



Γεωκατασκευές και Τεχνικά Έργα

2.1. Η σημασία των χωματουργικών και των τεχνικών έργων

Η Σύγχρονη Οδοποιία, επηρεασμένη σημαντικά από τη ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας κατά τις τελευταίες δεκαετίες, έχει μεταβάλει αισθητά τον φιλοσοφικό της προσανατολισμό, με αποτέλεσμα να επαναπροσδιορισθεί ο ρόλος και η σημασία των Χωματουργικών και Τεχνικών Έργων στα πλαίσια της κατασκευής οδικών αρτηριών. Παλαιότερα, η εκτέλεση εκσκαφών και επιχωματώσεων με μηχανικά μέσα περιορισμένης ισχύος, επέβαλλε ως κριτήριο για τη χάραξη μιας οδού τον “μικρό όγκο χωματισμών”, τα “μικρά βάθη ορυγμάτων και ύψη επιχωμάτων”, πράγμα που ουσιαστικά μεταφραζόταν σε πιστή παρακολούθηση του φυσικού ανάγλυφου μέσα στη ζώνη διάβασης της οδού. Εκσκαφές και επιχωματώσεις περιορισμένης έκτασης και ελάχιστα τεχνικά συνιστούσαν την πάγια πρακτική υλοποίησης οδικών έργων. Χωματουργικά έργα και τεχνικά έργα αποτελούσαν μια δυσκολία σημαντικότητας, πολλές φορές ανυπέβλητη, που μελετητές και κατασκευαστές προσπαθούσαν να παρακάμψουν και να αποφύγουν. Σήμερα, οι υψηλοί κυκλοφοριακοί φόρτοι και οι μεγάλες ταχύτητες των οχημάτων απαιτούν, κατά κύριο λόγο, οδικές αρτηρίες που να πληρούν τις συνθήκες “γεωμετρικής άνεσης”, έτσι ώστε να ικανοποιείται η απαίτηση για ασφαλή και ταχεία μετακίνηση των μεταφορικών μέσων. Η χάραξη ανταποκρίνεται πλέον στο βασικό κριτήριο της γεωμετρίας, ενώ χωματουργικές εργασίες σε μεγάλη έκταση μπορούν εύκολα να πραγματοποιούνται από τελειοποιημένα μηχανήματα οδοποιίας, ικανά να ξεπερνούν οποιαδήποτε τεχνικά εμπόδια, που αποτελούσαν κατασκευαστικό φραγμό κατά το παρελθόν.

Συνέπεια του αναπροσανατολισμού αυτού υπήρξε η σημαντική αύξηση του όγκου των Χωματουργικών Έργων και του μεγέθους των Τεχνικών Έργων που συνιστούν τόσο από τεχνική όσο και από οικονομική άποψη βασικούς συντελεστές για την επιτυχή ολοκλήρωση μιας κατασκευής. Υπολογίζεται ότι, για κάθε χιλιόμετρο μήκους αυτοκινητοδρόμου, ο όγκος των χωματισμών ξε-

περνά τα 100.000 m³ ενώ περισσότερα από δύο “μικρά τεχνικά” κατασκευάζονται στο ίδιο μήκος χωρίς να συνυπολογίζονται τα έργα αντιστήριξης.

Τα βαθιά ορύγματα, τα υψηλά επιχώματα καθώς και τα μεγάλα τεχνικά έργα του οδικού δικτύου θέτουν ειδικά προβλήματα στο Μηχανικό που καλείται να ανταποκριθεί σε απαιτήσεις υψηλής επιστημονικής κατάρτισης και επαγγελματικής ικανότητας. Παράλληλα, τα τελειοποιημένα τεχνολογικά μέσα – αποτελεσματικότερα μηχανήματα συμπύκνωσης, πανίσχυροι εκσκαφείς και προωθητές, ειδικά διατρητικά μηχανήματα σηράγγων – σε συνδυασμό με τις εξελίξεις της τεχνικής – χρήση γεωφασμάτων, χημική σταθεροποίηση εδαφών, εκτέλεση φρεατοπασσάλων αλλά και σύγχρονες μέθοδοι κατασκευής, έργα “cut and cover”, οπλισμένα επιχώματα, “τοίχοι Βερολίνου”, επενδύσεις και φυτοκαλύψεις πρανών – δίνουν καινούργιες διαστάσεις στον τομέα της κατασκευής. Η αξιοποίηση των τεχνικών δυνατοτήτων μπορεί να δώσει λύσεις στο σύνολο των προβλημάτων της οδοποιίας και ειδικά σε όσα περιστρέφονται γύρω από τους δύο κατευθυντήριους άξονες της κατασκευής: την ασφάλεια και την οικονομία.

Μέσα στον χώρο των δραστηριοτήτων υλοποίησης των οδικών έργων, τα **χωματοουργικά** κατέχουν πολύ σημαντική θέση:

- Από πλευράς τεχνικής δυσκολίας, η υλοποίηση μιας γεωκατασκευής μπορεί να προκαλεί δυσεπίλυτα θέματα, όπως ορύγματα σε ολισθαίνουσες μάζες, επιχώματα σε χαλαρά εδάφη, μέτωπα σηράγγων σε περιοχές με γεωλογικά ρήγματα. Σωστός σχεδιασμός και σύγχρονα μέσα προστασίας πρέπει να εφαρμοσθούν για την επιτυχία του κάθε τεχνικού εγχειρήματος.
- Από πλευράς διαδικασίας και χρονοδιαγράμματος, τα χωματοουργικά έργα διαρκούν μεγάλο χρονικό διάστημα και η υλοποίησή τους είναι απαραίτητη προϋπόθεση για την συνέχιση και ολοκλήρωση του οδικού έργου.
- Από πλευράς οικονομικής επιβάρυνσης, και ανάλογα με τη φύση του έργου, το κόστος των χωματοουργικών κυμαίνεται γύρω στο 40% του συνολικού προϋπολογισμού, αποτελεί, δηλαδή ένα σημαντικό τμήμα του όλου συμβατικού τεχνικού αντικειμένου.

Τα **τεχνικά έργα οδοποιίας** αφετέρου παρουσιάζουν και αυτά ξεχωριστό ενδιαφέρον. Τόσο από πλευράς μεγέθους, όσο και από πλευράς τεχνικής, τα έργα αυτά συνιστούν μία σπουδαία κατασκευαστική δραστηριότητα στο πλαίσιο της λειτουργίας ενός εργοταξίου οδοποιίας.

Οχετοί, κάτω διαβάσεις, τοίχοι αντιστήριξης, “τοίχοι Βερολίνου”, σηράγγες “cut and cover”, πασσαλοδιαφράγματα, στηθαία N. Jersey, είναι ορισμένα από τα τεχνικά έργα οδοποιίας. Το κάθε ένα από αυτά παίζει έναν ιδιαίτερο

ρόλο, αντιστήριξης, αποκατάστασης φυσικής ροής, κυκλοφορίας, οδικής ασφάλειας και έχει, αντίστοιχα, ιδιαίτερα τεχνικά χαρακτηριστικά.

Η μελέτη των έργων αυτών είναι ένα σύνθετο αντικείμενο που προϋποθέτει γνώσεις και εφαρμογή μεθόδων επίλυσης για προβλήματα Εδαφομηχανικής, Βραχομηχανικής, Οπλισμένου Σκυροδέματος, Υδραυλικής και, φυσικά, Οδοποιίας. Ειδικοί μελετητές – μηχανικοί επιφορτίζονται με την αντιμετώπιση τέτοιων ειδικών θεμάτων που αφορούν Τεχνικά Έργα Οδοποιίας. Στο παρόν εγχειρίδιο γίνεται σύντομη αναφορά σε ορισμένα μόνον έργα οδοποιίας και, ειδικότερα, στα έργα αντιστήριξης και στους οχετούς, ενώ τα μεγάλα τεχνικά έργα οδοποιίας, δηλαδή σήραγγες και γέφυρες, αποτελούν ειδικά γνωστικά πεδία και, κατά συνέπεια, αντικείμενα ξεχωριστών μαθημάτων.

2.2. Σύγχρονη οδοποιία και γεωκατασκευές

Οι τάσεις εκσυγχρονισμού των οδικών δικτύων που επεκράτησαν στην Ευρώπη και τις ΗΠΑ κατά τις τελευταίες δεκαετίες χαρακτηρίζονται από τις υψηλές λειτουργικές απαιτήσεις, κυρίως ως προς την ταχύτητα μετακίνησης αλλά και την ασφάλεια ενοδίων και οχημάτων. Οι χαράξεις που προκύπτουν ως αποτέλεσμα της σύγχρονης αυτής αντίληψης για τα οδικά έργα είναι περισσότερο τεταμένες, με μικρές κατά μήκος κλίσεις και μεγάλες ακτίνες καμπυλότητας σε οριζόντιες και κατακόρυφες συναρμογές, κατά τρόπο ώστε να προδιαγράφουν πλήθος γεωκατασκευών και τεχνικών έργων ιδιαίτερα σε περιπτώσεις πτυχωμένου φυσικού ανάγλυφου.

Έτσι, η κατασκευή νέων οδικών αρτηριών, ιδιαίτερα εθνικών οδών και αυτοκινητοδρόμων, περιλαμβάνει μεγάλης έκτασης χωματουργικά και τεχνικά έργα, με πολλαπλές δυσκολίες σε κατασκευαστικό και οικονομικό επίπεδο. Στο πλαίσιο αυτό, ο μελετητής μηχανικός, και εν συνεχεία ο κατασκευαστής, καλούνται να αντιμετωπίσουν θέματα επάρκειας και καταλληλότητας υλικών, διαστασιολόγησης και θεμελίωσης της εκάστοτε κατασκευής, μετακινήσεων και καθιζήσεων, ευστάθειας βραχυπρόθεσμης και μακροπρόθεσμης, καθώς και περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Είναι απαραίτητη, συνεπώς, η πλήρης και διεξοδική μελέτη των δεδομένων και των συνθηκών του κάθε έργου, ώστε, στη φάση του σχεδιασμού, να προβλεφθούν όλες οι λεπτομέρειες που θα εξασφαλίσουν γεωστατική επάρκεια και λειτουργική διάρκεια της κατασκευής.

Στις επόμενες παραγράφους δίδεται μία σύντομη περιγραφή των γεωκατασκευών οδοποιίας και παρουσιάζονται τα συναφή τεχνικά και άλλα προβλήματα που θα πρέπει να αντιμετωπισθούν, καθώς και οι απαραίτητες χωμα-

τουργικές εργασίες για την ολοκλήρωση των έργων. Παράλληλα με τις αμιγείς γεωκατασκευές (ορύγματα, επιχώματα), παρουσιάζονται και ορισμένα τεχνικά έργα οδοποιίας (τοίχοι αντιστήριξης, σήραγγες “cut and cover”) που η υλοποίησή τους περιέχει ένα σημαντικό μέρος χωματουργικών εργασιών.

Η παραδοσιακή ορολογία στο χώρο των χωματουργικών έργων οδοποιίας εμπεριέχει μία ασάφεια και οδηγεί σε σύγχυση. Επακόλουθα, πράγμα που είναι και το σημαντικότερο, καταλήγει σε μία υποβάθμιση της σημασίας των χωματουργικών έργων. Αναφέρεται ως “**χωματουργικό έργο**”, το τεχνικό αποτέλεσμα ενεργειών και εργασιών που προκύπτει από κατασκευαστικές διεργασίες με κύριο, αν όχι μοναδικό, συστατικό υλικό το έδαφος. Έτσι, τα χωματουργικά έργα οδοποιίας είναι τα ορύγματα και τα επιχώματα, κατά κύριο λόγο, ενώ οι προαναφερθείσες κατασκευαστικές διεργασίες, οι εκσκαφές, οι διαστρώσεις, οι επιχωματώσεις, οι συμπυκνώσεις λέγονται “**χωματουργικές εργασίες**”. Συχνά, όπως είναι φυσικό, γίνεται μία σύγχυση μεταξύ “χωματουργικών έργων” και “χωματουργικών εργασιών”. Είναι ευνόητο ότι, ειδικά στη σημερινή κατασκευαστική συγκυρία, ένα χωματουργικό έργο είναι κάτι πολύ σημαντικό και σαφώς δεν πρέπει να υποβαθμίζεται στο επίπεδο μιας χωματουργικής εργασίας. Για τον λόγο αυτόν, αλλά και επειδή η σύγχρονη τεχνική στην οδοποιία έχει κάνει άλματα και ο παραδοσιακός όρος δεν καλύπτει απόλυτα τη σημερινή πραγματικότητα, χρησιμοποιείται εναλλακτικά, στο παρόν εγχειρίδιο, ο όρος “**γεωκατασκευές οδοποιίας**” συμπεριλαμβάνοντας τα παραδοσιακά χωματουργικά έργα και άλλες σύγχρονες εφαρμογές: οπλισμένα επιχώματα, έργα “cut and cover”, μέτωπα σηράγγων, μεταβατικά επιχώματα, τοίχους οπλισμένης γης.

2.3. Ορύγματα

Τα ορύγματα αποτελούν τομές στο φυσικό ανάγλυφο για κατασκευή της οδού σε υψόμετρο χαμηλότερο από τη στάθμη του φυσικού εδάφους. Η διαδικασία εκσκαφής και διαμόρφωσης των ορυγμάτων περιλαμβάνει μια ποικιλία από χωματουργικές εργασίες καθώς και μέτρα προστασίας και σταθεροποίησης των πρανών. Ιδιαίτερα, η κατασκευή ορυγμάτων σημαντικού βάθους ή ορυγμάτων σε ασταθή εδάφη συναντά πολλά τεχνικά προβλήματα.

Τα πιο σημαντικά από τα ζητήματα που καλείται να αντιμετωπίσει ο μελετητής αλλά και ο εργοταξιάρχης μηχανικός στο πλαίσιο της κατασκευής ενός ορύγματος είναι:

- η εκσκαψιμότητα των γεωυλικών και η επιλογή των κατάλληλων μηχανημάτων εκσκαφής



Εικόνα 1. Διατομή σε όρυγμα Εθνικής Οδού.

- ο αριθμός και η θέση των μετώπων προσβολής
- η διαχείριση των χωματισμών και οι θέσεις προσωρινών αποθέσεων
- η δημιουργία αναβαθμών στα πρανή
- η επιλογή των κλίσεων και ο έλεγχος ευστάθειας των πρανών
- οι διατάξεις συλλογής ομβρίων και τα μέτρα αποστράγγισης
- τα μέτρα προστασίας, επένδυσης και σταθεροποίησης των πρανών
- τα τεχνικά έργα προστασίας οδοστρώματος και διερχομένων οχημάτων.

Τα περισσότερα από τα ζητήματα αυτά είναι θέματα συναφή με την εκτέλεση των χωματουργικών εργασιών, αν και υπάρχει μία ποικιλία τεχνικών θεμάτων που πρέπει να επιλυθούν προ της κατασκευής.

2.4. Αποθεσιοθάλαμοι

Η απόθεση προϊόντων εκσκαφής ορυγμάτων σε ειδικά επιλεγμένες προσωρινές θέσεις ενδέχεται να δημιουργήσει τεχνικά προβλήματα, κυρίως σε περιπτώσεις χαμηλής μηχανικής αντοχής του υπεδάφους. Τα σημαντικότερα από τα προβλήματα αυτά είναι η πρόκληση ολισθήσεων και κατολισθήσεων, οι καθιζήσεις του υπεδάφους και η μεταβολή ή παρεμπόδιση της επιφανειακής δίαυτας.



Εικόνα 2. Αποθεσιοθάλαμοι με προϊόντα εκσκαφών οδικής σήραγγας.

Η επιλογή των θέσεων των αποθεσιοθαλάμων, μόνιμων ή προσωρινών, θα πρέπει, σε κάθε έργο, να πραγματοποιείται λαμβάνοντας υπόψη τα γεωτεχνικά χαρακτηριστικά του υπεδάφους, τις συνθήκες επιφανειακής και υπόγειας δίαυσης και τις πιθανές περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

Από την άλλη μεριά, ένας αποθεσιοθάλαμος αποτελεί μια μορφή επιχώματος και είναι ενδεχόμενο να δώσει ενδείξεις για τις κατάλληλες κλίσεις πρανών σε οδικά επιχώματα, εφόσον χρησιμοποιηθούν τα ίδια προϊόντα εκσκαφής.

2.5. Επιχώματα

Τα επιχώματα αποτελούν τις κατ' εξοχήν γεωκατασκευές οδοποιίας. Αν και η κατασκευή τους αποτελεί συνήθη πρακτική για τα εργοτάξια οδικών έργων, ωστόσο τα ζητήματα, τα συναφή με την εκτέλεση των χωματοργικών εργασιών, είναι πολλά. Σε περιπτώσεις δε, που τα επιχώματα είναι υψηλά ή εδράζονται επί συμπιεστών εδαφών, τα ζητήματα που πρέπει να αντιμετωπισθούν γίνονται πιο σύνθετα.

Συνοπτικά τα θέματα που σχετίζονται με την κατασκευή επιχωμάτων είναι τα εξής:

- επάρκεια και καταλληλότητα υλικών κατασκευής
- επιλογή εξοπλισμού διάστρωσης και διαμόρφωσης στρώσεων



Εικόνα 3. Οδικό επίχωμα σε φάση κατασκευής.

- καθορισμός διαδικασίας και επιλογή εξοπλισμού συμπίκνωσης
- καθορισμός μεθόδου ελέγχου συμπίκνωσης
- πρόβλεψη συνιζήσεων και καθιζήσεων
- έλεγχος ευστάθειας έναντι ολίσθησης πρανών και υπεδάφους
- επιλογή και σχεδιασμός διατάξεων αποστράγγισης
- επένδυση πρανών.



Εικόνα 4. Διατομή αυτοκινητοδρόμου σε επίχωμα.