστασης περίπου \$150,000,000). Παρ' ότι από αυτές μόνο το 3% χρειάστηκε να αντικατασταθεί το κόστος

αντικατάστασης του αντιστοιχούσε στο 80% όλων των εξόδων που δαπανήθηκαν για τις γέφυρες. Άρα η βέλτιστη λύση είναι η προληπτική ενίσχυση γεφυρών, καθώς με μικρά έξοδα προλαμβάνονται τεράστιες δαπάνες στο μέλλον. Για παράδειγμα, παρά τις εκτεταμένες αστοχίες γεφυρών κατά το σεισμό του Northbridge καμιά δεν συνέβη σε μια πρόσφατα σχεδιασμένη ή πρόσφατα ενισχυμένη γέφυρα, έστω και αν αυτές υπόκεινταν σε όμοιο σεισμικό φορτίο με γέφυρες που κατέρρευσαν .

3.4.4 Συμπεριφορά των μελών μιας Γέφυρας σε Σεισμό

α) Υπερδομή: Η απώλεια στήριξης στις δοκούς είναι από τις πιο σοβαρές βλάβες της υπερδομής και αυτό μπορεί να οφείλεται στην έλλειψη συνέχειας σ' αυτή, καθώς και μη επαρκής μήκος στήριξη της δοκού. Επίσης να υπάρχουν, καμπύλες στηρίξεις λόγω κάποιας ατέλειας που ενθαρρύνουν την περιστροφή της υπερδομής γύρω από το κάθετο άξονα ή μετατοπίσεις στις στηρίξεις λόγω κάποιας ατέλειας. Η μείωση αυτού του είδους αστοχίας αποτελεί το κύριο στόχο των περισσότερων κανονισμών ενίσχυσης τα τελευταία χρόνια.

β) Υποδομή: Οι βλάβες στην υποδομή γενικά έχουν τη μορφή αστοχιών στα βάθρα, ακρόβαθρα και θεμέλια. Βλάβη στα βάθρα μπορεί να συμβεί είτε λόγω καμπτικής αστοχίας, είτε λόγω διατμητικής αστοχίας απώλειας αγκυρώσεων στο διαμήκη οπλισμό. Αυτού του είδους οι αστοχίες είναι δυνατό να προκαλέσουν κατάρρευση της υπερδομής λόγω της μετακίνησης της στήριξης της. Σεισμική βλάβη, ειδικά σε χαμηλές γέφυρες, είναι συχνά προκαλούμενη λόγω αστοχίας των θεμελίων που οφείλεται στην εκτεταμένη παραμόρφωση με αποτέλεσμα την μείωση της φέρουσας ικανότητας με αποτέλεσμα να παρατηρούνται συχνή κάθετη κλίση ή ακόμα και ανατροπή.

Επίσης συχνά παρατηρείται καθίζηση των πρηνών που προκύπτει από τη συμπύκνωση των μετά από σεισμικά γεγονότα. Ο κύριος στόχος της σεισμικής ενίσχυσης είναι ο περιορισμός της αποδεκτής ζημιάς κατά το σεισμικό σχεδιασμό. Οι βλάβες είναι μη αποδεκτές αν καταλήγουν σε: Α) Κατάρρευση μερική ή ολική της γέφυρας, ή Β) Την απώλεια χρήσης μίας σημαντικής οδού.

Η διαδικασία σεισμικής επισκευής χωρίζεται σε στάδια: Γίνεται προκαταρκτικός έλεγχος για την κατάταξη των κατασκευών σε σειρά προτεραιότητας λαμβάνοντας υπ' όψιν την δομική επικινδυνότητα, το κυκλοφοριακό φόρτο και άλλα σχετικά θέματα. Ακολουθεί λεπτομερή εξέταση για το προσδιορισμό των τμημάτων της γέφυρας που θέλουν επισκευή.

Μετά γίνεται επιλογή και σχεδιασμός των επισκευαστικών μέτρων πρόληψης της κατάρρευσης. Είναι λιγότερο δαπανηρό να αντικαταστήσεις ένα υποστύλωμα ή να επισκευάσεις κάποιες αρθρώσεις από το να αντικαταστήσεις ολόκληρη τη κατασκευή. Η πιο καταστροφική μορφή αστοχίας για τις γέφυρες είναι η υπερβολική μετακίνηση των αρθρώσεων. Λόγω του σχεδιασμού τους μια τέτοια μετατόπιση θα οδηγήσει στη κατάρρευση του καταστρώματος καθ' όλο το συγκεκριμένο μήκος ακολούθως θα καταστρέψει μεγάλο μέρος της κατασκευής και θα θέσει σε κίνδυνο τις ζωές των ταξιδιωτών.

Η δεύτερη πιο ευάλωτη (σεισμικά) πλευρά της γέφυρας είναι τα βάθρα. Τα υποστυλώματα συγκρατούν την κατασκευή κι αν αστοχήσουν διατμητικά ή είναι αδύναμα καμπτικά, η κατασκευή μπορεί να καταστραφεί. Επομένως, αστοχία ενός υποστυλώματος ή των θεμελιών είναι δυνατόν να προκαλέσουν κατάρρευση όλης της γέφυρας.

3.4.4.1 Κανονισμοί σχεδιασμού παλαιών Γεφυρών: Οι Γέφυρες που είναι σχεδιασμένες με βάση παλαιότερους κανονισμούς είναι περισσότερο ευάλωτες άρα πρέπει να εξετάζουμε τα πιο κάτω: **A). Είδος υπερδομής:** Γέφυρες με ενδιάμεσες αρθρώσεις και απλά εδραζόμενους δοκούς πολλαπλών ανοιγμάτων έχουν μεγαλύτερη επικινδυνότητα. Ενώ γέφυρες με αψίδες ή συνεχείς, πολλαπλών ανοιγμάτων γέφυρες έχουν μικρότερη επικινδυνότητα. **B). Καμπύλες και κεκλιμένες γέφυρες:** Οι καμπύλες και κεκλιμένες γέφυρες δεν είναι κατ' ανάγκη πιο ευάλωτες από τις ευθείες γέφυρες. **Γ). Υλικό υπερδομής:** Γέφυρες από οπλισμένο σκυρόδεμα ή με προένταση είναι ελαφρώς λιγότερο ευάλωτες από τις μεταλλικές, όμως η διαφορά είναι μικρή. **Δ). Λοξό κατάστρωμα:** Γέφυρες με λοξό κατάστρωμα είναι πιο ευάλωτες **E). Συσκευές συγκράτησης στην έδραση:** Γέφυρες χωρίς πρόβλεψη τέτοιων συσκευών είναι πιο ευάλωτες. **Z). Είδος υποδομής:** Γέφυρες που εδράζονται σε απλά βάθρα ή πλαισιωτά βάθρα με ανεξάρτητα θεμέλια είναι πιο επικίνδυνες. **H) Ύψος βάθρου:** Γέφυρες με ψηλά βάθρα είναι πιο ευάλωτες. **Θ). Συνθήκες περιοχής:** Γέφυρες κατασκευασμένες σε μαλακά εδάφη έχουν μεγαλύτερη επικινδυνότητα **I). Ρευστοποίηση του εδάφους:** Γέφυρες σε περιοχές ευάλωτες στη ρευστοποίηση είναι πιο ανασφαλείς **K). Μεγάλες αλλαγές στις ιδιότητες του εδάφους:** Γέφυρες που βρίσκονται σε περιοχές με ακανόνιστες εδαφικές στρώσεις είναι πιο επικίνδυνες.

Επίδραση αποβλήτων: Γέφυρες όπου η εδαφική επιφάνεια είναι μολυσμένη είναι πιο ευάλωτες. **A) Υλικά υποδομής:** Γέφυρες που στηρίζονται από υποδομές απλού σκυροδέματος είναι πιο ευάλωτες. **B). Είδη θεμελιών:** Γέφυρες που στηρίζονται από ξύλο, τούβλα και άλλα άγνωστα υλικά είναι πιο ευάλωτες, **Γ). Ένταση εδαφικής κίνησης:**

Γέφυρες που υπόκεινται σε σεισμικές κινήσεις μεγάλης έντασης είναι πιο ευάλωτες. Συγκεκριμένα ο κίνδυνος αυξάνει αν η μέγιστη επιτάχυνση εδάφους ξεπερνά τα 0,4g. Από αυτά τα σημεία 6,7,10,12,13 και 14 επιδέχονται επεμβάσεων.

3.4.5 Συντήρηση-Τεχνικές Επεμβάσεις στην Γέφυρα

Υποστυλώματα: ενισχύονται χρησιμοποιώντας συγκολλημένα μεταλλικά πλαίσια διαφόρων παχών. Τα κελύφη προκατασκευάζονται σε 2 ή περισσότερα μέλη. Και μετά ηλεκτροσυγκολλούνται στο πεδίο για να περικυκλώσουν το υποστύλωμα. Ένα κενό 5 με 10 cm αφήνεται στο πάνω και κάτω μέρος τους υποστυλώματος. Για κυκλικά υποστυλώματα ένα κενό κατ' ελάχιστο 2,5 cm αφήνεται και γεμίζεται με τσιμεντοκονίαμα. Το τσιμεντοκονίαμα εισπιέζεται από κάτω ώστε να εξασφαλισθεί η πλήρης διαφυγή του αέρα. Η εισπίεση πρέπει να γίνεται αργά και συμμετρικά ώστε ένα αποδοτικό και σχετικά φθινό (φθινότερο του κελύφος) μέσο ενίσχυσης σε γέφυρες με βάθρα πολλαπλών υποστυλωμάτων είναι η δημιουργία τοιχιών. Τοιχία με πάχος 30 με 40 cm τοποθετούνται ανάμεσα στα υποστυλώματα, δημιουργώντας βασικά ένα επιμήκης και εξαιρετικά δύσκαμπτο μέλος. Το τοιχίο θα αποτρέψει τη διατμητική αστοχία του νέου μέλους και θα δημιουργήσει μια ισχυρή βάση που αντέχει στις ταλαντώσεις, υποδοχές εισπίεσης στο καλούπι επιτρέπουν την εισπίεση τσιμεντοκονιάματος μέχρι την κορυφή του μέλους. Τυπικά ράβδοι Φ18 τοποθετούνται ανά 30cm τόσο κατακόρυφα όσο και οριζόντια. Ένα πρόγραμμα σεισμικής ενίσχυσης πρέπει να στοχεύει στην αύξηση της πλαστιμότητας στα μέλη της υποδομής. Παρότι οι μεταλλικοί μανδύες έχουν εκτεταμένη χρησιμότητα για λόγους όμως κατασκευαστικούς εναλλακτικοί μέθοδοι λαμβάνονται υπ' όψη όπως η χρήση σύγχρονων σύνθετων υλικών. Στα χαρακτηριστικά τους συμπεριλαμβάνεται το ελαφρύ τους βάρος και η υψηλή δυσκαμψία. Η περίφραξη με φύλλα ΙΟΠ επιτρέπει στα βάθρα να αναπτύξουν πλαστικές αρθρώσεις κατά τη διάρκεια των σεισμών ποσότητα δύναμης που κατανέμεται στα γειτονικά μέλη. Η επισκευή και ενίσχυση γεφυρών χρησιμοποιούν σύγχρονα και σύνθετα υλικά τα οποία έχουν σαφή πλεονεκτήματα σε σχέση με άλλες μεθόδους λόγω της ευκολίας εφαρμογής και της δυνατότητας να προσαρμοστούν στην παρούσα εμφάνιση της κατασκευής. Η ενίσχυση υποστυλωμάτων από ενισχυμένο σκυρόδεμα χρησιμοποιώντας ΙΟΠ για να αντισταθεί στα σεισμικά φορτία είναι αρκετά συχνή. Οι ενισχύσεις χρησιμοποιώντας τετραγωνικούς μανδύες είναι αποτελεσματικοί σχεδόν κατά το ήμισυ σε σύγκριση με κυκλικούς μανδύες ΙΟΠ. Η εφαρμογή των ΙΟΠ επιτυγχάνεται με μια διαδικασία που προσομοιάζει με την επικόλληση ράβδοι. Μια καλύτερη μέθοδος είναι η πλήρης αφαίρεση

της άκρης, κατακόρυφα. Στη συνέχεια γίνονται εργασίες πασσάλων, Η εκσκαφή των πασσάλων είναι πολύ ακριβή αλλά μπορεί να επιτευχθεί και για βάθη 6cm. Αυτό απαιτεί την συγκόλληση πολλών σωλήνων που οδηγούνται τμηματικά. Όλοι οι πάσσαλοι πρέπει να είναι καλά αγκυρωμένοι στο νέο θεμέλιο.

Μόνωση και Αποσβεστήρες: Μονώσεις και αποσβεστήρες έχουν περιορισμένη χρήση στην ενίσχυση γεφυρών αλλά χρησιμοποιούνται περισσότερο για πολύ ευπαθείς ή εξαιρετικά σημαντικές κατασκευές. Ο βασικός σκοπός της μόνωσης είναι να αυξήσει τη θεμελιώδη περίοδο ταλάντωσης, έτσι ώστε η κατασκευή να υπόκειται σε μειωμένες δυνάμεις. Όμως η μείωση στη δύναμη συνοδεύεται από αύξηση στις μετατοπίσεις. Μια εύκαμπτη σύνδεση αυξάνει την περίοδο ταλάντωσης της γέφυρας και έτσι επιμηκύνεται επαρκώς για να μειωθεί η φόρτιση. Ένας αποσβεστήρας, μπορεί να παραλάβει την δόνηση έτσι ώστε οι σχετικές μετατοπίσεις στη σύνδεση να περιορίζονται σε ένα πρακτικά αποδεκτό επίπεδο.

Θεμέλια: Οι εργασίες στα θεμέλια τείνουν να είναι οι πιο δύσκολες και ακριβές απ' όλες τις εργασίες. Το ακραίο κόστος στις εργασίες θεμελίων προέρχεται από τις εκτεταμένες εκσκαφές που απαιτούνται για την αύξηση των πασσάλων. Μια άλλη περίπτωση είναι η προστασία των ακρόβαθρων όταν η ευστάθεια του έναντι της δυναμικής πίεσης του εδάφους ήταν ανεπαρκή. Αντί της άμεσης ενίσχυσης του ακρόβαθρου, αντικαταστήθηκε εδαφικό υλικό πίσω από το ακρόβαθρο αρκετών κυβικών μέτρων από διογκωμένο πολυστυρένιο. Έτσι μειώνεται η πίεση του εδάφους. Η σεισμική επισκευή γεφυρών, είναι μια σχετικά νέα ιδέα. Μόνο μερικά επισκευαστικά σχήματα έχουν χρησιμοποιηθεί στη πράξη. Στο παρόν επίπεδο ανάπτυξης, η σεισμική επισκευή είναι μια τέχνη που απαιτεί αρκετή κρίση μηχανικού. (Κουρνέτας Δημήτριος, 2010)

3.5 Συντήρηση σε στηθαία ασφαλείας— Κάθετη και Οριζόντια Σήμανση -Οδική Ασφάλεια και Ζημιές.

Οι Αυτοκινητόδρομοι στατιστικά είναι οι πιο ασφαλείς δρόμοι - η κίνηση τους είναι στο 15% και έχουν 3% τροχαία ατυχήματα. Έχει αποδειχθεί ότι ο οδηγός δεν συνειδητοποιεί την ταχύτητα που κινείται με αποτέλεσμα να προκαλούνται ατυχήματα με σοβαρούς τραυματισμούς, θανάτους αλλά και πολλές υλικές ζημιές .

3.5.1 Χαρακτηριστικά Σηθαιών Ασφαλείας, Κάθετης και Οριζόντιας Σήμανσης

Σύστημα αναχαίτισης οχημάτων –Σηθαία: Τα **σηθαία ασφαλείας οδών** έχουν σκοπό να συγκρατούν κάθε όχημα που παρεκκλίνει από την πορεία του όταν ο οδηγός χάσει τον έλεγχο του οχήματος.

A. Σηθαία ασφαλείας στην Κεντρική Νησίδα -Τοποθέτηση σηθαιών.

Τα συστήματα αναχαίτισης οχημάτων –σηθαία δεν προλαμβάνουν τα τροχαία ατυχήματα, αλλά ελαττώνουν τις συνέπειές τους. Κατά συνέπεια, η θέση έχει σημασία. Οι βασικές αρχές σχεδιασμού για τοποθέτηση σηθαιών ασφαλείας είναι: α) Να συγκρατούν όλα τα οχήματα, β) Κατά την πρόσκρουση, να εξασφαλίζουν στους επιβάτες μία ανεκτή καταπόνηση. γ) Περιορισμένες υλικές ζημιές δ) Τα σηθαία να τοποθετούνται πιο μακριά από το οδόστρωμα. ε) Η ελάχιστη απόσταση από την οριογραμμή του οδοστρώματος πρέπει να είναι τόση, ώστε ο οδηγός να μην απομακρύνεται ασυναίσθητα από αυτήν ζ) Να λαμβάνεται υπόψη η απόσταση μεταξύ σηθαίου και επικίνδυνου αντικειμένου.



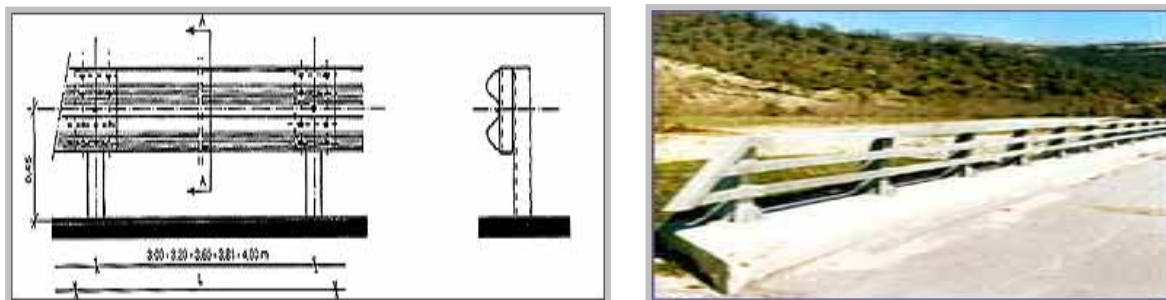
Εικόνα 48. Διαδικασία τοποθέτηση σηθαιών στο εξωτερικό έρεισμα

Τα σηθαία ασφαλείας χωρίζονται στους πιο κάτω τύπους:

α. Μεταλλικά σηθαία ασφαλείας οδών: Τα μεταλλικά σηθαία ασφαλείας οδών τοποθετούνται κατά μήκος της οδού και κατά την πρόσκρουση οχήματος λειτουργούν σαν ελκυστήρας, για να επαναφέρουν ομαλά στο οδόστρωμα το όχημα. Βασικά στοιχεία των μεταλλικών σηθαιών αποτελούν η αυλακωτή λεπίδα, η οποία παραλαμβάνει αρχικά την καταπόνηση εξαιτίας της πρόσκρουσης και τη μεταβιβάζει στους ορθοστάτες, οι ορθοστάτες, οι οποίοι μεταφέρουν τελικά την καταπόνηση εξαιτίας της πρόσκρουσης στο έδαφος.

Τα μεταλλικά στηθαία ασφάλειας οδών που χρησιμοποιούνται σήμερα, διακρίνονται σε **τέσσερις τύπους** : απλά μονόπλευρα μεταλλικά στηθαία, απλά αμφίπλευρα μεταλλικά στηθαία, ενισχυμένα μονόπλευρα μεταλλικά στηθαία, ενισχυμένα αμφίπλευρα μεταλλικά στηθαία, ειδικά στηθαία γεφυρών.

β. Στηθαία ασφάλειας οδών από σκυρόδεμα: Τα στηθαία ασφάλειας από σκυρόδεμα κατασκευάζονται με ειδική διατομή η οποία παρουσιάζεται και χαρακτηρίζεται σαν διατομή New Jersey. Το ύψος τους ανέρχεται κατά κανόνα σε 0.81 m και σπανιότερα σε 1.15 m, ώστε να εμφανίζουν επαρκή αντοχή σε κυκλοφορία, σε παγετό και στη χρήση υλικών αντιμετώπισης παγετού. Τα στηθαία ασφάλειας από σκυρόδεμα αντιμετωπίζουν με μεγάλη αποτελεσματικότητα και χωρίς παραμόρφωση μέχρι 100 km/h και για γωνίες μέχρι 20°. Κίνδυνος ανατροπής επιβατικού οχήματος υπάρχει σε περίπτωση πρόσκρουσης με γωνία περίπου 25°.



Εικόνα 49. Μεταλλικά θωράκια ασφάλειας οδών

γ. Μεταλλικά θωράκια ασφάλειας οδών : Σε περιοχές εκτελούμενων έργων σε οδούς με δύο ανεξάρτητους κλάδους, όταν η κυκλοφορία και των δυο κατευθύνσεων διοχετεύεται στον έναν κλάδο, επιβάλλεται ο προσωρινός διαχωρισμός των λωρίδων αντίθετης κατεύθυνσης. Αυτό επιτυγχάνεται με την τοποθέτηση μεταλλικών θωρακίων ασφάλειας (Ολόσωμα θωράκια και τα Κινητά θωράκια), που επιδεικνύουν εύκολη μεταφορά, τοποθέτηση, αφαίρεση και δεν προκαλούν καμία βλάβη στο οδόστρωμα .

δ. Στηθαία ασφάλειας οδών από πλαστικό υλικό : Στηθαία ασφάλειας από πλαστικό υλικό εφαρμόζονται για τον αποκλεισμό και την οριοθέτηση περιοχών σε οδούς, όπου εκτελούνται έργα. Κατασκευάζονται από ανθεκτικά πλαστικά υλικά, όπως είναι το σκληρό πολυαιθυλένιο και κατά κανόνα έχουν τη μορφή χαμηλού New Jersey. Έχουν το μεγάλο πλεονέκτημα ότι είναι εύκολα στη μεταφορά, τοποθέτηση και αφαίρεση τους. Το βάρος τους αυξάνει με την

πλήρωσή τους επί τόπου με νερό ή άμμο. Σε σχέση με τους πλαστικούς κώνους η χρήση τους προτιμάται, επειδή αποκλείουν ολοκληρωτικά την περιοχή του εργοταξίου, ενώ σε περίπτωση πλάγιας πρόσκρουσης οχήματος είναι σε θέση να το επαναφέρουν ομαλά στο οδόστρωμα ανάλογα με τις συνθήκες πρόσκρουσης.

3.5.2 Απορροφητής Κινητής Ενέργειας (Crash Cushion): Τα στηθαία ασφαλείας, μεταλλικά ή από σκυρόδεμα, προσφέρουν ικανοποιητική προστασία σε περίπτωση πλευρικής πρόσκρουσης οχημάτων. Σε θέσεις, όπου υπάρχει αυξημένη πιθανότητα πρόσκρουσης με μεγαλύτερη γωνία, η αποτελεσματικότητα των στηθαίων περιορίζεται σημαντικά. Τέτοιες θέσεις είναι κατά κύριο λόγο η αρχή διαχωριστικών νησίδων σε οδούς με δυο ανεξάρτητους κλάδους και οι νησίδες εξόδου σε ανισόπεδους ή ισόπεδους κόμβους, ιδιαίτερα όταν στις θέσεις αυτές υπάρχουν κατασκευές επικίνδυνες για την οδική ασφάλεια. Βελτίωση της οδικής ασφάλειας επιτυγχάνεται με την τοποθέτηση κατάλληλων συστημάτων, τα οποία είναι σε θέση να απορροφούν την κινητή ενέργεια των οχημάτων που προσκρούουν και να τη μετατρέπουν σε άλλη μορφή ενέργειας.

Το **Crash Cushion** ή **Απορροφητές κινητής ενέργειας** (**Crash Cushion** Εικόνα 50) Αποτελείται από σύστημα μεταλλικών στηθαίων ασφαλείας τα οποία τοποθετούνται μπροστά από στηθαία ασφαλείας από σκυρόδεμα. Η βελτίωση της οδικής ασφάλειας επιτυγχάνεται με την τοποθέτηση αυτών των κατάλληλων συστημάτων, τα οποία είναι σε θέση να απορροφούν την κινητή ενέργεια των οχημάτων που προσκρούουν και να τη μετατρέπουν σε άλλη μορφή ενέργειας δηλαδή βοηθούν να "μαλακώνουν" οι επιπτώσεις των συγκρούσεων. (Εικόνα 50)(*Οδοφωτισμός*.2011)



Εικόνα 50. Crash Cushion ή Απορροφητής κινητής ενέργειας



Εικόνα 51. Ζημιές σε CRASH CUSHION και σε μεταλλικά στηθαία ασφαλείας

3.5.3 Κάθετη Σήμανση - Διάφοροι τύποι Πινακίδων και Ζημιές: Οι πινακίδες σήμανσης έχουν σκοπό να προειδοποιούν, να απαγορεύουν, να υποδεικνύουν και να προσανατολίζουν. Γι αυτό πρέπει να είναι εμφανέστατες, σαφέστατες, στη σωστή τους θέση και να μπορούν να αντικαταστήσουν μια εντολή ή υπόδειξη. **Κατηγορίες πινακίδων:** Αναγγελίας κινδύνου (Κ), Ρυθμιστικές (Ρ), Πληροφοριακές (Π), Πρόσθετες (Πρ), Γεφυρών.



Εικόνα 52. Ζημιές σε πινακίδες τροχαίας

Οι ζημιές στις Πινακίδες είναι συνήθεις φαινόμενο, μερικές φορές το κόστος αντικατάστασης ή επιδιόρθωσης των είναι πολύ ψηλό και αυτό οφείλεται στο κλείσιμο ή την παράκαμψη της κίνηση της κυκλοφορίας για μετακίνηση ή αντικατάσταση της ζημιάς.

3.5.4 Οριζόντια Σήμανση-Συντήρηση: Υπάρχουν διάφορες κατηγορίες διαγραμμίσεων στα οδοστρώματα κυκλοφορίας που έχουν διαφορετικά πάχη αλλά και διαφορετικά χρώματα. Αναλόγως της μορφής τους κατατάσσονται σε διάφορες κατηγορίες. Αυτές μπορεί να είναι διαγραμμίσεις που διακρίνονται σε **διαμήκεις, εγκάρσιες και ειδικές διαγραμμίσεις**. Η οριζόντια αυτή σήμανση συναντάτε σχεδόν σε οποιοδήποτε οδικό δίκτυο, δηλαδή σε αστικές ή υπεραστικές οδούς. Η οριζόντια σήμανση διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο στη λειτουργικότητα και ασφάλεια της κίνησης του οχήματος στην οδό άρα και στην μείωση των

δυστυχημάτων και ζημιών. Οι διαγράμμισεις που τοποθετούνται στα άκρα της οδού καθορίζουν το εύρος των λωρίδων κυκλοφορίας ενώ ταυτόχρονα καθορίζουν την λωρίδων κίνησης των οχημάτων προσφέροντας σημαντική βοήθεια στον οδηγό τόσο την μέρα αλλά ακόμη περισσότερο την νύκτα όπου η ορατότητα μειώνεται αισθητά. Ο οδηγός μπορεί να έχει σαφή εικόνα του τι υπάρχει γύρω του αλλά και όσον αφορά τον έλεγχο της θέσης του επάνω στο οδόστρωμα, τόσο σε σχέση με τα άκρα του οδοστρώματος και των λωρίδων κυκλοφορίας, όσο και προς τα άλλα οχήματα που βρίσκονται γύρω του. Τα πλεονεκτήματα της διαγράμμισης για την οπτική καθοδήγηση γίνονται ιδιαίτερα σημαντικά όταν οι καιρικές συνθήκες δεν είναι καλές, ή τη νύκτα, όταν το μάτι δεν μπορεί να διακρίνει τα στοιχεία που περιβάλλουν την οδό. Ακόμη σε περίπτωση που ο οδηγός θαμπωθεί από τους φανούς αυτοκινήτου που έρχεται από τη αντίθετη κατεύθυνση, μπορεί να επαναπροσδιορίσει την θέση του με βάση τη διαγράμμιση στην άκρη της οδού, αποφεύγοντας έτσι την άμεση επαφή με το φως από το αντίθετο ρεύμα.



Εικόνα 53. Οριζόντια Διαγράμμιση



Εικόνα 54. Οριζόντια Διαγράμμιση υπό βροχή το βράδυ

Παράγοντες Αστοχίας: Ο κύριος παράγοντας που προκαλεί πρόωρη αστοχία της διαγράμμισης είναι η κακή πρόσφυση του υλικού στην επιφάνεια του οδοστρώματος. Συνήθως τα προβλήματα πρόσφυσης σχετίζονται όχι τόσο με τα ασφαλτικά οδοστρώματα, όσο με τα οδοστρώματα από σκυρόδεμα. Έτσι η διαγράμμιση σ' αυτού του είδους τα οδοστρώματα πολύ πιθανόν να οδηγήσει σε αποτυχία λόγω κακής συγκόλλησης. Σημαντικό ρόλο για την πιο πάνω αποτυχία έχει η τάση του νερού που ανέρχεται στην επιφάνεια, η συγκέντρωση ανόργανων αλάτων, ή η ψύξη του νερού κάτω από τις ταινίες διαγράμμισης. Η σταθερότητα της διαγράμμισης επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες όπως η σκόνη, οι

ακαθαρσίες, η λάσπη και τα σημάδια από ελαστικά, που επηρεάζουν σε μεγαλύτερο ή μικρότερο βαθμό την σταθερότητα της διαγράμμισης. Πρόσθετα σημαντικό ρόλο στην σταθερότητα της διαγράμμισης έχει η θέση και το υλικό κατασκευής της διαγράμμισης. Η διαγράμμιση επηρεάζεται επίσης πάρα πολύ από τις καιρικές συνθήκες και πιο έντονα από τις επιπτώσεις των χιονοπτώσεων.

3.5.4.1 Τρεις χαρακτηριστικές περιπτώσεις φθορών στην διαγράμμιση είναι οι εξής:

- **Διήθηση του ασφαλτικού υλικού (bleeding):** Σ' αυτή την περίπτωση, λόγω υψηλής θερμοκρασίας ή λόγω της επίδρασης κάποιου διαλύτη το ασφαλτικό οδόστρωμα αφού λιώσει εισχωρεί στη διαγράμμιση με αποτέλεσμα να την διασπά και σιγά σιγά να την αποσυνθέτει.

- **«Σύρσιμο» (greeping):** Σ' αυτό το πρόβλημα θα έχουμε παραμόρφωση και ταυτόχρονη αλλαγή στο σχήμα της διαγράμμισης και αυτό μπορεί να συμβεί όταν οι θερμοπλαστικές διαγραμμίσεις κάτω από υψηλές θερμοκρασίες παραδοθούν πολύ σύντομα στην κυκλοφορία αμέσως μετά την τοποθέτησή τους.

- **Ρηγμάτωση (cracking):** Εμφανίζονται ρωγμές πάνω σε ανάγλυφες διαγραμμίσεις με αποτέλεσμα όταν υπάρχουν ψυχρές καιρικές συνθήκες τότε τα υλικά καθίστανται εύθραυστα και σπάζουν όταν πιεσθούν και ταυτόχρονα με την βροχή απομακρύνονται καθιστώντας την οδό επικίνδυνη.

Ολισθηρότητα στις διαγραμμίσεις: Υπάρχει μεγάλη πιθανότητα ολίσθησης σε ορισμένα σημεία της οδού τα οποία είναι κρίσιμα, όπως οι κόμβοι, οι διαβάσεις πεζών και αλλού, όπου τα οχήματα καλούνται να τροχοπεδήσουν επάνω στη διαγράμμιση. Αυτό έχει μεγάλη σημασία, γι' αυτό όταν η διαγράμμιση καταλαμβάνει μικρό μέρος της επιφάνειας του οδοστρώματος πρέπει να ελέγχεται σε τακτά χρονικά διαστήματα η ολισθηρότητα της. Για να υπάρχει καλύτερο αποτέλεσμα και συνάφεια αποτελέσματος σε σχέση με την ολισθηρότητα το υλικό της διαγράμμισης πρέπει όσο το δυνατόν να είναι της ίδιας αντίστασης σε ολισθηρότητα σε σχέση με το οδόστρωμα. Γι' αυτό επιβάλετε οποιοδήποτε υλικό (αδρανές) να παρουσιάζει τραχιά επιφάνεια, η οποία με αυτό τον τρόπο να ενισχύει την πρόσφυση σε στεγνές και υγρές συνθήκες. Πρόσθετα η χρήση χρώματος σε παχύ στρώμα δημιουργεί λεία και συνεπώς ολισθηρή επιφάνεια. Αντίθετα, τα θερμοπλαστικά υλικά (δηλαδή υλικά τα οποία θερμαίνονται κατά την τοποθέτησή τους) παρουσιάζουν ικανοποιητική αντίσταση σε ολίσθηση. Για την αντίσταση σε ολίσθηση συνιστάται η

εξασφάλιση τιμών SRV=45 για τις διαμήκεις γραμμές και SRV=55 για τις λοιπές διαγραμμίσεις.

Προβλήματα κατά την τοποθέτηση: Η διαγράμμιση έχει πολύ σύντομο χρόνο ζωής, σχετικά με τα υπόλοιπα στοιχεία από τα οποία αποτελείται μία οδός. Αυτό έχει σαν συνεπακόλουθο, να γίνεται συχνή, συνεχόμενη και αναγκαστική συντήρηση(ανακατασκευή) η οποία προκαλεί συνεχή ενόχληση στη κυκλοφορία. Άρα το βασικό πρόβλημα που πρέπει να αντιμετωπίζεται είναι η σύντομη ζωή και η ανάγκη να εφαρμόζεται γρήγορα και αποτελεσματικά ώστε να προκαλεί την ελάχιστη ενόχληση στην κυκλοφορία. Πρόσθετα τα υλικά διαγράμμιση τα οποία χρησιμοποιούνται σε υγρή ή ημιστερεή μορφή χρειάζονται πρόσμικτα για να ελαττώσουν τον χρόνο στερεοποίησης τους. Ένας πολύ ικανοποιητικός τρόπος είναι η θέρμανση της επιφάνειας του οδοστρώματος και του υλικού της διαγράμμισης κατά την τοποθέτησή τους, επιταχύνοντας έτσι την πήξη και κατά συνέπεια, ελαττώνει και το χρόνο διακοπής της κυκλοφορίας.

Οι καιρικές συνθήκες μπορούν να προκαλέσουν, καθυστέρηση στην τοποθέτηση της διαγράμμισης, γι' αυτό συστήνεται να αποφεύγεται η τοποθέτηση της όταν υπάρχει βροχή ή όταν η θερμοκρασία του οδοστρώματος είναι χαμηλή. Επίσης όταν υπάρχει αέρας να μην χρησιμοποιούνται υλικά σε υγρή μορφή.

Ευκολία αφαίρεσης: Όταν η διαγράμμιση χρειάζεται αφαίρεση υπάρχει δυσκολία λόγω κυκλοφορίας αλλά υπάρχει πάντα το ενδεχόμενο να μην επιτύχει.

Η αφαίρεση της διαγράμμισης μπορεί να πραγματοποιηθεί με **ξύσιμο ή θρυμμάτισμα, κάψιμο, επεξεργασία με κατάλληλα χημικά μέσα, αμμοβολή, ή κάλυψη με μαύρα χρώματα και ασφατικά υλικά.**

Από όλες τις πιο πάνω μεθόδους αφαίρεσης η πιο αποτελεσματική θεωρείται η μέθοδος της αμμοβολής. Δυστυχώς υπάρχει δυσκολία σε κάθε μέθοδο αφαίρεση υπάρχουσας διαγράμμισης έτσι προτείνεται σε περιπτώσεις που προβλέπεται η αλλαγή της διαγράμμισης στο άμεσο μέλλον, όπως σε περιοχές έργων επάνω στην οδό, μπορεί να χρησιμοποιείται διαγράμμιση από αυτοκόλλητες ταινίες, η οποία να μπορεί να αφαιρεθεί εύκολα.

Ιδιότητες διαγραμμίσεων και σύγχρονα Πρότυπα: Πρόσφατα έχει ανακαλυφθεί μια νέα μεθοδολογία (νέα φιλοσοφία) που μεταβάλλει ουσιαστικά τον τρόπο κατασκευής και συντήρησής της διαγράμμισης, παγκοσμίως. Ο χρήστης-οδηγός βάση των πραγματικών του

αναγκών και απαιτήσεων είναι αυτός που καθορίζει το τελικό προϊόν. Δεν ισχύει πλέον η προσέγγιση του παρελθόντος, όπου η κατασκευή ακολουθούσε συγκεκριμένη διαδικασία.

Η φιλοσοφία αυτή ήδη διακατέχει και τα νέα ευρωπαϊκά Πρότυπα που σχετίζονται με τις διαγραμμίσεις. Το βασικότερο σχετικό Πρότυπο είναι το **EN 1436**. Το εν λόγω Πρότυπο ορίζει τα χαρακτηριστικά απόδοσης των διαγραμμίσεων από τη σκοπιά των χρηστών (Road marking performance for road users), καθώς και τις μεθόδους μέτρησής τους.

Κατά το EN 1436, για κάθε επιμέρους χαρακτηριστικό ορίζονται επίπεδα απόδοσης. Από εκεί και πέρα έγκειται στην κρίση του μελετητή (ή στις απαιτήσεις του ιδιοκτήτη), το ποιο επίπεδο ποιότητας θα πρέπει να διαθέτει κάθε επιμέρους χαρακτηριστικό, ανάλογα με το είδος της οδού.

Τα κύρια χαρακτηριστικά της διαγράμμιση είναι:

A) Η **αντανακλαστικότητα** κατά τη μέρα, ή με διάχυτο νυχτερινό φωτισμό.

B) Η **οπισθανάκλαση** του φωτός των φανών των οχημάτων σε ξηρές συνθήκες, υγρές συνθήκες και συνθήκες βροχής,

Γ) Το **χρώμα** της διαγράμμισης,

Δ) Η **αντίσταση σε ολίσθηση** Τρόποι επιδιόρθωσης των ζημιών. (Wikipedia, 2011)

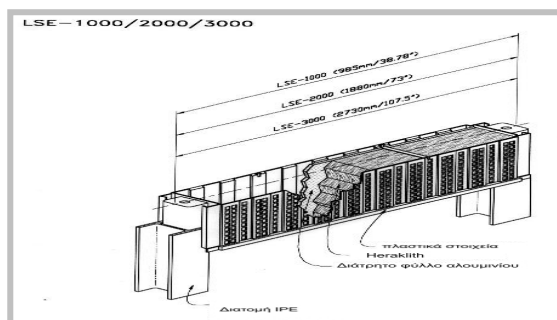
3.6 Ηχοπετάσματα-Το αντιθορυβικό Πέτασμα και η βασική λειτουργία τους

Η παρεμβολή ενός εμποδίου μεταξύ της μιας ηχητικής πηγής (S) και ενός δέκτη (R) μεταβάλλει την εξάπλωση ενός ηχητικού κύματος. Έτσι καθορίζονται κάποιες τεχνικές που σκοπό έχουν την α. Ελάττωση του θορύβου των οχημάτων, β. Βελτίωση της κυκλοφοριακής ροής. γ. Ελάττωση της ταχύτητας σε κρίσιμους δρόμους. δ. Ειδική ηχομονωτική κατασκευή των κτιρίων ,ε. Χρήση ηχοπετασμάτων.

Είδη Ηχοπετασμάτων: A) Μεταλλικά , B) Ξύλινα, Γ) Διαφανή, Δ) Οικολογικά

Όλα τα ηχοπετάσματα χρησιμοποιούνται για την μείωση της έντασης του θορύβου στις πιο κάτω κατασκευές :A) Αυτοκινητόδρομους, B) Αεροδρόμια, Σιδηρόδρομους, Γ) Λατομεία

Δ) Βιομηχανίες



Εικόνα 55. Διατομή Ηχοπετάσματος



Εικόνα 56. Ηχοπετάσματα σε εφαρμογή

Το πρόβλημα της ασφάλειας: Με την τοποθέτηση πετασμάτων υπάρχει συνεπώς μεγάλη πιθανότητα πρόσκρουσης οχημάτων που παρεκκλίνουν από την τροχιά τους όσο αυτά είναι πιο κοντά στη λωρίδα κυκλοφορίας, αποτέλεσμα: (i) Κίνδυνος για την ασφάλεια των επιβατών, (ii) Καταρρέει και καταστρέφεται, εκτοξεύσει τεμάχια, κίνδυνος για τους κατοίκους των γύρω περιοχών. Έτσι για την ασφάλεια των οδηγών πρέπει να τοποθετούνται πάνω από στηθαία από σκυρόδεμα (στηθαίο New Jersey) είτε μεταλλικό.

3.6.1 Παράδειγμα Ηγορύπανση και μέτρα προστασίας στον Κόμβο Αγίου Αθανασίου

Με την αποπεράτωση του Αυτοκινητόδρομου Λεμεσού Λευκωσίας είχαν γίνει παράπονα από περιοίκους στην περιοχή Αγίου Αθανασίου για υπερβολικό θόρυβο. Τότε η αρμόδια αρχή που είναι τα Δημοσία Έργα πήρε μετρήσεις για να διαπιστώσει εάν όντως υπήρχε πρόβλημα υπερβολικού θορύβου. Μετά την ακουστική μελέτη διαπιστώθηκε πράγματι ότι υπήρχε πρόβλημα θορύβου και έπρεπε άμεσα να παρθούν διορθωτικά μέτρα. Το Τμήμα στην πορεία τοποθέτησε ηχοπετάσματα κατά μήκος και γύρω από τους ανισόπεδους κόμβους του Παρακαμπτήριου Λεμεσού με αποτέλεσμα την άμεση μείωση του θορύβου μέχρι και 25%. Στην πορεία έγινε μια εκτεταμένη μελέτη για τον θόρυβο στην ευρύτερη περιοχή.

Από τις μετρήσεις διαπιστώθηκε ότι ο θόρυβος ξεπερνούσε τα 67 Db, ενώ τα όρια θορύβου είναι μεταξύ 70Db(A) την ημέρα και 60Db(a) το βράδυ. Έτσι λήφθηκαν επιπρόσθετα μέτρα δηλαδή τοποθέτηση Ηχοπετασμάτων σε μεγάλη έκταση που είχε σαν αποτέλεσμα την άμεση μείωση του θορύβου στα 50 Db.



Εικόνα 57. Ζημιές σε Ηχοπετάσματα

3.7 Στατιστικά Στοιχεία για το συνολικό κόστος των ζημιών στον Αυτοκινητόδρομο Λεμεσού – Λευκωσίας σε μέρη της Οδού (όχι στο Οδόστρωμα).

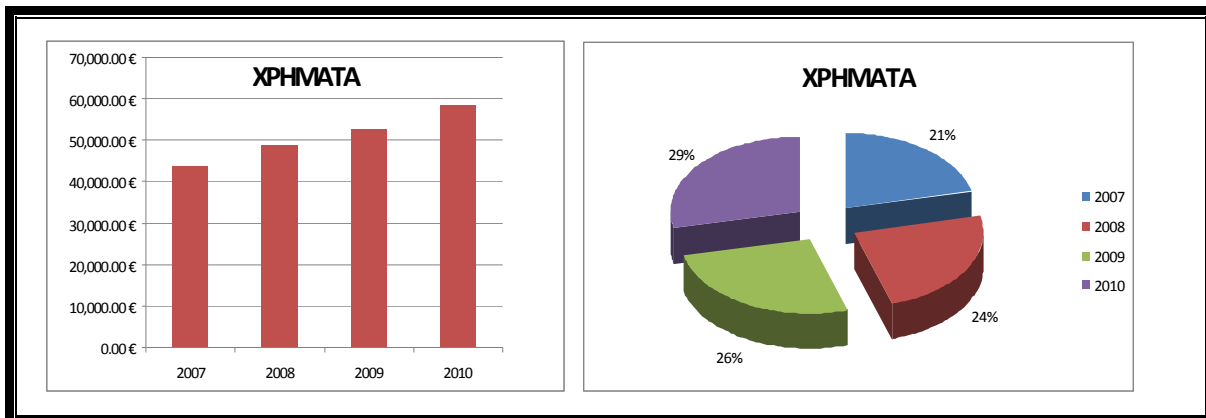
Στο πιο κάτω πίνακα και διάγραμμα φαίνονται τα στατιστικά στοιχεία των ετήσιων ζημιών για Έξοδα Συντήρησης σε κατασκευές στον Αυτοκινητόδρομο Λεμεσού Λευκωσίας.(Τμήμα Δημοσίων Έργων, 2010-2011).

| ΕΤΟΣ | ΧΡΗΜΑΤΑ σε ΕΥΡΩ |
|------|-----------------|
| 2007 | 43687.49 |
| 2008 | 48930.5 |
| 2009 | 52876.8 |
| 2010 | 58549 |

Πίνακας Νο3. Κατανομή των εξόδων ετήσιας Περιοδικής Συντήρησης

Από τα ετήσια στοιχεία του Τμήματος Δημοσίων Έργων που αναλύονται στο Πίνακα Νο. 3 και στα Διαγράμματα στην Εικόνα 58 διαφαίνεται πως υπάρχει μία αυξητική τάση στις ζημιές που προκαλούνται σε μέρη του Αυτοκινητόδρομου Λεμεσού Λευκωσίας. Ο κύριος λόγος είναι η συνεχώς αυξανόμενη κίνηση στο οδικό δίκτυο τα τελευταία χρόνια η οποία έχει σαν

επακόλουθο να οδηγήσει στον τριπλασιασμό των ατυχημάτων συγκριτικά με τα προηγούμενα χρόνια.



Εικόνα 58. Διαγράμματα των εξόδων ετήσιας Περιοδική Συντήρησης

Ο λόγος της σημαντικής αυτής διαφοράς είναι σαν κύριες αιτίες η υπερβολική ταχύτητα, η απροσεξία των οδηγών, η μη τήρηση ασφαλισμένης απόστασης, η παράλειψη συμμόρφωσης στα σήματα τροχαίας, η παράλειψη των οδηγών να οδηγούν στη αριστερή πλευρά του δρόμου, η οδήγηση υπό την επήρεια οινοπνεύματος. Ακόμη σοβαρές αιτίες δυστυχημάτων είναι οι κακοτεχνίες, ο κακός σχεδιασμός και προγραμματισμός αλλά και η όδευση. Επίσης σοβαρός ρόλο που παίζει σημαντικό ρόλο είναι η μειωμένη ορατότητα και η κόπωση των οδηγών.

3.7.1 Διάφοροι παράγοντες που καθιστούν την Οδό επικίνδυνη

Όμως υπάρχουν και άλλοι παράγοντες που καταστούν ένα δρόμο επικίνδυνο και εμποδίζουν την ομαλή λειτουργία του που είναι οι συνήθειες των οδηγών που συνοψίζονται πιο κάτω: **A)** Μη τήρηση σημάτων τροχαίας, **B)** Εκτέλεση απαγορευμένης στροφής **Γ)** Στάθμευση σε μονή ή διπλή κίτρινη γραμμή, σε πεζοδρόμια, στροφές **Δ)** με συνέπεια την καθυστέρηση ροής κυκλοφορίας, την μείωση **Ε)** απόστασης θέας και τον εκνευρισμό των οδηγών, **Ζ)** Όχι στάση σε κόκκινο φωτεινό σηματοδότη **Η)** Στάση μετά την άσπρη γραμμή σε φωτεινούς σηματοδότες και αλτ **Θ)** Υπέρβαση του ορίου ταχύτητας σε κεντρικούς, υπαίθριους και υπεραστικούς Δρόμους **Ι)** Απότομα προσπεράσματα και σε αρκετές περιπτώσεις το όχημα που **Κ)** προσπερνά δεν έχει ελέγξει εάν ο δρόμος είναι καθαρός, **Λ)** Ομιλία στον τηλέφωνο ή κάπνισμα με αποτέλεσμα το όχημα να παρεκκλίνει της πορείας του **Μ)** Ταχύτητα πιο χαμηλή από το όριο και όχι προσεκτικό οδήγημα από ηλικιωμένους οδηγούς **Ν)** Εμπορικά οχήματα και φορτηγά δεν έχουν έντονη σήμανση στο όχημα πράγμα

που προκαλεί φόβο στους άλλους οδηγούς, **Ξ)** Δεν γίνεται σήμανση για στροφή του οχήματος ή για αλλαγή λωρίδας με το δείκτη **Ο)** Αποφυγή ανωμαλιών της οδού με απότομη στροφή του οχήματος και φρενάρισμα, **Π)** Δέντρα σε στροφή πεζοδρομίου που εμποδίζουν την θέα του οδηγού για στροφή, **Ρ)** Στάθμευση οχημάτων σε πεζοδρόμιο, που μειώνει τον χώρο του πεζού, **Σ)** Μη παρουσία λευκής γραμμής για ευθυγράμμιση και καθορισμό των λωρίδων, **Τ)** Έλλειψη χώρου για στάση του λεωφορείου, **Υ)** Μειωμένος φωτισμός σε κύριους δρόμους, **Φ)** Μη σαφής προσδιορισμός για επιλογή λωρίδων, **Χ)** Μη ρυθμισμένα φώτα τροχαίας, **Ψ)** Απότομο φρενάρισμα στα κυρτώματα. Από τα πιο πάνω, φαίνεται ότι απουσιάζει η οδική συμπεριφορά και ευαισθησία στους οδηγούς της Κύπρου. Μάλλον, τα μέτρα τα οποία λαμβάνονται για αυτού του είδους τα προβλήματα δεν είναι επαρκή. Αποτέλεσμα των πιο πάνω έχουμε αύξηση των ζημιών όπως φαίνεται στον Πίνακα Νο3 -και γραφικές παραστάσεις στην Εικόνα 58

4.0 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ/ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ/ ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Α) Ο τομέας της συντήρησης καταλαμβάνει ένα μεγάλο μέρος στο συνολικό κόστος μιας κατασκευής και αυτό ίσως είναι και ο κύριος παράγοντας που λαμβάνεται υπόψη για την κατασκευή ή όχι ενός έργου. Η σωστή αξιολόγηση των φθορών του εκάστοτε έργου έγκαιρα και αποτελεσματικά σημαίνει άμεσα σε βάθος χρόνου ότι κερδίζεται χρόνος και χρήμα.

Το κατά πόσο θα υπάρχει η όχι ασφάλεια στην κυκλοφορία εξαρτάται όχι μόνο από ένα παράγοντα αλλά από πολλούς, τον χρήστη, το όχημα την οδό αλλά και σε μεγάλο μέρος στην σωστή και έγκαιρη συντήρηση. Σίγουρα πολύ σημαντικό ρόλο έχει ο καλός σχεδιασμός η σωστές εκτιμήσεις των Μελετητών στο προκαταρτικό στάδιο αλλά και στο στάδιο της εκποίηση της μελέτης κατά την κατασκευή του έργου. Επίσης πολύ σημαντικός παράγοντας για την ασφάλεια της οδού είναι η σωστή αποστράγγιση αλλά και η σωστή και έγκαιρη συντήρηση της. Οι κίνδυνοι από μια κακή συντηρούμενη Οδό είναι μεγάλοι γιατί αυτά μπορούν να προκαλέσουν πολλά δυστύχημα. Τα αποτελέσματα των δυστυχημάτων τις περισσότερες φορές μπορεί να είναι και πολύ δυσάρεστα δηλαδή μπορεί να επέλθουν και απώλειες ανθρώπινων ζωών που αυτές δεν αντικαθίστανται με τίποτα. Πρόσθετα είναι και οι υλικές ζημιές που είναι τεράστιες σε σύγκριση με κόστη ανακατασκευή μιας Οδού και στο τέλος καλείτε το ίδιο το κράτος ετησίως να καλύψει .

Η μείωση των ζημιών μέσα από την μείωση των δυστυχημάτων μπορεί να γίνει με την **αύξηση της ασφάλειας στην κυκλοφορία στους Αυτοκινητόδρομους** μέσα από μια συγκεκριμένη διαδικασία συντήρησης. Μια συντήρηση που να είναι συστηματική και προγραμματισμένη. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν τεχνολογίες και πιο σύγχρονες διαδικασίες ώστε να γίνονται σωστές εκτίμησεις ως το είδος αλλά και τον χρόνο επέμβαση με κατάλληλα διορθωτικά μέτρα. Επίσης οι μελέτες αυτές θα πρέπει να οδηγούν στον εντοπισμό συγκεκριμένων προβλημάτων που να χρήζουν ιδιαίτερης προσοχής και σωστής ταξινόμησης ώστε να αντιμετωπίζονται ως αναγκαία και επείγουσα. Επίσης η μορφολογία και ο λειτουργικός χαρακτήρας της οδού δεν δικαιολογούν ανωμαλίες στα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της οδού στην πλειονότητα των τμημάτων. Ακόμα ότι αφορά την επιδομή, απαιτείται σοβαρή προσπάθεια συντήρησης ή αποκατάστασης βλαβών. Ως εκ τούτου, η συντήρηση τους θεωρείται αναγκαία για την ασφάλεια και την άνεση των οδηγών.

B) Για την μείωση ή ακόμα και την καταστολή των ατυχημάτων έχω να προτείνω τις ακόλουθες προτάσεις:

α) Οι Οδοί πρέπει να τυγχάνουν καλής αποστράγγισης ώστε το νερό των όμβριων υδάτων να μπορεί να έχει απρόσκοπτη διαφυγή από το οδόστρωμα, που αυτό μπορεί να γίνει με το να δοθεί κατάλληλη κλίση στο οδόστρωμα και η οποία πρέπει να διατηρείται ανεξάρτητα των μέτρων συντήρηση που θα γίνονται κατά διαστήματα. Ακόμα, πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη σημασία στις οριζόντιες και κατακόρυφες καμπύλες, ώστε να μην αφήνουν το όχημα να βγαίνει εκτός πορείας, χρησιμοποιώντας όπου είναι αναγκαίο την καμπύλη συναρμογής.

β) Σε περιπτώσεις μεγάλων κλίσεων, πρέπει ο βαθμός να είναι τέτοιος ώστε να μπορεί ταυτόχρονα το φορτηγό, το επιβατικό και το εμπορικό όχημα να διασχίσει χωρίς να απαιτεί έντονο φρενάρισμα. Όταν ο δρόμος είναι τέτοιος που απαιτεί ελάχιστη απόσταση μεταξύ των οχημάτων, τότε να σχεδιάζονται βέλη στο οδόστρωμα με προειδοποιητική σήμανση.

γ) Η καλή συντήρηση της οριζόντιας και κατακόρυφης διαγράμμιση επιβάλετε τόσο για την ασφάλεια του οδηγού όσο και την μείωση των φθορών στην Οδό.

δ) Από πλευράς των μελετητών – σχεδιαστών του οδικού συστήματος, θα πρέπει να παίρνονται μέτρα ώστε να ρυθμίζουν με τέτοιο τρόπο την κυκλοφορία μειώνοντας έτσι τα σημεία συνάντησης μεταξύ των οδηγών σε κόμβους. Δηλαδή να γίνεται μια πιο οργανωμένη καθοδήγηση της κατεύθυνση του οδηγού είτε με τη χρήση νησίδων, είτε με το διαχωρισμό του δρόμου σε περισσότερες λωρίδες. Τα φώτα τροχαίας πρέπει πάντοτε να ρυθμίζονται με

τέτοιο τρόπο ώστε να μην υπάρχει υπερβολικός αριθμός οχημάτων σε ώρες αιχμής, και να προκαλείται ανησυχία στο δρόμο, άρα και δυστυχήματα. Αυτό μπορεί να γίνει με τη χρήση ενός υπερσύγχρονου δικτύου GIS, αισθητήρων και καμερών το οποίο θα έχει την δυνατότητα να αλλάζει τη διάρκεια των φώτων τροχαίας ανάλογος της κυκλοφοριακής κίνησης.

ε) Ακόμα, μπορεί να τοποθετηθούν ειδικοί αισθητήρες οι οποίοι να λαμβάνουν την ταχύτητα του οχήματος που πλησιάζει τα φώτα τροχαίας και σε περίπτωση που το όχημα αυτό τρέχει με μεγαλύτερη ταχύτητα από την επιτρεπόμενη αλλά ταυτόχρονα αδυνατεί να σταματήσει, για αποφύγει σύγκρουση με όχημα το οποίο βρίσκεται πίσω από αυτόν, ο σηματοδότης θα πρέπει να παραμένει πράσινος ώστε να περάσει το όχημα.

ζ) Τα τεχνικά έργα όπως αποστραγγιστικά, πρανές, υποστηρικτικές γέφυρες κ.τ.λ. πρέπει να τυγχάνουν της άμεση και αποτελεσματικής συντήρησης ώστε να έχουν στην απαιτούμενη φέρουσα ικανότητα έτσι ούτως ώστε να εξασφαλίζουν ασφάλεια στην Οδό καθώς και την άνεση στον Οδηγό. Πρόσθετα οι οδοί μπορεί να γίνουν πιο ασφαλείς με εφαρμογή διαφόρων μεθόδων, που περιλαμβάνουν τη διαχείριση για τα μελανά σημεία, την περιοδική επιθεώρηση, την υιοθέτηση υψηλότερων προδιαγραφών στη πρακτική των μελετών, την μεγαλύτερη παροχή οικονομικών πόρων και παράλληλα την αύξηση των ελέγχων οδικής ασφάλειας. Πρέπει να υπάρχει ένα πιο σύγχρονο και πιο αποτελεσματικό Σύστημα.

η) Διαχείριση της Οδικής Ασφάλειας και αυτή να είναι πάντα η πρώτη προτεραιότητα τόσο στον σχεδιασμό όσο και στην εκτέλεση εργασιών στην Οδό. Είναι ανάγκη να διεξαχθούν πιλοτικά προγράμματα με διαδικασίες ελέγχων οδικής ασφάλειας ώστε να γίνεται εκμετάλλευση των δυνατοτήτων που προσφέρονται τόσο άμεσα όσο και μακροπρόθεσμα στον τομέα της Οδικής Ασφάλειας με την χρήση της νέας τεχνολογίας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Wikipedia. (2011). *Traffic light*. Retrieved 09/15, 2010, from http://en.wikipedia.org/wiki/Traffic_light

Αιμ. Γ. Κορωνάιος, & Γ. Ι. Πουλάκος. (2006). *Τεχνικά υλικά*. Αθήνα: Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο. Retrieved from <http://www.ntua.gr/vitruvius/ty4.pdf>

Κουρνέτας Δημήτριος. (2010). Διάβρωση οπλισμένου σκυροδέματος - μέτρα επέμβασης. (Πτυχιακή εργασία, Πανεπιστήμιο Πατρών). Retrieved from <http://www.episkeves.civil.upatras.gr/English/ergasies%202010/2.%20%CE%9A%CE%9F%CE%A5%CE%A1%CE%9D%CE%95%CE%A4%CE%91%CE%A3%20%CE%94..pdf>

Κοφίτσας Δ. Ιωάννης. (2001). *Στοιχεία Οδοποιίας* (2η εκδ. ed.). Αθήνα: Ίων.

Οδοφοτισμός. (2011). Retrieved 09/16, 2010, from

http://www.hellaskps.gr/min_requirements/docs/PE1/DGTSY/2Sygkoinoniaka/TD-D-

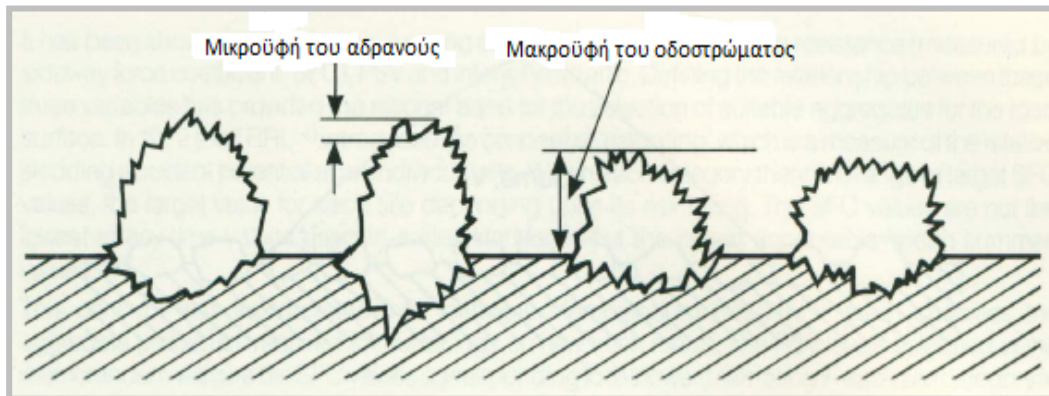
Σ. Κολιάς, & Κ. Βλάχος. (2000). Κριτική θεώρηση των μεθόδων υπολογισμού των συντελεστών ισοδυναμίας φορτίων Οδικών Μεταφορών. (Πτυχιακή, Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας). *Τεχνικά Χρονικά*, 1 (2), 43-55. Retrieved from <http://www.srcosmos.gr/srcosmos/showpub.aspx?aa=6950>

Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων. (2007). (Ετήσια Έκθεση. Λευκωσία: Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων. Retrieved from [http://www.moa.gov.cy/moa/wdd/wdd.nsf/All/CD6CA35ED4E9D2D8C2257452001B8EAA/\\$file/AnnualReport2007grk.pdf?OpenElement](http://www.moa.gov.cy/moa/wdd/wdd.nsf/All/CD6CA35ED4E9D2D8C2257452001B8EAA/$file/AnnualReport2007grk.pdf?OpenElement)

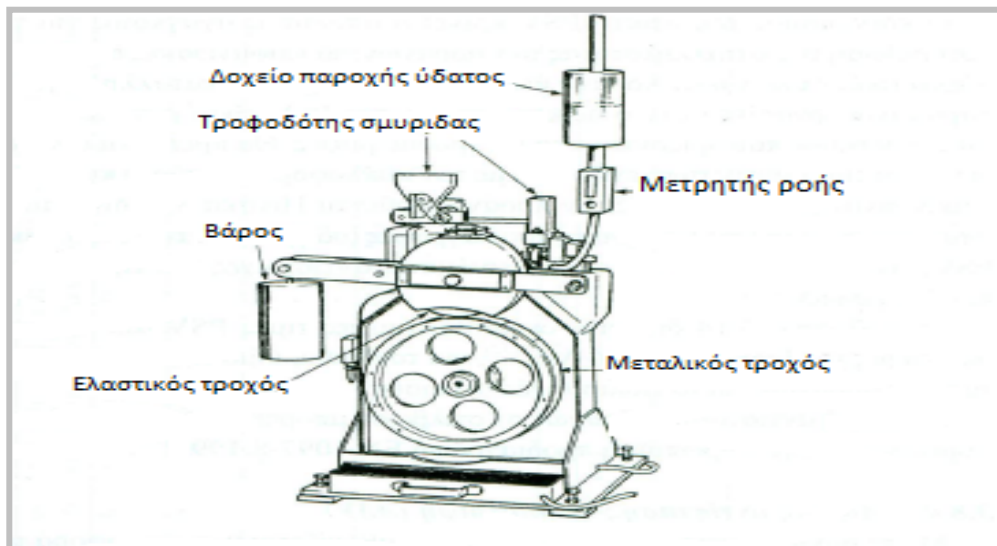
Τμήμα Δημοσίων Έργων. (2010-2011). *Πρότυπες Τεχνικές Προδιαγραφές και Τεχνικοί Όροι* (Ετήσια Έκδοση. Λευκωσία: Τμήμα Δημοσίων Έργων.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

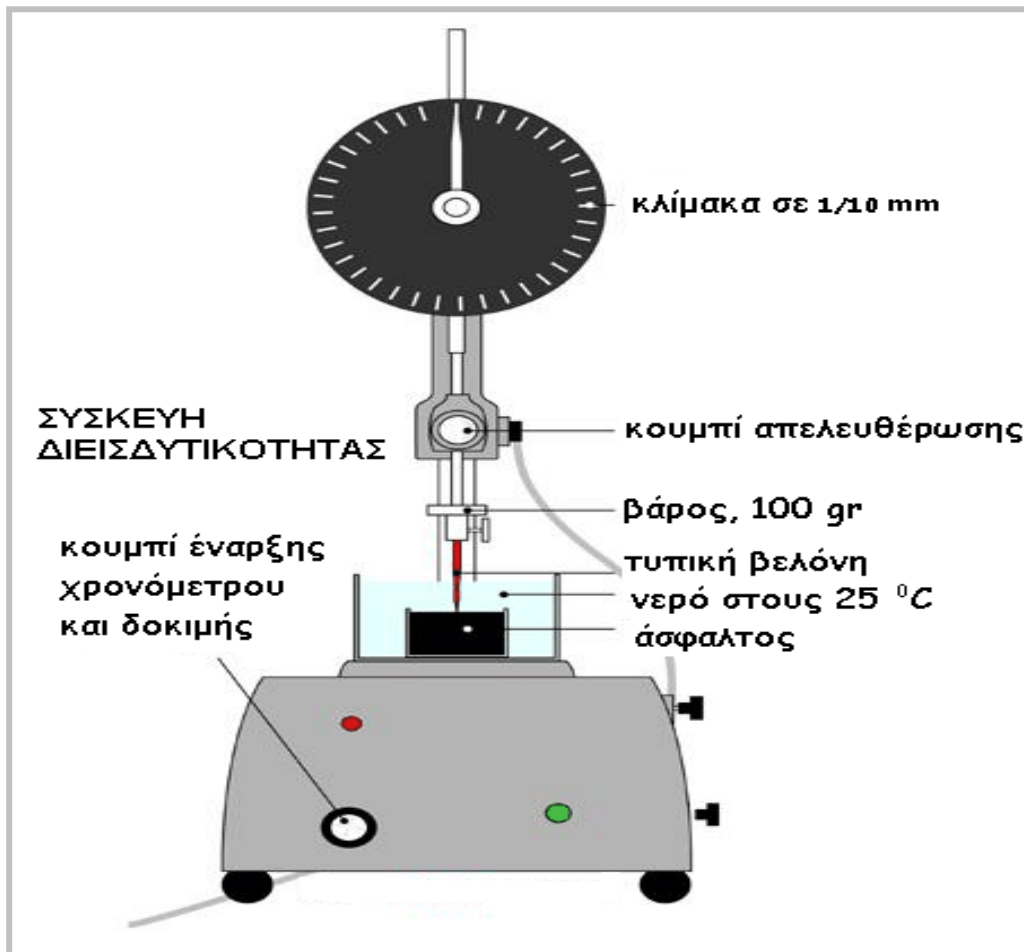
1.1 Οδόστρωμα και φθορές



Εικόνα 1. Μικροϋφή και Μακροϋφή Αδρανών



Εικόνα 2. Δοκιμή Στίβλωση

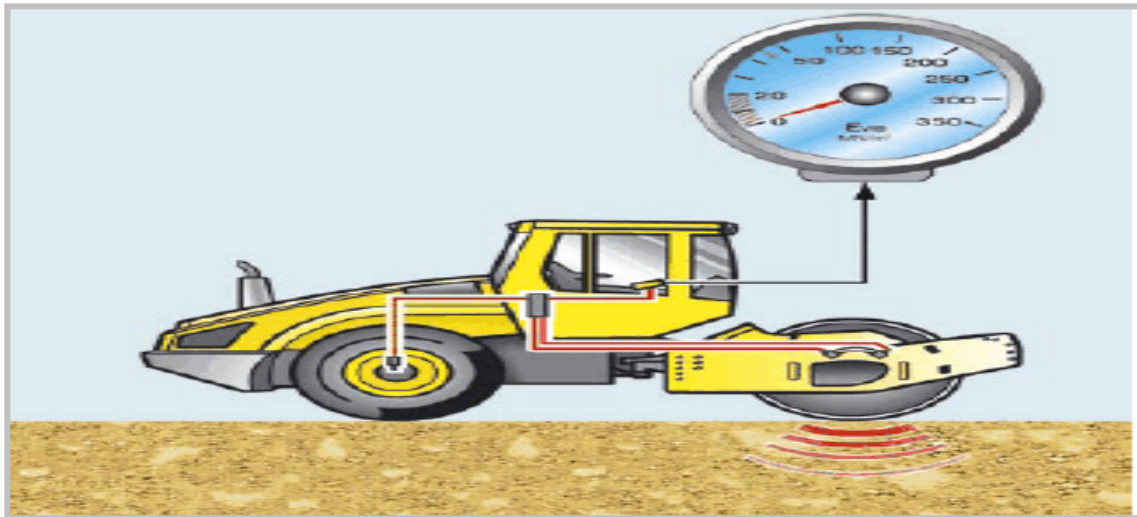


Εικόνα 3. Έλεγχος Διεισδυτικότητας Ασφάλτου

1.2 Μηχανικός εξοπλισμός που χρησιμοποιείται στην Οδοποιία



Εικόνα 4. Λαστιχοφόρος Οδοστρωτήρας για επίστρωση ασφαλτικών



Εικόνα 5. Συμπύκνωση με ελαστιχοφόρο οδοστρωτήρα και απευθείας μέτρηση του βαθμού συμπύκνωσης

1.3 Διάφοροι Έλεγχοι



Εικόνα 6. Λήψη κυλινδρικού δοκιμίου για έλεγχο αδρανών και ποσοστό ασφάλτου



Εικόνα 7. Εφαρμοσμένη Γεωφυσική για εντοπισμών βλαβών

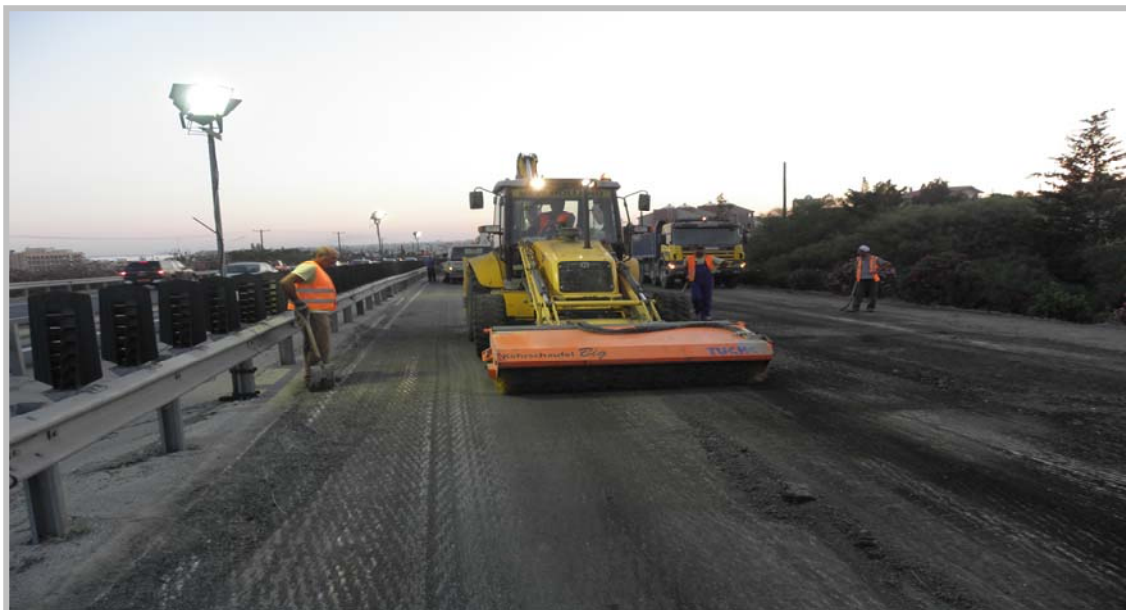
1.4 Φωτογραφικό Υλικό από τις εργασίες συντήρηση στην Μονή



Εικόνα 8. Ρωγματώσεις που γέμισα με μάζιχο στην περιοχή της Μονής



Εικόνα 9. Ειδικά μηχανήματα απόξεση



Εικόνα 10. Απόξεση των επιφανειακών στρώσεων στην περιοχή της Μονής



Εικόνα 11. Χειρονακτική απόξεση των επιφανειακών στρώσεων



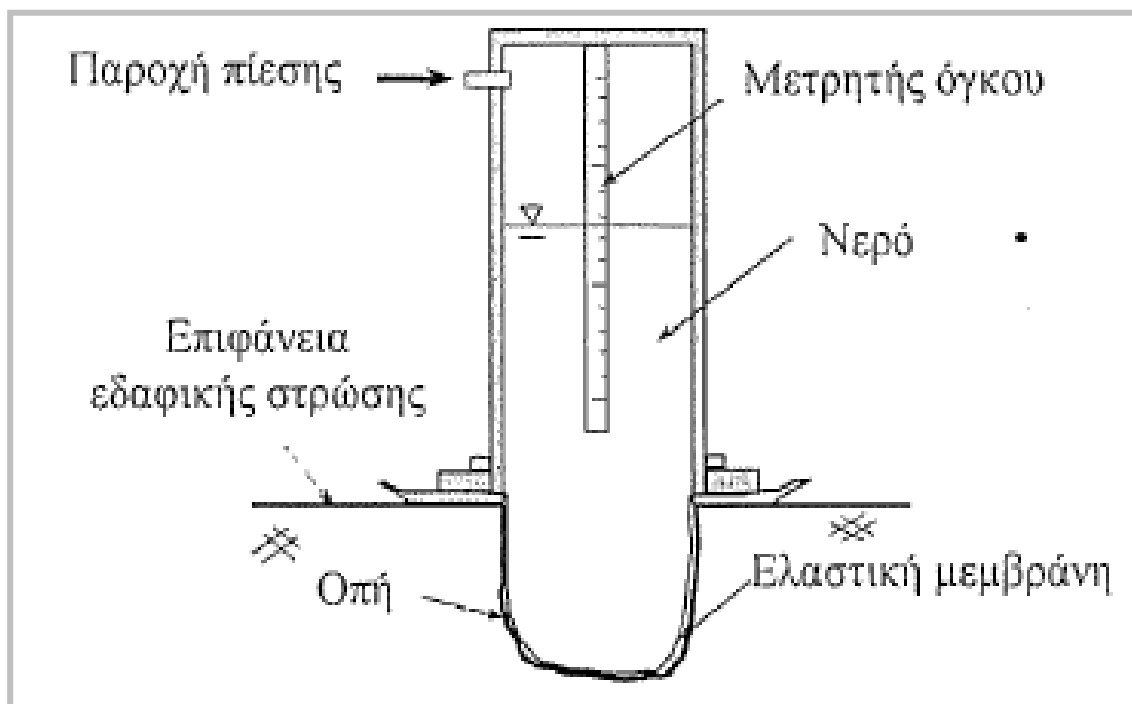
Εικόνα 12. Η επιφάνεια η οποία θα δεχθεί το νέο ασφαλτόμιγμα



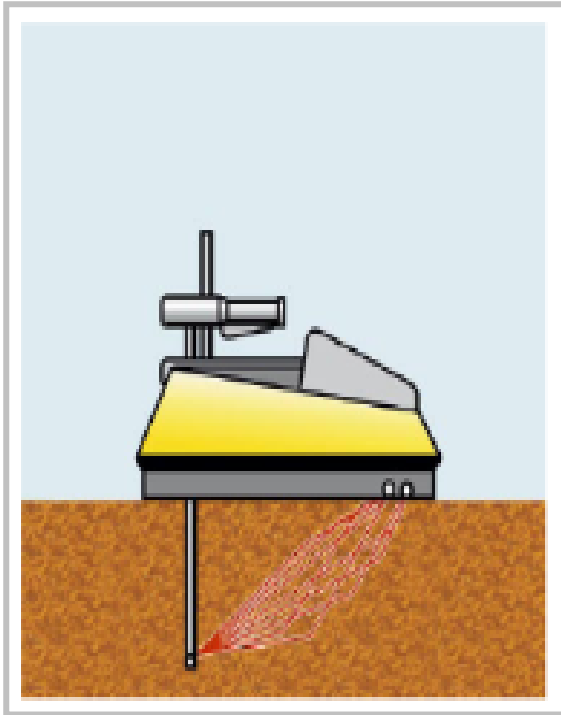
Εικόνα 13. Οι εργασίες απόξεση κατά την διάρκεια της νύκτας



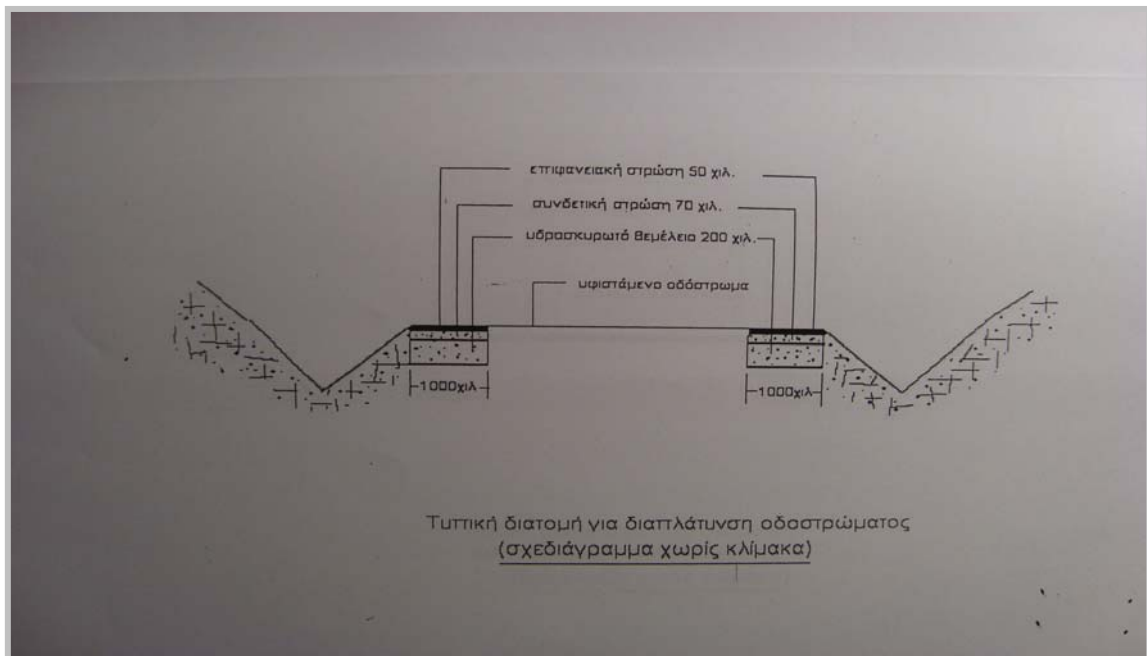
Εικόνα 14 Μέθοδος άμμου και κώνου



Εικόνα 15 Μέθοδος ελαστικής μεμβράνης

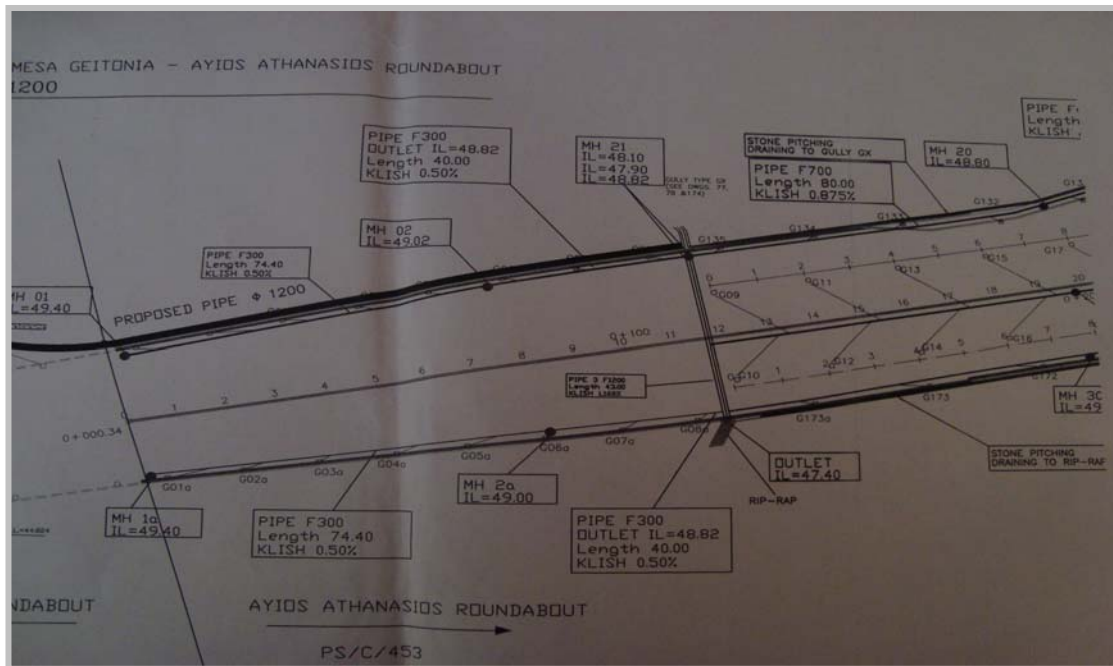


Εικόνα 16 Πυρηνική συσκευή μέτρησης πυκνότητας

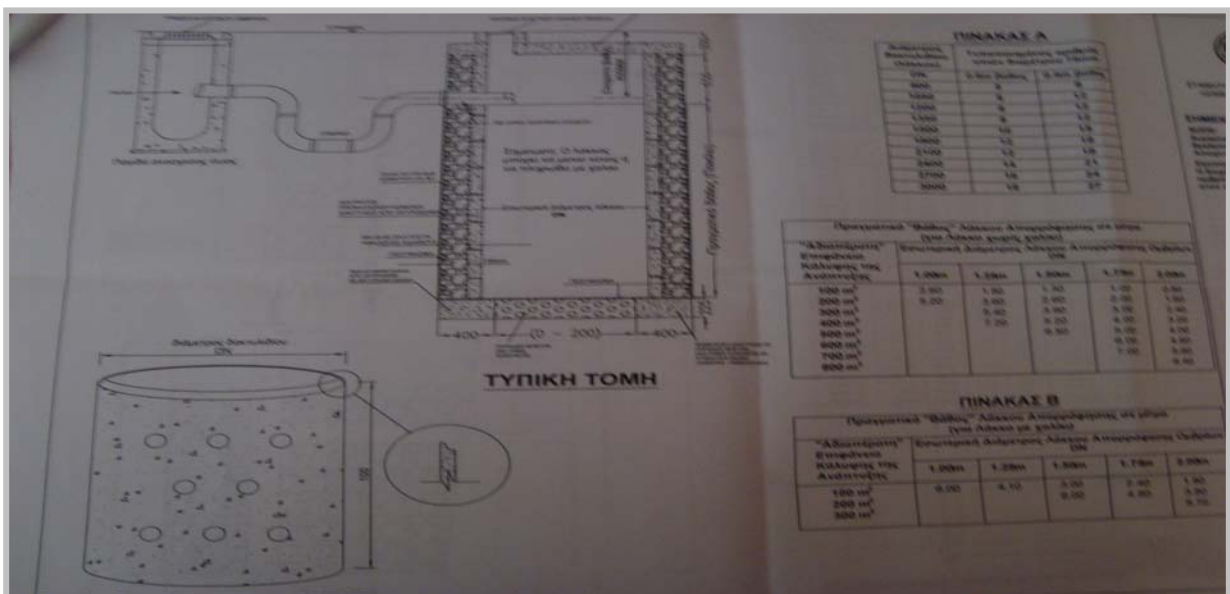


Εικόνα 17. Τυπική διατομή διαπλάτυνσης οδοστρώματος

1.5 Αντιπλημμυρικά Έργα στον Άγιο Αθανάσιο



Εικόνα 18. Οριζοντιογραφία που εφαρμόστηκε στην περιοχή αυτή



Εικόνα 19 Τυπική λεπτομέρεια αποχετευτικού που εφαρμόστηκε

1.6 .Ζημιές σε Στηθαία ασφαλείας, Κιγκλιδώματα και Ηχοπετάσματα



Εικόνες 20 Ζημιές σε Στηθαία ασφαλείας και Κιγκλιδώματα



Εικόνα 21 Ζημιές σε κυκλίδωμα Διάβασης Πεζών



Εικόνα 22 .Ζημιές σε ηλεκτρικό πάσσαλο και Ηχοπετάσματα
