

Ο.Μ.Ο.Ε.: ΤΕΥΧΟΣ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

ΤΕΥΧΟΣ 2/2

ΚΕΦΑΛΑΙΑ 5 έως 11

ΟΜΑΔΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

ΠΑΝΟΥΤΣΟΠΟΥΛΟΣ ΘΕΟΔΩΡΟΣ

Πολιτικός Μηχανικός / Πρόεδρος

ΜΑΛΑΚΑΤΑΣ ΝΙΚΟΣ

Πολιτικός Μηχανικός

ΠΑΠΑΕΥΘΥΜΙΟΥ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ

Πολιτικός Μηχανικός

ΛΕΒΟΓΙΑΝΝΗΣ ΚΩΣΤΑΣ

Πολιτικός Μηχανικός

ΜΟΥΖΑΚΗΣ ΝΙΚΟΣ

Πολιτικός Μηχανικός

ΤΣΙΜΩΝΟΣ ΘΕΜΙΣΤΟΚΛΗΣ

Πολιτικός Μηχανικός / Μελετητής

ΑΠΟΣΤΟΛΑΚΗΣ ΖΑΧΑΡΙΑΣ

Πολιτικός Μηχανικός / Εμπειρογνώμων

Σύσταση ομάδας εργασίας:

Απόφαση: Δια/0/7/4/25-1-02 Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 0:	ΕΙΣΑΓΩΓΗ – ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΟΔΗΓΙΑΣ
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1:	ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΡΓΑ
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2:	ΦΟΡΤΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3:	ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ ΜΕΛΕΤΗΣ
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4:	ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΓΕΦΥΡΩΝ ΑΠΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5:	ΜΗΧΑΝΟΠΟΙΗΜΕΝΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΓΕΦΥΡΩΝ
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6:	ΓΕΦΥΡΕΣ ΣΗΜΑΝΣΗΣ
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7:	ΜΙΚΡΑ ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΡΓΑ
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8:	ΤΟΙΧΟΙ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗΣ – ΗΧΟΠΕΤΑΣΜΑΤΑ
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9:	ΥΠΟΓΕΙΑ ΕΡΓΑ ΜΕ ΕΚΣΚΑΦΗ ΚΑΙ ΕΠΑΝΕΠΙΧΩΣΗ
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10:	ΟΠΛΙΣΜΕΝΕΣ ΕΠΙΧΩΣΕΙΣ – ΟΠΛΙΣΜΕΝΗ ΓΗ
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11:	ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΜΕΛΕΤΩΝ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

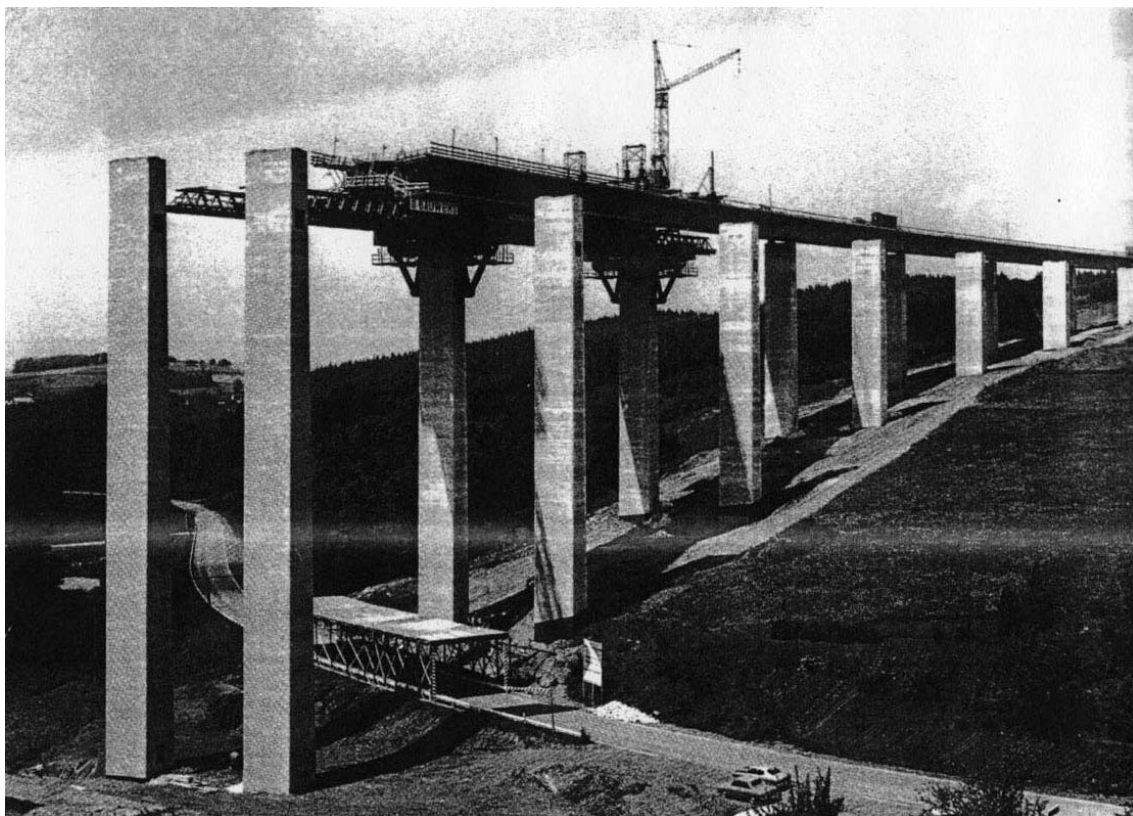
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ – ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

5.	ΜΗΧΑΝΟΠΟΙΗΜΕΝΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΓΕΦΥΡΩΝ	4
5.1.	ΓΕΝΙΚΑ	4
5.2.	ΜΟΡΦΕΣ ΜΗΧΑΝΟΠΟΙΗΜΕΝΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΦΟΡΕΩΝ	7
5.3.	ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΜΗΧΑΝΟΠΟΙΗΜΕΝΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΦΟΡΕΩΝ	7
5.4.	ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΡΟΩΘΟΥΜΕΝΩΝ - ΑΥΤΟΦΕΡΟΜΕΝΩΝ ΔΟΚΩΝ	10
5.5.	ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΡΟΒΟΛΟΔΟΜΗΣΗΣ	16
5.6.	ΜΕΘΟΔΟΣ ΣΤΑΔΙΑΚΗΣ ΠΡΟΩΘΗΣΗΣ	38
5.7.	ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΩΝ ΔΟΚΩΝ	77
5.8.	ΜΗΧΑΝΟΠΟΙΗΜΕΝΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΒΑΘΡΩΝ	106
5.9.	ΜΕΘΟΔΟΣ ΟΛΙΣΘΑΙΝΟΝΤΟΣ (ΞΥΛΟ)ΤΥΠΟΥ	106
5.10.	ΜΕΘΟΔΟΣ ΑΝΑΡΡΙΧΩΜΕΝΟΥ ΞΥΛΟΤΥΠΟΥ	1
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	4

5. ΜΗΧΑΝΟΠΟΙΗΜΕΝΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΓΕΦΥΡΩΝ

5.1. ΓΕΝΙΚΑ

- (1) Οι σύγχρονες ανάγκες συγκοινωνιακών έργων συχνά απαιτούν κατασκευές γεφυρών σε περιοχές δύσβατες ή πάνω από "άκαμπτα" εμπόδια (π.χ. σιδηροδρομικοί σταθμοί σε λειτουργία, θαλάσσιοι δίαυλοι κλπ). Παράλληλα, υπάρχει η απαίτηση για συντόμευση του χρόνου κατασκευής στο μέγιστο δυνατό βαθμό. Οι παραπάνω απαιτήσεις ξεχωριστά ή συνδυασμένες έχουν σαν αποτέλεσμα να καθιστούν τις "συμβατικές" μεθόδους κατασκευής των γεφυρών (δηλαδή ικριώματα εδραζόμενα επί του φυσικού ή διαμορφωμένου εδάφους) ασύμφορες ή /και αδύνατες. Η προσπάθεια για την ικανοποίηση των αναγκών αυτών, λαμβάνοντας υπόψη και το ειδικό γεγονός της κατασκευής στην Ελλάδα μεγάλων οδικών αξόνων και της υποχρέωσης απορρόφησης εντός τακτού χρονικού διαστήματος των κονδυλίων που διατίθενται από τα Κοινοτικά Πλαίσια Στήριξης, καθιστά τη διευρυμένη εφαρμογή των Μηχανοποιημένων Μεθόδων κατασκευής, η οποία συνδέεται με την εισαγωγή στην όλη κατασκευαστική διαδικασία ειδικού εξοπλισμού, επιβεβλημένη. Τονίζεται ότι οι μέθοδοι αυτοί δεν αποτελούν κάτι το καινούργιο για τη χώρα μας, αφού μερικές τουλάχιστον έχουν εφαρμοσθεί, σποραδικά όμως, ήδη από τα μέσα της δεκαετίας του 1960.
- (2) Πρέπει να σημειωθεί από την αρχή ότι η διευρυμένη ορθολογική εφαρμογή τέτοιων μεθόδων προϋποθέτει βεβαίως και έργα κατάλληλης κλίμακας, τα οποία όπως προαναφέρθηκε ευρίσκονται στο στάδιο της υλοποίησής τους. Χαρακτηριστική είναι η σύγκριση μεταξύ των εικόνων 5.1.(2)α και 5.1.(2)β στις οποίες απεικονίζονται αντίστοιχα μία υπό κατασκευή γέφυρα σε χώρα της κεντρικής Ευρώπης και η υπό κατασκευή γέφυρα του Γρεβενιώτικου, η οποία ευρίσκεται στον άξονα της Εγνατίας οδού.
- (3) Τονίζεται ότι η εφαρμογή των μεθόδων αυτών απαιτεί πολύ περισσότερο από τις κλασσικές μεθόδους κατασκευής τη συνεργασία μελετητή και κατασκευαστή αλλά και τον σωστό προγραμματισμό των έργων προ και μετα-δημοπρασιακό.



Εικόνα 5.1.(2)α

Με δεδομένο ότι οι απαιτήσεις της τελευταίας ιδίως δεκαετίας για τέτοιας κλίμακας τεχνικά έργα έχουν αυξηθεί σε μεγάλο βαθμό και ότι, ως αποτέλεσμα, δημοπρατούνται τέτοιας μορφής έργα με επαναλαμβανόμενα τεύχη δημοπράτησης χωρίς συστηματοποιημένες διατάξεις, στο κεφάλαιο αυτό κωδικοποιείται και αναπτύσσεται η εφαρμογή των Μηχανοποιημένων μεθόδων κατασκευής, με ανάλυση των επιμέρους μεθοδολογιών και με βάση τη βιβλιογραφία και παροχή οδηγιών για τη σύνταξη μελετών των έργων αυτών.



Εικόνα 5.1.(2)β

5.2. ΜΟΡΦΕΣ ΜΗΧΑΝΟΠΟΙΗΜΕΝΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΦΟΡΕΩΝ

- (1) Κοινά χαρακτηριστικά όλων (σχεδόν) των σε χρήση μεθόδων είναι τα εξής:
 - α) Κατασκευή των βάθρων σε προηγούμενη φάση
 - β) Κατασκευή του καταστρώματος κατά τμήματα των οποίων το μέγεθος σε σχέση με το τελικό μέγεθος εμφανίζει τις εξής ποικιλίες:
 - Τμήματα πλήρους μήκους (τυπικού ανοίγματος) και μέρους του πλάτους (μέθοδος προκατασκευασμένων δοκών)
 - Τμήματα πλήρους πλάτους και μέρους του μήκους (προβολοδόμηση, μέθοδος σταδιακής προώθησης)
 - Τμήματα πλήρους πλάτους και πλήρους μήκους (μέθοδος προωθούμενων αυτοφερόμενων δοκών)
- (2) Οι συνηθέστερες σε χρήση μέθοδοι είναι οι εξής:
 - α) Μέθοδος προωθούμενων - αυτοφερόμενων δοκών
 - β) Μέθοδος προβολοδόμησης
 - Κλασσική μέθοδος
 - Διάφορες παραλλαγές της κλασσικής μεθόδου
 - γ) Μέθοδος σταδιακής προώθησης
 - δ) Μέθοδος προκατασκευασμένων δοκών. Σημειώνεται ότι η μέθοδος αυτή είναι η περισσότερο χρησιμοποιούμενη στη χώρα μας σε σχέση με τις άλλες μεθόδους του παρόντος κεφαλαίου.
- (3) Με εξαίρεση την προβολοδόμηση η οποία αναπτύσσεται συμμετρικά περί τον άξονα του εκάστοτε μεσοβάθρου, όλες οι άλλες μέθοδοι προχωρούν (γενικώς γιατί υπάρχουν και εξαιρέσεις) από το ένα ακρόβαθρο προς το άλλο χωρίς παλινδρόμηση.
- (4) Ο απαιτούμενος εξοπλισμός έχει συνήθως ειδική χρήση, υπάρχουν όμως περιπτώσεις συνδυασμού (π.χ. μέθοδος προωθούμενων-αυτοφερόμενων δοκών με προβολοδόμηση)

5.3. ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΜΗΧΑΝΟΠΟΙΗΜΕΝΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΦΟΡΕΩΝ

- (1) Όπως είναι ευνόητο, η επιλογή της συμφερότερης κατά περίπτωση μεθόδου εξαρτάται από αρκετούς παράγοντες όπως:
 - Μήκος επιμέρους ανοίγματος και συνολικό μήκος γεφύρωσης
 - Γεωμετρία της χάραξης κατά μήκος και οριζοντιογραφικά

Για την κάθε μέθοδο η πράξη έχει καθορίσει μια βέλτιστη περιοχή ανοιγμάτων εφαρμογής. Επειδή οι περιοχές αυτές των ανοιγμάτων παρουσιάζουν

αλληλοκάλυψη, η επιλογή της μεθόδου βασίζεται τελικώς και σε άλλα κριτήρια, τα οποία όμως είναι δυνατόν να διαφέρουν από κατασκευαστή σε κατασκευαστή όπως:

- Κόστος ή διαθεσιμότητα εξοπλισμού
- Προηγούμενη εμπειρία

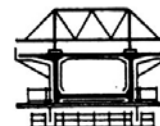
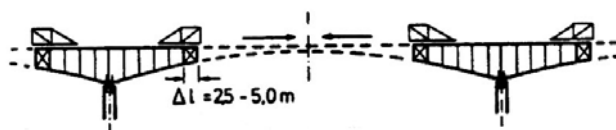
- (2) Στον πίνακα 5.3.(2) δίνονται συνοπτικά, για κάθε μία από τις προαναφερθείσες μεθόδους, τα όρια εφαρμογής τους σε συσχέτισμό με το μήκος ανοίγματος, το συνολικό μήκος της γέφυρας, καθώς και ο ρυθμός προόδου σε τρέχοντα μέτρα ανά εβδομάδα.

Στα σχήματα 5.3.(2)α, 5.3.(2)β, 5.3.(2)γ παριστάνεται η κλασσική μέθοδος προβολοδόμησης και οι παραλλαγές της με τη χρήση βοηθητικών καλωδίων και βοηθητικών φορέων αντίστοιχα.

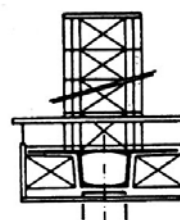
Στα σχήματα 5.3.(2)δ και 5.3.(2)ε παριστάνονται αντίστοιχα η μέθοδος προωθούμενων-αυτοφερόμενων δοκών και η μέθοδος σταδιακής προώθησης.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.3.(2)

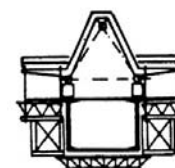
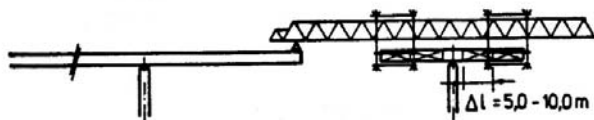
Α/Α	ΜΕΘΟΔΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ	ΜΗΚΟΣ ΑΝΟΙΓΜΑΤΟΣ										ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΜΗΚΟΣ ΓΕΦΥΡΑΣ					ΡΥΘΜΟΣ ΠΡΟΟΔΟΥ					
		20	40	60	80	100	120	140	160	180m		200	400	600	800	1000m	10	20	30	40	50	60 l/m/Wo
1	ΔΟΜΗΣΗ ΣΕ ΠΡΟΒΟΛΟ																					
	ΚΛΑΣΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΣ																					
	ΜΕ ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΚΑΛΩΔΙΑ																					
	ΜΕ ΒΟΗΘΗΤΙΚΟΥΣ ΔΟΚΟΥΣ																					
	ΣΠΟΝΔΥΛΩΤΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ																					
2	ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΗ																					
3	ΠΡΟΩΘΟΥΜΕΝΟΙ ΑΥΤΟΦΕΡΟΜΕΝΟΙ ΔΟΚΟΙ																					
4	ΠΡΟΩΘΗΣΗ																					



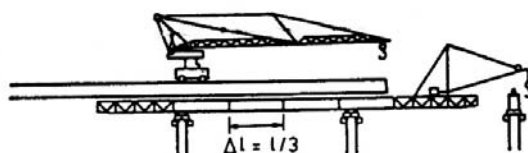
Σχήμα 5.3.(2)α



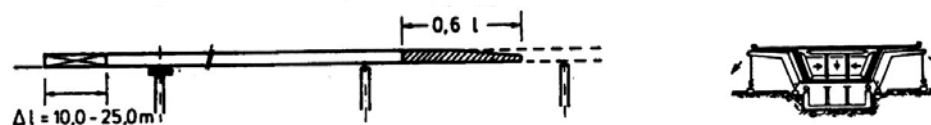
Σχήμα 5.3.(2)β



Σχήμα 5.3.(2)γ



Σχήμα 5.3.(2)δ



Σχήμα 5.3.(2)ε

5.4. ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΡΟΩΘΟΥΜΕΝΩΝ - ΑΥΤΟΦΕΡΟΜΕΝΩΝ ΔΟΚΩΝ

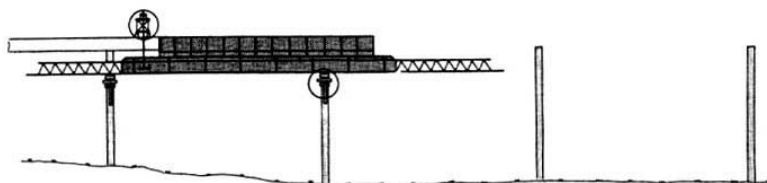
5.4.1. Γενική περιγραφή

- (1) Κατά τη μέθοδο αυτή η κατασκευή προχωρεί σε τμήματα μήκους ίσου προς το (τυπικό) άνοιγμα και σε πλήρες πλάτος ("άνοιγμα-άνοιγμα"). Η μέθοδος "άνοιγμα-άνοιγμα" αρχικά, αλλά και σήμερα, εφαρμόσθηκε σε γέφυρες συνεχείς περισσοτέρων ανοιγμάτων επί συμβατικών ή μηχανοποιημένων ικριωμάτων στηριζόμενων απευθείας στο έδαφος.

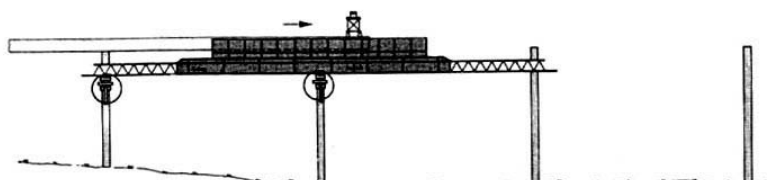
Κύριο χαρακτηριστικό της μεθόδου είναι ο αυτοπροωθούμενος σχηματισμός επί του οποίου στηρίζεται το καλούπι του φορέα της ανωδομής και μεταφέρεται από τη μια θέση στην άλλη. Στο παρακάτω σχήμα 5.4.1.(1) δίνεται μία συνοπτική εικόνα της όλης διαδικασίας.

- (2) Στη χώρα μας η μέθοδος έχει εφαρμοσθεί σε γέφυρες της παράκαμψης Πατρών και στη γέφυρα της Κρυσταλλοπηγής στον άξονα της Εγνατίας οδού.

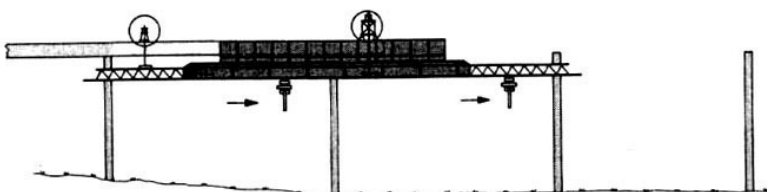
ΣΤΗΡΙΞΗ ΤΩΝ ΚΥΡΙΩΝ
ΔΟΚΩΝ ΣΤΙΣ ΚΟΝΣΟΛΕΣ
ΤΟΥ ΒΑΘΡΟΥ ΚΑΙ ΑΝΑΡΤΗΣΗ
ΑΠΟ ΤΟ ΗΔΗ ΣΚΥΡΟΔΕΤΗΘΕΝ ΤΜΗΜΑ



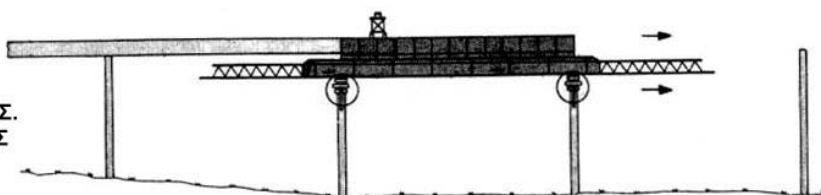
ΚΑΤΑΒΙΒΑΣΜΟΣ ΤΩΝ ΚΥΡΙΩΝ
ΔΟΚΩΝ, ΣΤΗΡΙΞΗ ΣΤΙΣ ΚΟΝΣΟΛΕΣ
ΤΩΝ ΒΑΘΡΩΝ, ΠΡΟΩΘΗΣΗ ΤΟΥΣ
ΣΕ ΕΠΟΜΕΝΟ ΑΝΟΙΓΜΑ



ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗ ΤΩΝ ΚΟΝΣΟΛΩΝ
ΑΝΑΡΤΗΣΗ ΤΩΝ ΚΥΡΙΩΝ ΔΟΚΩΝ
ΑΠΟ ΔΥΟ ΣΗΜΕΙΑ

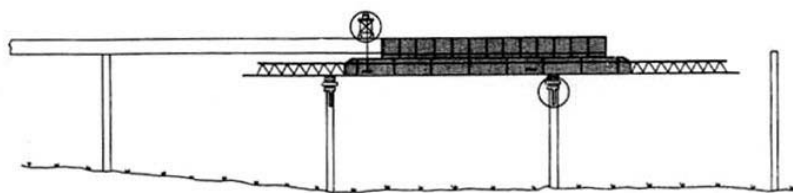


ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ
ΠΡΟΩΘΗΣΗ ΚΥΡΙΩΝ ΔΟΚΩΝ
ΣΤΗ ΝΕΑ ΘΕΣΗ ΣΚΥΡΟΔΕΤΗΣΗΣ.
ΣΤΗΡΙΞΗ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΟΝΣΟΛΕΣ
ΤΩΝ ΒΑΘΡΩΝ.



ΑΝΑΡΤΗΣΗ ΤΩΝ ΚΥΡΙΩΝ
ΔΟΚΩΝ ΣΤΗΝ ΜΙΑ ΠΛΕΥΡΑ
ΑΠΟ ΗΔΗ ΣΚΥΡΟΔΕΤΗΘΕΝ
ΤΜΗΜΑ - ΝΕΑ ΘΕΣΗ ΣΚΥΡΟΔΕΤΗΣΗΣ

○ = ΣΤΗΡΙΞΗ Ή ΑΝΑΡΤΗΣΗ



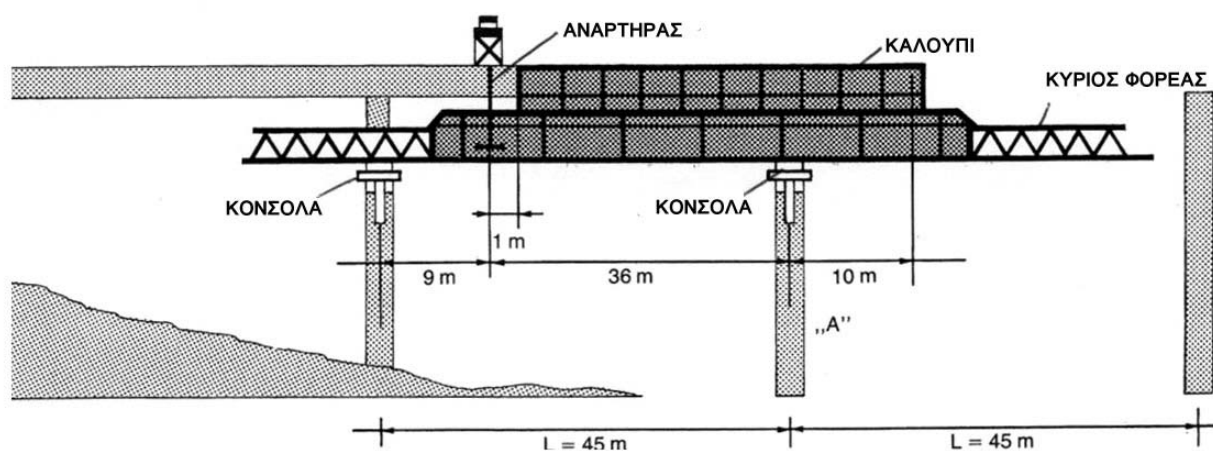
Σχήμα 5.4.1.(1)

5.4.2. Κύρια Μέλη του συστήματος

(1) Το σύστημα αποτελείται από (Βλέπε σχήματα 5.4.2.(1)α και β):

- α) Ζεύγος δικτυωτών ή ολόσωμων κυρίων δοκών, οι οποίες γεφυρώνουν τις αποστάσεις μεταξύ των διαδοχικών βάθρων. Συνήθως έχουν μήκος λίγο μεγαλύτερο από το $2l_0$ (l_0 = τυπικό άνοιγμα).

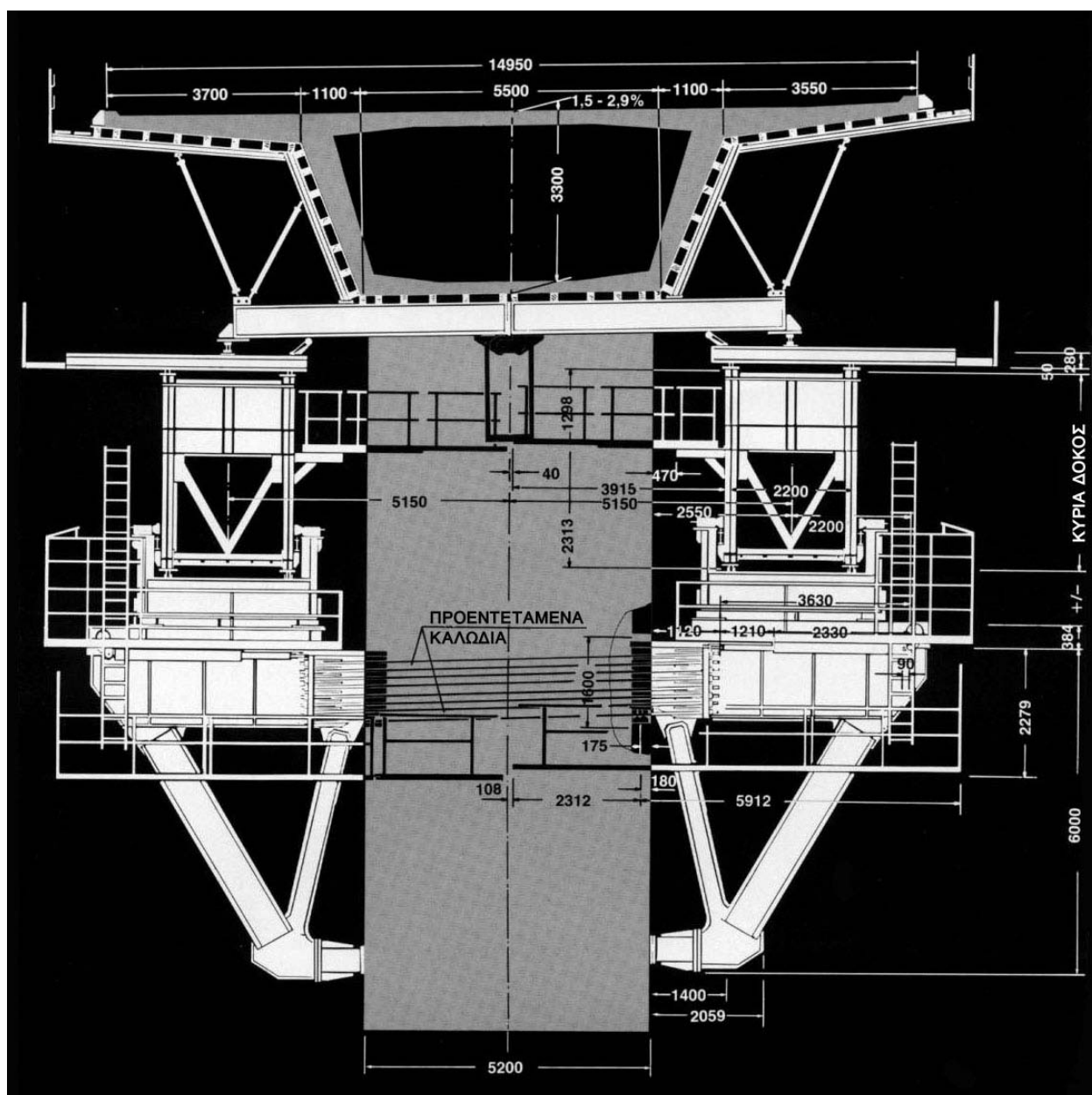
- β) Ζεύγος δικτυωτών δοκών έδρασης (κονσόλες), οι οποίες τοποθετούνται εγκάρσιως και συνδέονται προσωρινώς αλλά σταθερά με τα ήδη κατασκευασμένα μεσόβαθρα του προς σκυροδέτηση ανοίγματος.
- γ) Κατάλληλο αριθμό διαιρετών διαδοκίδων επί των οποίων στηρίζεται το καλούπι.
- δ) Διατάξεις αναρτήσεων.
- ε) Συμπληρωματικές διατάξεις και συστήματα, όπως μηχανισμοί προώθησης (βίντσια), γρύλοι έδρασης, ράβδοι και φορεία μεταφοράς κ.λ.π.



Σχήμα 5.4.2.(1)α

- (2) Σημειώνεται ότι ο σχεδιασμός του συστήματος γίνεται "επί παραγγελία" για κάθε γέφυρα, είναι σημαντικά δαπανηρός και συχνά οι προσπάθειες μετατροπών για την επαναχρησιμοποίηση σε άλλη γέφυρα είναι το ίδιο ακριβές με την εξ αρχής κατασκευή.

Πάντως, και παρά την ανωτέρω διαπίστωση, ο εξοπλισμός του συστήματος αυτού μπορεί να χρησιμοποιηθεί με επιτυχία για την ανάρτηση του φορείου προβολοδόμησης με επί τόπου σκυροδέτηση.



Σχήμα 5.4.2.(1)β

5.4.3. Θέση κυρίων δοκών συστήματος

- (1) Διακρίνονται δύο περιπτώσεις ανάλογα με τη θέση των κυρίων δοκών σε σχέση με τον υπό κατασκευή φορέα:
 - α) Φορέας από πάνω: Στην περίπτωση αυτή το καλούπτι αναρτάται μέσω καταλλήλων ράβδων από τον φορέα.
 - β) Φορέας από κάτω: Στην περίπτωση αυτή το καλούπτι φέρεται απευθείας από τον φορέα.

Προσφάτως επιχειρείται με επιτυχία συνδυασμός των παραπάνω διατάξεων.

(2) Τα πλεονεκτήματα της περίπτωσης κατά την οποία ο υπό κατασκευή φορέας είναι πάνω από τις κύριες δοκούς του συστήματος είναι:

- Δεν υπάρχει περιορισμός στο ύψος του φορέα
- Ο εφοδιασμός με υλικά μπορεί να γίνει μέσω του ήδη κατασκευασθέντος φορέα
- Δυνατότητα μικρότερων ακτινών καμπυλότητας οριζοντιογραφικά
- Δυνατότητα "στέγασης" για προστασία από δυσμενείς καιρικές συνθήκες του προσωπικού.

Τα μειονεκτήματα είναι:

- Ράβδοι ανάρτησης διαμέσου του ήδη κατασκευασθέντος φορέα
- Ο φορέας του καλουπιού δεν αξιοποιείται στατικώς κατά τη διαμήκη έννοια (περισσότερος χάλυβας)
- Μεγαλύτερη προσβαλλόμενη επιφάνεια (άνεμος)
- Μεγαλύτερα φορτία στο νεαρό σκυρόδεμα κατά την προώθηση
- Απαιτήση σημαντικού πρόσθετου εύρους καταλήψεως

(3) Τα πλεονεκτήματα της περίπτωσης κατά την οποία ο υπό κατασκευή φορέας είναι κάτω από τους κυρίους δοκούς του συστήματος είναι:

- Ελεύθερη άνω επιφάνεια του φορέα
- Δυνατότητα στατικής εκμετάλλευσης του φορέα του καλουπιού (οικονομία υλικού)
- Δεν υπάρχουν ράβδοι ανάρτησης (παρά μόνον στις άκρες)
- Λιγότερη έκθεση σε ανεμοπιέσεις
- Μικρότερα φορτία στο νεαρό σκυρόδεμα
- Μηδενικό πρόσθετο εύρος καταλήψεως

Τα μειονεκτήματα είναι:

- Δέσμευση στο ελεύθερο ύψος
- Σε περίπτωση μικρών ακτινών καμπυλότητας απαιτούνται ειδικές ρυθμίσεις οι οποίες καθυστερούν την προώθηση

5.4.4. Βάρος εξοπλισμού

Στον πίνακα 5.4.4 δίνεται το βάρος σε t του απαιτούμενου εξοπλισμού σε συνάρτηση με το μήκος του υπό κατασκευήν ανοίγματος.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.4.4

Μήκος ανοίγματος (m)	35	40	45	50	106
Βάρος (t)	300	400	500	600	2100

Με βάση τον πίνακα αυτό είναι δυνατόν να γίνουν γρήγορες εκτιμήσεις για το κόστος του εξοπλισμού. Σημειώνεται ότι τα δεδομένα του πίνακα ισχύουν για πλάτος γέφυρας 15,0m

5.4.5. Περιοχή Εφαρμογής της μεθόδου

- (1) Η μέθοδος μπορεί να εφαρμοσθεί ορθολογικά σε συνεχείς γέφυρες μεγάλου συνολικού μήκους ($ΣL > 400m$) ή και σε γέφυρες μικρότερου μήκους αλλά εντός της ίδιας εργολαβίας (και για επιμέρους ανοίγματα μεταξύ 30 και 60m).
- (2) Οι περιορισμοί της μεθόδου οι οποίοι πρέπει να λαμβάνονται υπόψη είναι:
 - Ακτίνα καμπυλότητας $R > 300m$
 - Διατομή σταθερού ύψους και κατά το δυνατόν σταθερού εξωτερικού περιγράμματος

Σημειώνεται ότι η κατά μήκος κλίση της ερυθράς και η επίκλιση δεν προκαλούν δεσμεύσεις στην εφαρμογή της μεθόδου.

5.4.6. Θέματα Μελέτης

- (1) Η μελέτη γεφυρών που κατασκευάζονται με τη μέθοδο των προωθούμενων-αυτοφερομένων ικριωμάτων δεν παρουσιάζει ιδιαίτερα προβλήματα, πέραν των συνήθων τα οποία απαντώνται στις τμηματικές δομήσεις, δηλαδή:
 - Ερπυστική ανακατανομή της έντασης λόγω αλλαγής του στατικού συστήματος
 - Λεπτομερή σχεδιασμό του αρμού διακοπής εργασίας
- (2) Η μέθοδος προσφέρεται τόσο για έδραση του φορέα επί εφεδράνων, όσο και για μονολιθική σύνδεση του με τα βάθρα.

5.4.7. Πλεονεκτήματα- Μειονεκτήματα

- (1) Τα πλεονεκτήματα της μεθόδου είναι:
 - Συνεχής διαδικασία
 - Δεν υπάρχουν σπόνδυλοι προσαρμογής
 - Μικρός αριθμός αρμών διακοπής εργασίας

- Ένταση στον υπό κατασκευή φορέα ανάλογη με την τελική χωρίς αλλαγές πρόσημου (οικονομία υλικών)
- Άνετη πρόσβαση προσωπικού/μηχανημάτων/υλικών από το ήδη κατασκευασμένο τμήμα
- Αρκετά ταχύς ρυθμός προόδου

(2) Τα μειονεκτήματα της μεθόδου είναι:

- Ακριβός εξοπλισμός
- Απαιτεί χώρο στην είσοδο έξοδο για τη συναρμολόγηση/αποσυναρμολόγηση του εξοπλισμού
- Δύσκολη η εφαρμογή της στα ακραία ανοίγματα

5.4.8. Ρυθμός Προόδου-Πρόγραμμα εργασιών

Ο συνήθης ρυθμός προόδου για άνοιγμα μήκους της τάξεως 30m είναι 5 έως 8 ημέρες. Για ανοίγματα πιο μεγάλα 2 εβδ/άνοιγμα. Στον πίνακα 5.4.8 δίνεται το πρόγραμμα εργασιών κατασκευής γεφυρών με τη μέθοδο αυτή στην περιφερειακή οδό της Πάτρας.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.4.8

Α/Α	Περιγραφή	Π	Σ	Κ	Δ	Τ	Τ	Π	Π	Σ	Κ	Δ	Τ	Τ	Π	Π
		ΗΜΕΡΑ														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Σκυροδέτηση κορμών - πάνω πλάκας	■														
2	Προετοιμασία προέντασης (πλάκες κλπ)		■													
3	Προένταση τενόντων (Δ+Τ)				■	■	■									
4	1η μεταφορά φορείου					■	■									
5	Μεταφορά και αγκύρωση δοκών εδράσεως						■	■								
6	2η μεταφορά φορείου							■	■							
7	Συναρμολόγηση εξωτερικού ξυλοτύπου								■							
8	Τοποθέτηση οπλισμού κορμών και κάτω πλάκας									■	■					
9	Τοποθέτηση διαμήκων τενόντων									■	■		■			
10	Σκυροδέτηση κάτω πλάκας												■			
11	Συναρμολόγηση εσωτερικού ξυλοτύπου												■	■		
12	Τοποθέτηση οπλισμού πάνω πλάκας													■	■	■
13	Τοποθέτηση εγκαρσίων τενόντων													■	■	■
14	Σκυροδέτηση κορμών - πάνω πλάκας															■

5.5. ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΡΟΒΟΛΟΔΟΜΗΣΗΣ

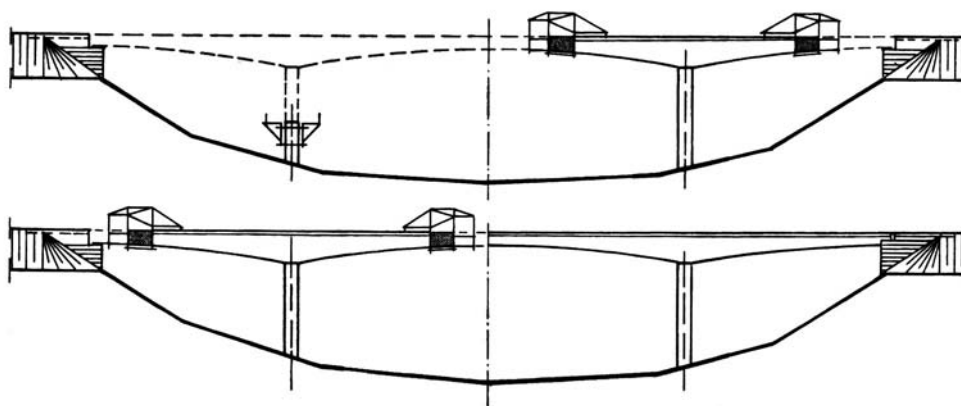
5.5.1. Γενική Περιγραφή

- (1) Η αρχή της μεθόδου βασίζεται στην τεχνική που αναπτύχθηκε από την εταιρεία Dyckerhoff & Widmann και η οποία είναι γνωστή σαν μέθοδος προβολοδόμησης (κλασσική μέθοδος).

Με τη μέθοδο αυτή γίνεται δυνατή η σταδιακή κατασκευή φορέων γεφυρών σε σπονδύλους μήκους της τάξεως 3,0-5,0m σε πρόβολο από την προηγούμενη φάση [βλέπε σχήμα 5.5.1.(1)].

- (2) Στη χώρα μας η μέθοδος έχει εφαρμοσθεί από τη δεκαετία του 1960 και εντεύθεν, σε γέφυρες συνδεόμενες με έργα της ΔΕΗ, Μέγδοβας, Τατάρνα, Υψηλή γέφυρα Σερβίων [βλέπε Εικόνα 5.5.1.(2)α, 1974], Πλατανόβρυση περιοχή ποταμού Νέστου [βλέπε Εικόνα 5.5.1.(2)β, 1993] κ.λ.π.

Στην εντελώς σύγχρονη πραγματικότητα η μέθοδος εφαρμόζεται σε γέφυρες κατά μήκος μεγάλων οδικών αξόνων, όπως η Εγνατία οδός (βλέπε Εικ 5.1.(1)β), αλλά και σε μικρότερης κλίμακας έργα, όπως ο Βόρειος άξονας Κρήτης.



Σχήμα 5.5.1.(1)

- (3) Συνήθως η κατασκευή γίνεται περίπου συμμετρικά ως προς το μεσόβαθρο και εφαρμόζεται με:
- επιτόπια σκυροδέτηση σπονδύλων
 - προκατασκευή σπονδύλων



Εικόνα 5.5.1.(2)α

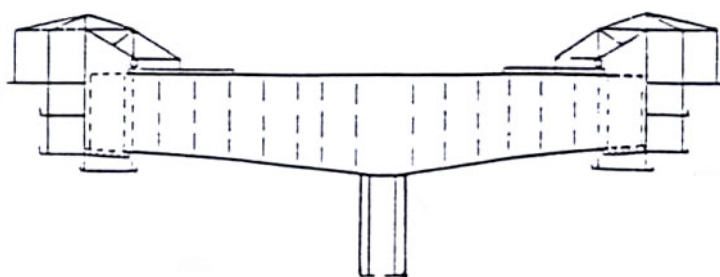


Εικόνα 5.5.1.(2)β

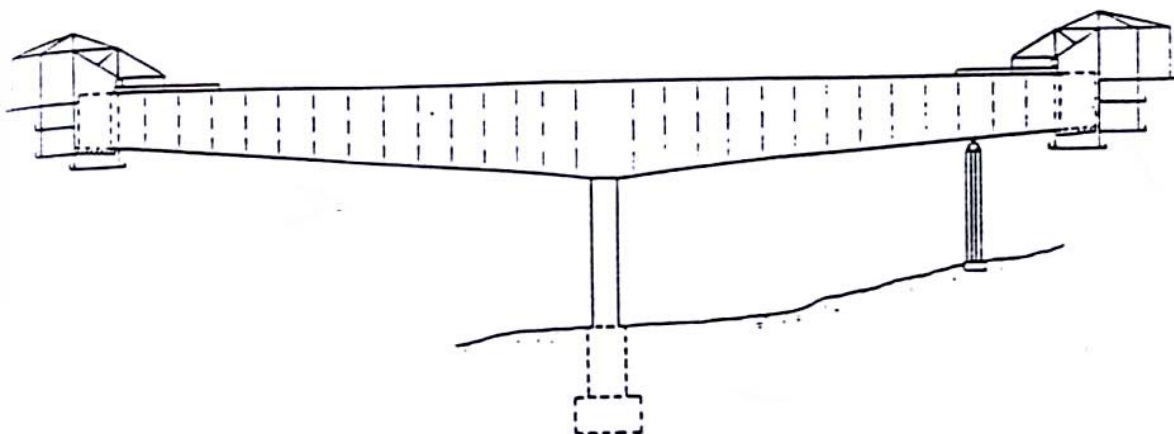
5.5.2. Επιτόπια σκυροδέτηση

- (1) Η επιτόπια σκυροδέτηση συνδέεται συνήθως με φορείς μεταβλητού ύψους, δηλαδή με έντονη μείωση ύψους φορέα από τη στήριξη προς το άνοιγμα.

Η λυγνρότητα του φορέα στην περιοχή των μεσοβάθρων διαμορφώνεται σε $l/h \approx 17$ και στην περιοχή του μέσου των ανοιγμάτων σε $l/h \approx 50$. Κατά κανόνα, η κατασκευή γίνεται χωρίς ενδιάμεση προσωρινή στήριξη [βλέπε σχήμα 5.5.2.(1)α]. Σπανιότερα με ενδιάμεση προσωρινή στήριξη [βλέπε σχήμα 5.5.2.(1)β].

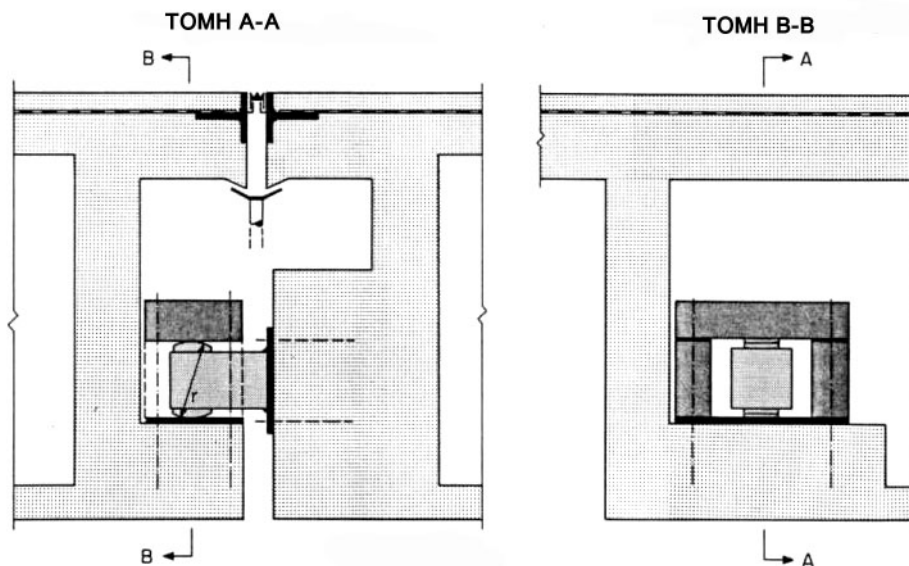


Σχήμα 5.5.2.(1)α



Σχήμα 5.5.2.(1)β

- (2) Καταρχήν ο φορέας κατασκευάζεται σε επιμέρους προβόλους οι οποίοι στη συνέχεια ενοποιούνται σε ένα πλαισιακό σύστημα. Στην πρώτη δεκαετία εφαρμογής της μεθόδου η ενοποίηση γίνονταν με αρθρώσεις με παράλληλη διάταξη ειδικών εφεδρώνων, τα οποία απαιτούσαν αρκετό χώρο [βλέπε σχήμα 5.5.2.(2)α] ή μέσω επικαθημένων τμημάτων μικρού μήκους.



Σχήμα 5.5.2.(2)α

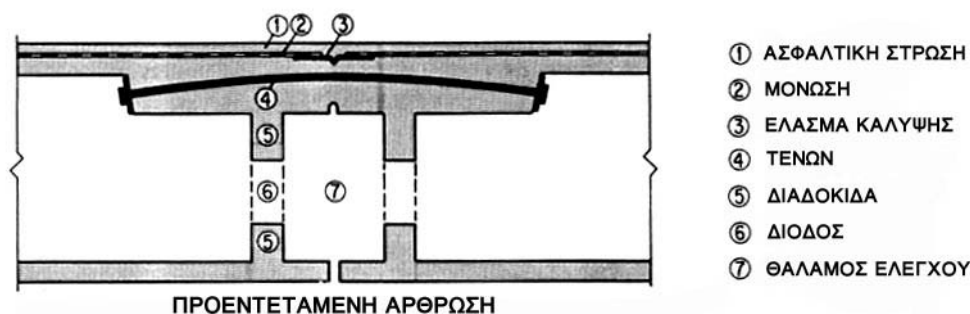
Κατά τα τελευταία χρόνια η ενοποίηση γίνεται κυρίως με πλήρη αποκατάσταση της συνεχείας του φορέα (ανάληψη και ροπών). Συστήματα με αρθρώσεις γενικά είναι οικονομικότερα από διατάξεις που μπορούν να παραλάβουν ροπές, διότι αποκλείουν την ανακατανομή της έντασης από την περιοχή της στήριξης στην περιοχή του ανοίγματος.

Από την άλλη πλευρά, όσον αφορά τη λειτουργικότητα της γέφυρας, τα συστήματα αρθρώσεων παρουσιάζουν μειονεκτήματα ήτοι:

- Σχηματισμός γόνατος στη θέση σύνδεσης
- Κόστος αρχικής κατασκευής αρμού στην περίπτωση που η άρθρωση συνδέεται με την κατασκευή αρμού
- Κόστος συντήρησης αρμού

Εάν παρόλα αυτά για οποιονδήποτε λόγο επιλεγεί η λύση της άρθρωσης, τότε θα πρέπει να εφαρμόζονται προεντεταμένες αρθρώσεις χωρίς δυνατότητα μετακίνησης [βλέπε σχήμα 5.5.2.(2)β].

Επειδή στην περιοχή της άρθρωσης η διάρκεια ζωής της μόνωσης του καταστρώματος περιορίζεται και από το πρόσθετο γεγονός της στροφής της άρθρωσης από κινητά φορτία, θερμοκρασία κ.λ.π., συνιστάται η τοποθέτηση ενισχυτικού ελάσματος. Κάτω από την περιοχή της άρθρωσης προβλέπεται χώρος επιθεώρησης.



Σχήμα 5.5.2.(2)β

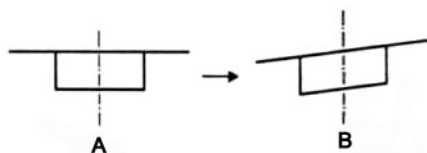
5.5.3. Περιοχή εφαρμογής της μεθόδου

Η κλασσική μέθοδος προβολοδόμησης συνιστάται από οικονομική άποψη για ανοίγματα από 70m έως 200m και για συνολικό μήκος γέφυρας μεγαλύτερο από 200m.

Το μήκος του σκυροδετουμένου σπονδύλου κυμαίνεται από 3,0m έως 5,0m συνήθως.

5.5.4. Διαμόρφωση διατομής

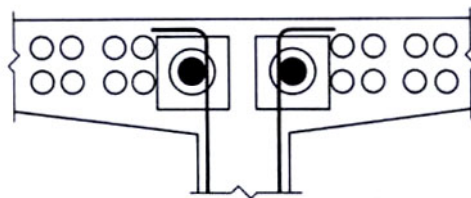
- (1) Η διατομή, λόγω των μεγάλων αρνητικών ροπών, διαμορφώνεται συνήθως ως κιβώτιο και πολλές διαστάσεις διατηρούνται σταθερές για την απλοποίηση των εργασιών του ξυλοτύπου.
- (2) Οι δοκοί του κιβωτίου προβλέπονται γενικά κατακόρυφοι [βλέπε σχήμα 5.5.4.(2)]. Κεκλιμένοι δοκοί δυσχεραίνουν τη σκυροδέτηση. Εφόσον δεν συντρέχουν κατασκευαστικοί λόγοι, π.χ. αγκυρώσεις τενόντων, διάκενα δόνησης κ.λ.π., το πάχος των δοκών καθορίζεται από την απαιτούμενη αντοχή σε διάτμηση. Το ελάχιστο πάχος δοκών χωρίς τένοντες προέντασης συνιστάται να μην είναι μικρότερο των 35cm.



Σχήμα 5.5.4.(2)

- (3) Ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται στον καθορισμό του πάχους της πλακός καταστρώματος (πάνω πλάκα κιβωτίου). Οι πολυάριθμοι τένοντες, οι οποίοι διατάσσονται κατά κύριο λόγο στην πλάκα καταστρώματος, εξασθενίζουν την αντοχή σε διάτμηση κατά την κατακόρυφη και οριζόντια διεύθυνση. Εφόσον οι

διαμήκεις τένοντες αγκυρώνονται στην περιοχή σύνδεσης της πλάκας κυκλοφορίας με τις δοκούς εκτός των συνδετήρων, θα πρέπει η περιοχή αυτή να έχει επαρκές πάχος [βλέπε σχήμα 5.5.4.(3)].



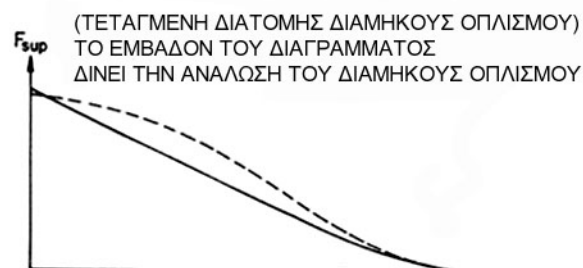
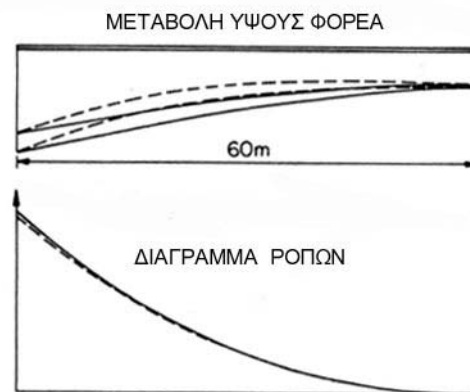
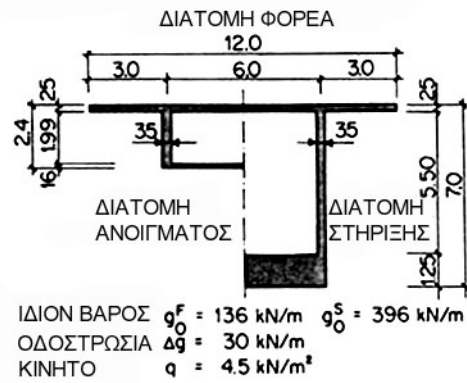
Σχήμα 5.5.4.(3)

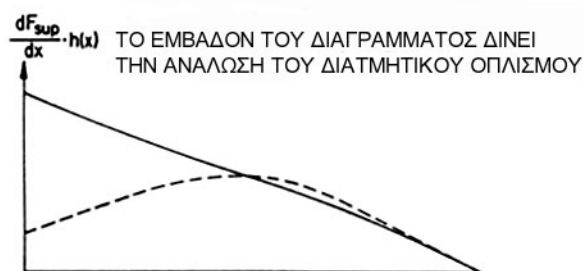
- (4) Η κάτω πλάκα του κιβωτίου κατασκευάζεται με μεταβλητό πάχος, πράγμα που από κατασκευαστικής πλευράς δεν παρουσιάζει σοβαρά προβλήματα.
- (5) Η μεταβολή του ύψους του φορέα, συνήθως παραβολική ή ημιτονική, μεταξύ των ορίων που αναφέρονται στο εδάφιο (1) της παραγράφου 5.5.2, παίζει σημαντικό ρόλο στη διατμητική καταπόνηση και συνεπώς στο πάχος των δοκών καθώς και στο ποσοστό του διαμήκους οπλισμού και του οπλισμού διάτμησης.

Φορείς με γρήγορα απομειούμενο ύψος παρουσιάζουν στο άνοιγμα τη μέγιστη διατμητική καταπόνηση η οποία καθορίζει το πάχος των δοκών και το οποίο συνήθως διατηρείται σταθερό καθ' όλο το μήκος του φορέα. Σημειώνεται ότι η ανάλωση του διαμήκους οπλισμού είναι σχετικά μεγάλη. Από την άλλη πλευρά, η ανάλωση του οπλισμού διάτμησης είναι σχετικά μικρή επειδή στην περιοχή των μεγάλων υψών του φορέα επικρατεί μικρότερη διατμητική καταπόνηση.

Φορείς με λιγότερο γρήγορα απομειούμενο ύψος παρουσιάζουν μια εξισορροπημένη διατμητική καταπόνηση με συνέπεια στην περίπτωση αυτή το στατικά απαιτούμενο πάχος των δοκών να είναι ελάχιστο. Η ανάλωση του διαμήκους οπλισμού είναι σχετικά μικρή. Από την άλλη πλευρά, η ανάλωση του οπλισμού διάτμησης είναι μεγαλύτερη επειδή στην περιοχή των μεγάλων υψών του φορέα επικρατεί η μέγιστη διατμητική καταπόνηση.

Στα παρακάτω σχήματα 5.5.4.(5) δίνεται παραστατικά η επίδραση της μορφής του φορέα (μεταβολή του ύψους) στο πάχος των δοκών, στον διαμήκη οπλισμό και στον οπλισμό διάτμησης.



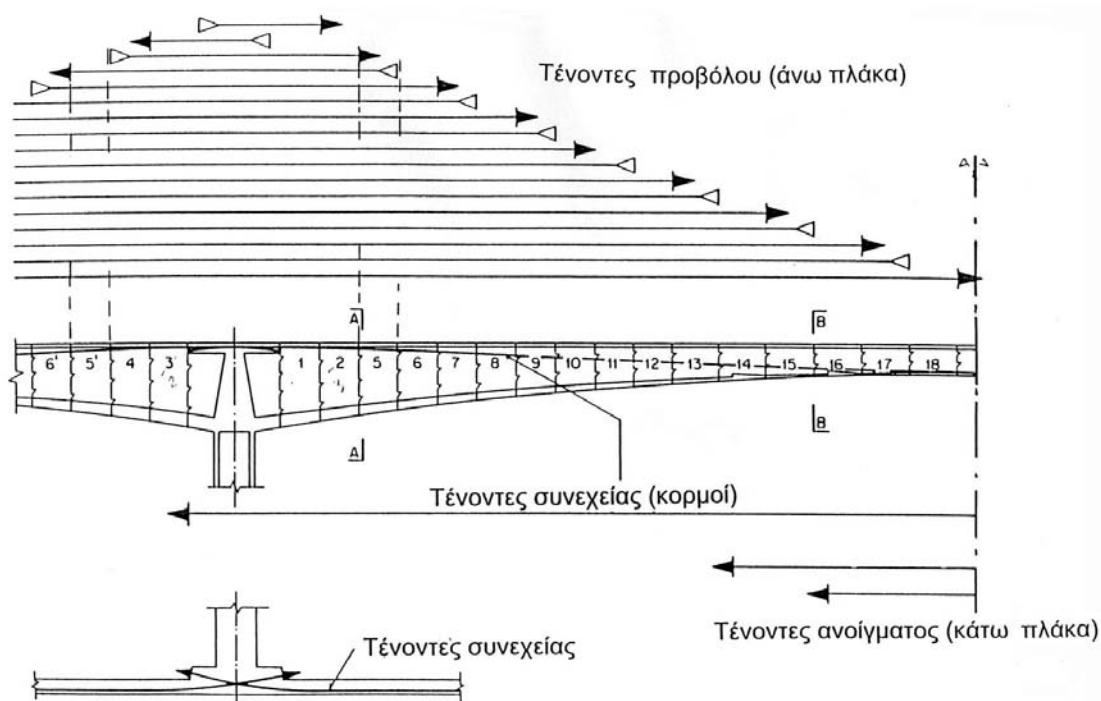


Σχήματα 5.5.4.(5)

5.5.5. Διάταξη προέντασης

(1) Η διαμήκης προένταση αποτελείται βασικά από τρεις ομάδες τενόντων:

- Τένοντες προβόλου (άνω πλάκα)
- Τένοντες ανοίγματος (κάτω πλάκα)
- Τένοντες συνεχείας (κορμοί)



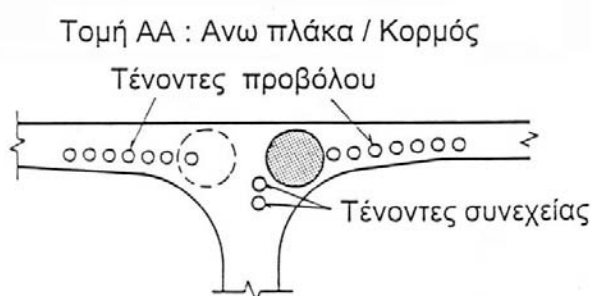
Σχήμα 5.5.5.(1)

(2) Οι τένοντες προβόλου αποτελούν τον κύριο οπλισμό του συστήματος ο οποίος τοποθετείται στην πλάκα κυκλοφορίας (άνω πλάκα).

Σημειώνεται ότι η αγκύρωση των τενόντων της ομάδας αυτής γίνεται στην περιοχή συναρμογής των κορμών και της άνω πλάκας του κιβωτίου [βλέπε σχήματα 5.5.5.(2)α και β].

Για λόγους κατασκευαστικούς η ελεύθερη απόσταση μεταξύ των τενόντων δεν πρέπει να είναι μικρότερη από 8,0 cm. Θα πρέπει επίσης να εξετάζεται εάν η διάτμηση μπορεί να παραληφθεί στο μεταξύ των τενόντων διάστημα. Για την αποφυγή ρηγμάτωσης στο επίπεδο των τενόντων, πρέπει η πλάκα να οπλίζεται επαρκώς με οπλισμό διάτμησης [βλέπε σχήμα 5.5.5.(2)γ].

Επίσης, θα πρέπει να δίνεται προσοχή στις οριζόντιες διατμητικές τάσεις, ιδιαίτερα κατά τη φάση κατασκευής.



Σχήμα 5.5.5.(2)α



Σχήμα 5.5.5.(2)β

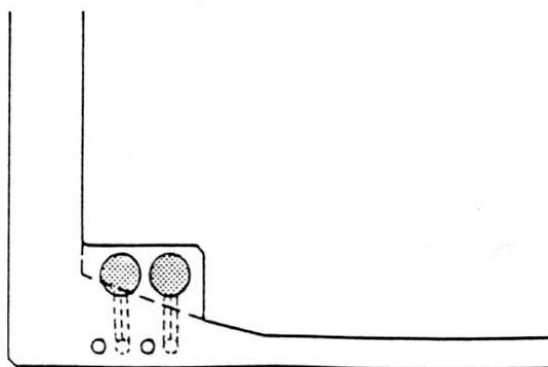


Σχήμα 5.5.5.(2)γ

- (3) Οι τένοντες ανοίγματος εξυπηρετούν, όπως είναι γνωστό, την ανάληψη θετικών ροπών στο μεσαίο τρίτο του ανοίγματος. Οι απαιτούμενοι τένοντες τοποθετούνται στην κάτω πλάκα του κιβωτίου, παραπλεύρως των δοκών [βλέπε σχήμα 5.5.5.(3)].

Ιδιαίτερη προσοχή θα πρέπει να δίνεται στις ακτινικές δυνάμεις των τενόντων ανοίγματος συνεπεία της καμπύλης διαμόρφωσης της κάτω πλάκας.

Τομή ΒΒ : Κάτω πλάκα / Κορμός Αγκύρωση τενόντων ανοίγματος



Σχήμα 5.5.5.(3)

5.5.6. Βαθμός προέντασης

- (1) Για τη μείωση των παραμορφώσεων του φορέα και τον περιορισμό των προβλημάτων που συνδέονται με αυτές, είναι σκόπιμη κατά το δυνατόν η αυξημένη προένταση. Επιπροσθέτως, η σημαντική διαμήκης προένταση της πλάκας κυκλοφορίας (άνω πλάκα) έχει σαν αποτέλεσμα ο τοποθετούμενος χαλαρός οπλισμός να είναι ο ελάχιστος απαιτούμενος, γεγονός το οποίο διευκολύνει την παράθεσή του κατά τις φάσεις των διαδοχικών σκυροδετήσεων των σπονδύλων. Είναι σκόπιμο επομένως να προσδιορίζεται καταρχήν ο απαιτούμενος ελάχιστος οπλισμός από τον έλεγχο της ρηγμάτωσης και στη συνέχεια να προσδιορίζεται ο απαιτούμενος οπλισμός προέντασης από τον έλεγχο θραύσης.

- (2) Στις περισσότερες περιπτώσεις προκύπτει πλήρης προένταση για τα μόνιμα φορτία και για σημαντικό ποσοστό των κινητών φορτίων. Υπενθυμίζεται ότι:
- α) Γενικά στις γέφυρες: Σύμφωνα με το εδάφιο (2) της παραγράφου 10.1.2 του DIN 4227/88, Μέρος 1, στις γέφυρες και για την περίπτωση φόρτισης μόνιμα + προένταση + 1/2 κινητά + ερπυσμός + συστολή πήξης δεν επιτρέπονται εφελκυστικές τάσεις.
 - β) Ειδικά για τους αρμούς εργασίας: Σύμφωνα με το εδάφιο (1) της παραγράφου 10.3 του DIN 4227/88, Μέρος 1, στις θέσεις των αρμών εργασίας (αρμοί μεταξύ των σπονδύλων) οι επιτρεπόμενες εφελκυστικές τάσεις ανέρχονται στο μισό των επιτρεπόμενων εφελκυστικών τάσεων των παραγράφων 10.1.1 και 10.1.2 του προαναφερθέντος κανονισμού και ότι για την περίπτωση φόρτισης μόνιμα + προένταση + συστολή λόγω πήξεως + ερπυσμός δεν επιτρέπεται η ανάπτυξη εφελκυστικών τάσεων.

5.5.7. Ανακατανομή της έντασης λόγω ερπυσμού και αλλαγής στατικού συστήματος

- (1) Όπως είναι γνωστό, η μεταβολή των φορτίων διατομής ενός συστήματος επέρχεται μέσω του ερπυσμού μόνο όταν συνδέονται τμήματα από σκυρόδεμα διαφορετικής ηλικίας ή διαφορετικής σύνθεσης, όπως συμβαίνει στην περίπτωση της τμηματικής κατασκευής γεφυρών.
- (2) Η ανακατανομή αφορά μόνιμες φορτίσεις που επιβάλλονται στο αρχικό σύστημα προβόλων, ήτοι:
 - Ίδιο βάρος
 - Προένταση άνω πλάκας
- (3) Για ένα ακριβή υπολογισμό, σύμφωνα με την αντίστοιχη βιβλιογραφία, των τελικά αναπτυσσομένων εντατικών μεγεθών, π.χ. ροπών, ισχύει η σχέση:

$$M = M_0 + \alpha(M_c - M_0) = \alpha M_c + (1 - \alpha) M_0 \text{ όπου:}$$

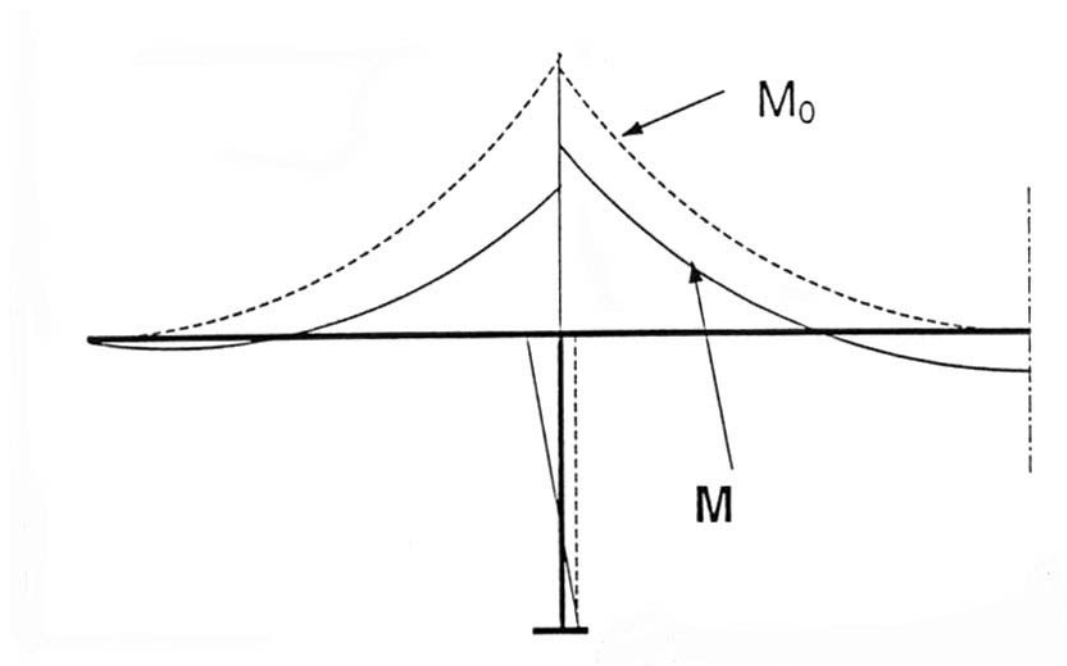
M η τελική ροπή

M_0 η αντίστοιχη ροπή στο αρχικό ισοστατικό (πρόβολοι) σύστημα

M_c η αντίστοιχη ροπή στο υπερστατικό σύστημα [βλέπε σχήμα 5.5.7.(3)]

$$\alpha = \frac{\varphi}{1 + \rho\varphi} \approx 0,70 - 0,80 \text{ συντελεστής ερπυστικής ανακατανομής}$$

$$\rho = \rho(t_1, t_0) \approx 0,8 \text{ συντελεστής ωρίμανσης}$$



Σχήμα 5.5.7.(3)

5.5.8. Υπολογισμός υπερυψώσεων και υψομέτρων ξυλοτύπου

5.5.8.1. Γενικά

- (1) Με τις υπερυψώσεις γίνεται αναίρεση των παραμορφώσεων του φορείου, καθώς και του φορέα, ώστε να επιτευχθούν σε κατάσταση λειτουργίας τα προβλεπόμενα από τη μελέτη υψόμετρα της ερυθράς.

Οι υπερυψώσεις αντιστοιχούν στις παραμορφώσεις που προκύπτουν κατά τη φάση της κατασκευής και μετά την ολοκλήρωσή της από την επιβολή όλων των μονίμων φορτίων, από ένα μικρό τμήμα των κινητών φορτίων και από ανομοιόμορφη μεταβολή της θερμοκρασίας, δηλαδή σ' ένα σημείο του φορέα i η απαιτούμενη υπερύψωση είναι ίση με τη βύθιση του σημείου αυτού σ' ένα χρονικό ορίζοντα ίσο με το $\frac{1}{2}$ της ζωής της γέφυρας.

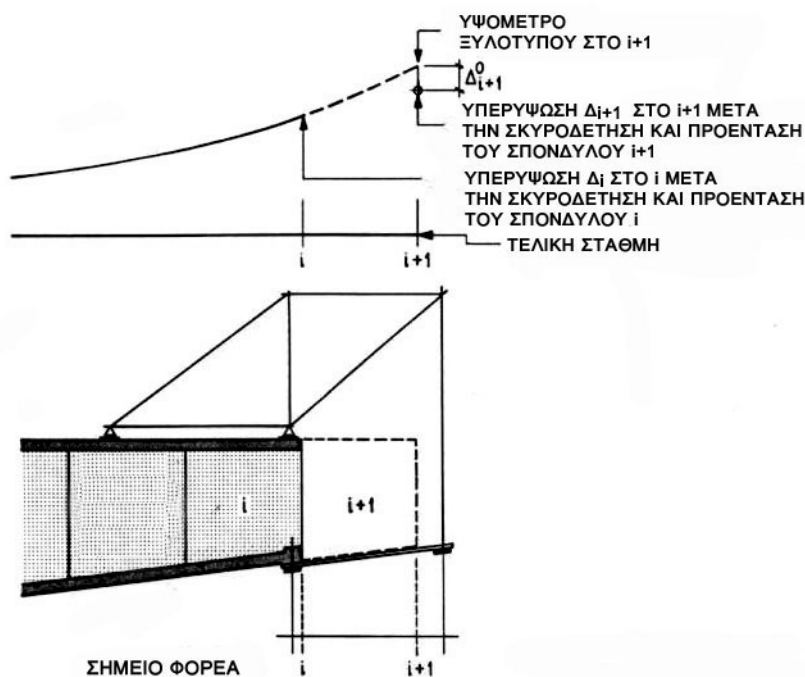
Σημειώνεται ότι το μέτρο ελαστικότητας, ο ερπυσμός, η πήξη, η χαλάρωση του χάλυβα και οι παραμορφώσεις του εδάφους παίζουν σημαντικό ρόλο στον υπολογισμό των προαναφερθεισών υπερυψώσεων.

- (2) Σε γέφυρες κατασκευαζόμενες με τη μέθοδο της δόμησης σε πρόβολο, λόγω ακριβώς του τρόπου κατασκευής τους, οι βυθίσεις είναι σχετικά μεγάλες. Για τον υπολογισμό των υπερυψώσεων πρέπει ιδιαίτερα να προσεχθούν οι ακόλουθες παραμορφώσεις:

- Βύθιση του φορείου κατά τη σκυροδέτηση του σπονδύλου

- Παραμορφώσεις του στατικού συστήματος κατά τη φάση κατασκευής (πρόβολος) λόγω των σκυροδετηθέντων σπονδύλων, του φορέα και της σκυροδέτησης της κλείδας (Κλείσιμο ανοίγματος)
- Παραμορφώσεις του συστήματος σε τελική φάση λαμβάνοντας υπόψη την προένταση ανοίγματος, την προένταση συνεχείας, ένα μικρό τμήμα των κινητών φορτίων και ανομοιόμορφη θερμοκρασιακή μεταβολή.
- Καθιζήσεις των θέσεων έδρασης του φορέα λόγω παραμορφώσεων των βάθρων και καθίζησης του εδάφους θεμελίωσης.

Το υψόμετρο του ξυλοτύπου στο τέλος του προς σκυροδέτηση σπονδύλου $i+1$, προσδιορίζεται από τη γραμμή υπερυψώσεων Δ_{i+1} του φορέα και τη βύθιση Δ^0_{i+1} στο σημείο $i+1$, συνεπεία της σκυροδέτησης και της προέντασης του σπονδύλου $i+1$ [βλέπε σχήμα 5.5.8.1.(2)].



Σχήμα 5.5.8.1.(2)

5.5.8.2. Υπολογισμός της υπερύψωσης Δ^0_{i+1}

Ο υπολογισμός της υπερύψωσης Δ^0_{i+1} περιλαμβάνει τις ακόλουθες παραμέτρους:

- Παραμόρφωση του φορέα κατά τη σκυροδέτηση του σπονδύλου $i+1$
- Βύθιση του προβόλου 0, i στο σημείο $i+1$ λόγω σκυροδέτησης και προέντασης του σπονδύλου $i+1$

Σημειώνεται ότι η παραμόρφωση του φορείου μπορεί να προσδιορισθεί με μετρήσεις κατά την έναρξη της προβολοδόμησης. Ο ξυλότυπος του προς σκυροδέτηση σπονδύλου συνδέεται με τον πρόβολο στο επίπεδο του αρμού σκυροδέτησης με τρόπο ώστε να αποφεύγονται οι σχετικές μετακινήσεις στην περιοχή αυτή και το φορείο να αναλαμβάνει το μισό βάρος του σπονδύλου.

Ο υπολογισμός της βύθισης του προβόλου στο σημείο $i + 1$ λόγω της σκυροδέτησης και της προέντασης του σπονδύλου $i + 1$ δεν παρουσιάζει καμία δυσκολία και γίνεται με τις γνωστές μεθόδους της στατικής, με την τοποθέτηση μοναδιαίου φορτίου '1' στο σημείο $i + 1$.

5.5.8.3. Υπολογισμός της καμπύλης υπερύψωσης Δ_i

- (1) Η υπερύψωση Δ_i αντιστοιχεί βασικά στη βύθιση δ_i στο σημείο i του φορέα μετά την κατασκευή του μέχρι το μισό της ζωής της γέφυρας και περιλαμβάνει τους ακόλουθους τρεις παράγοντες:

- Βύθιση του προβόλου δ_i^B
- Βύθιση του προβόλου λόγω σκυροδέτησης της κλείδας δ_i^F (Κλείσιμο ανοίγματος)
- Βύθιση στο τελικό σύστημα μετά το κλείσιμο του αρμού δ_i^E

- (2) Η βύθιση δ_i^B ενός σημείου i μετά την κατασκευή του και μέχρι την κατασκευή του σπονδύλου n και την απομάκρυνση του φορείου (L) ανέρχεται σε:

$$\delta_i^{B(i,n)} \approx (1+\Delta\varphi) \cdot \delta_i^{B(0,n)}(g_0, P) - (1-\Delta\varphi) \cdot \delta_i^{B(0,i)}(g_0, P) + \Delta\varphi \cdot \delta_i^{B(n)}(L) - \delta_i^{B(i)}(L)$$

όπου:

$\delta_i^{B(0,n)}(g_0, P)$ = Βύθιση στο σημείο i λόγω g_0 και P σε όλο το μήκος του προβόλου

$\delta_i^{B(0,i)}(g_0, P)$ = Βύθιση στο σημείο i λόγω g_0 και P σε το μήκος προβόλου από 0 έως l

$\delta_i^{B(n)}(L)$ = Βύθιση στο σημείο i λόγω φορείου στο σημείο n

$\delta_i^{B(i)}(L)$ = Βύθιση στο σημείο i λόγω φορείου στο σημείο i [βλέπε σχήμα

5.5.8.3.(2)]

Για τον μερικό συντελεστή ερπυσμού $\Delta\varphi$ μπορούν να ληφθούν υπόψη οι παρακάτω τιμές:

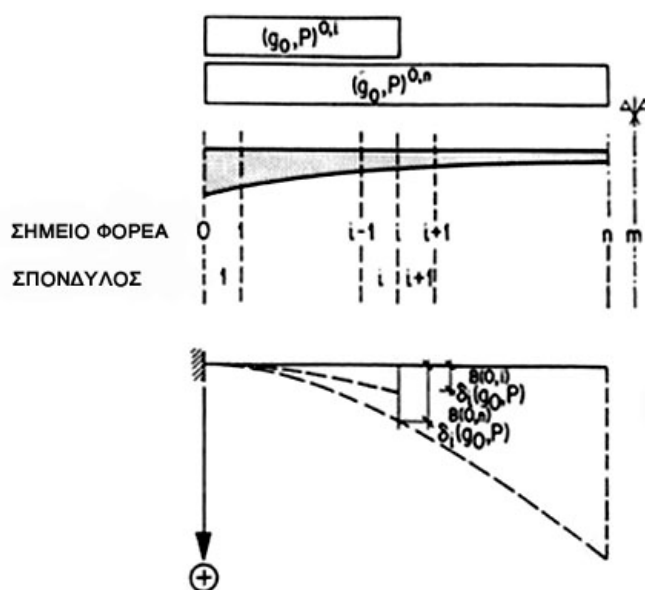
i στο πρώτο τέταρτο του προβόλου $\Delta\varphi \approx 0,1 \cdot \varphi$

i στο τρίτο τέταρτο του προβόλου $\Delta\varphi \approx 0,05 \cdot \varphi$

i στο τέλος του προβόλου $\Delta\varphi = 0$

Η προένταση P λαμβάνεται υπόψη με το μέσο όρο της φάσεως κατασκευής από το σημείο i έως n . Στο στάδιο αυτό κατασκευής λαμβάνονται ακόμη υπόψη οι καθιζήσεις του εδάφους και οι παραμορφώσεις του βάθρου που σημειώνονται

στο διάστημα από την κατασκευή του σημείου i μέχρι τη σκυροδέτηση της κλείδας.

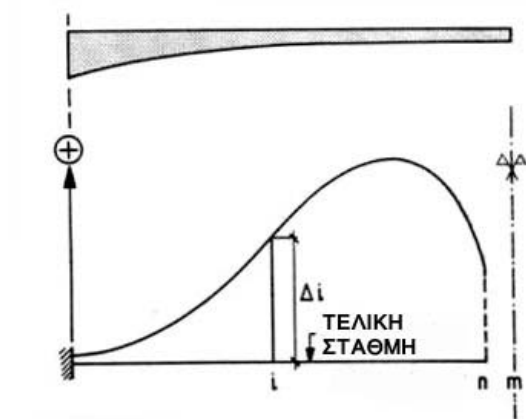


Σχήμα 5.5.8.3.(2)

- (3) Για τη βύθιση δ_i^F , δηλαδή τη βύθιση στον πρόβολο λόγω της σκυροδέτησης της κλείδας, λαμβάνονται υπόψη:
- Απώλεια προέντασης κατά τη φάση από n μέχρι m
 - Ερπυσμός κατά τη φάση από n μέχρι m
 - Βάρος του σπονδύλου της κλείδας m
 - Οι βυθίσεις αυτές όπως προαναφέρθηκε υπολογίζονται στον πρόβολο.
- (4) Μετά τη σκυροδέτηση της κλείδας, το στατικό σύστημα λαμβάνει την τελική του μορφή. Οι ερπυστικές βυθίσεις από ίδιον βάρος και προένταση προβολοδόμησης υπολογίζονται λαμβάνοντας υπόψη την ανακατανομή των εντατικών μεγεθών. Όλες οι άλλες βυθίσεις υπολογίζονται στην τελική μορφή του στατικού συστήματος. Στην τελική αυτή φάση προκαλούν βυθίσεις οι παρακάτω παράγοντες:
- Υπολειπόμενος ερπυσμός σχετικά με το ίδιον βάρος και την προένταση της προβολοδόμησης
 - Υπολειπόμενη απώλεια προέντασης προβολοδόμησης
 - Απώλειες προέντασης ανοίγματος και προέντασης συνεχείας
 - Μόνιμα φορτία (πεζοδρόμια κ.λ.π.)
 - Ενδεχομένως τμήμα κινητών φορτίων και ανομοιόμορφη θερμοκρασιακή μεταβολή

- Υπόλοιπα καθιζήσεων και παραμορφώσεων βάθρων μετά τη σκυροδέτηση της κλείδας

Με τον υπολογισμό των υπερυψώσεων σε τέσσερα μέχρι έξι σημεία του προβόλου, χαράσσεται η καμπύλη υπερυψώσεων η οποία γενικά έχει τη μορφή του σχήματος 5.5.8.3.(4).



Σχήμα 5.5.8.3.(4)

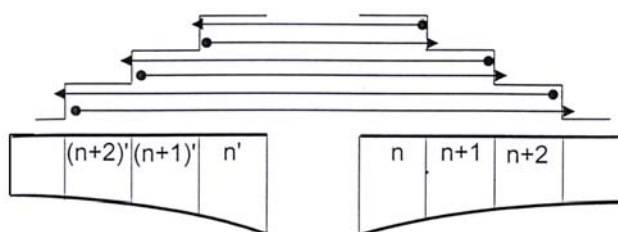
5.5.9. Εβδομαδιαίος κύκλος δραστηριοτήτων

Ένας τυπικός εβδομαδιαίος κύκλος δραστηριοτήτων κατασκευής μπορεί να είναι ως εξής:

α) Συμμετρική Προβολοδόμηση

1. Προένταση, προώθηση φορείου
2. Πέρασμα τενόντων
3. Τοποθέτηση οπλισμού
4. Σκυροδέτηση
5. Σκλήρυνση

Συμμετρική Προβολοδόμηση

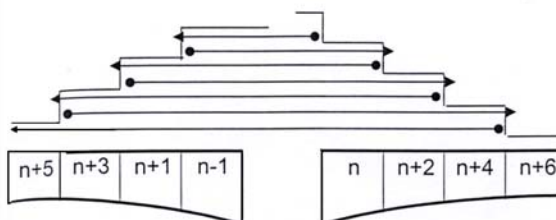


Δε			1		1		
Τρ		2+3				-	
Τε		2+3				2+3	
Πε		-				2+3	
Πα		4				4	7ημ
Σα		5				5	
Κυ		5				5	
Δε		1				1	
Τρ	2+3						-
Τε	2+3						2+3

β) Ασύμμετρη Προβολοδόμηση

1. Προένταση, προώθηση φορείου
2. Πέρασμα τενόντων
3. Τοποθέτηση οπλισμού
4. Σκυροδέτηση
5. Σκλήρυνση

Ασύμμετρη Προβολοδόμηση



Δε			5		2+3		
Τρ		2	5		3		
Τε			1		4		6ημ
Πε		2+3			5		
Πα		3			5	2	
Σα		4			1		
Κυ		5				2+3	
Δε	2	5			3		
Τρ		1			4		
Τε	2+3				5	2	

5.5.10. Πλεονεκτήματα- Μειονεκτήματα της κλασσικής μεθόδου

- (1) Τα πλεονεκτήματα της μεθόδου είναι:
- α) Το κόστος των ικριωμάτων στην κλασσική προβολοδόμηση ανέρχεται συνήθως στο 25% - 35% του συνολικού κόστους της γέφυρας έναντι 40% περίπου σε γέφυρες με συμβατικά ικριώματα και είναι ανεξάρτητο από το ύψος των βάθρων και την τοπογραφία της θέσεως κατασκευής της.
 - β) Ο επαναληπτικός κύκλος δραστηριοτήτων μειώνει σημαντικά το κόστος εργασίας ανά μονάδα υλικών.
 - γ) Το φορείο σκυροδέτησης των σπονδύλων είναι ρυθμιζόμενο και επιδεκτικό πολλαπλών εφαρμογών.
- (2) Τα μειονεκτήματα της μεθόδου είναι:
- α) Η κατασκευή οδών πρόσβασης σε κάθε μεσόβαθρο θα πρέπει να εξασφαλίζει τον εφοδιασμό του συστήματος με τα απαιτούμενα υλικά κατασκευής του φορέα.
 - β) Σημαντικό κόστος μεταφόρτωσης των υλικών ιδιαίτερα στην περίπτωση υψηλών βάθρων.
 - γ) Ανάγκη, μετά την ολοκλήρωση της κατασκευής κάθε φάσεως, καταβιβασμού των φορείων, μεταφοράς τους μέσω του δύσβατου συνήθως εδάφους της χαράδρας στη θέση του επομένου μεσοβάθρου και ανύψωση στη νέα θέση λειτουργίας τους.

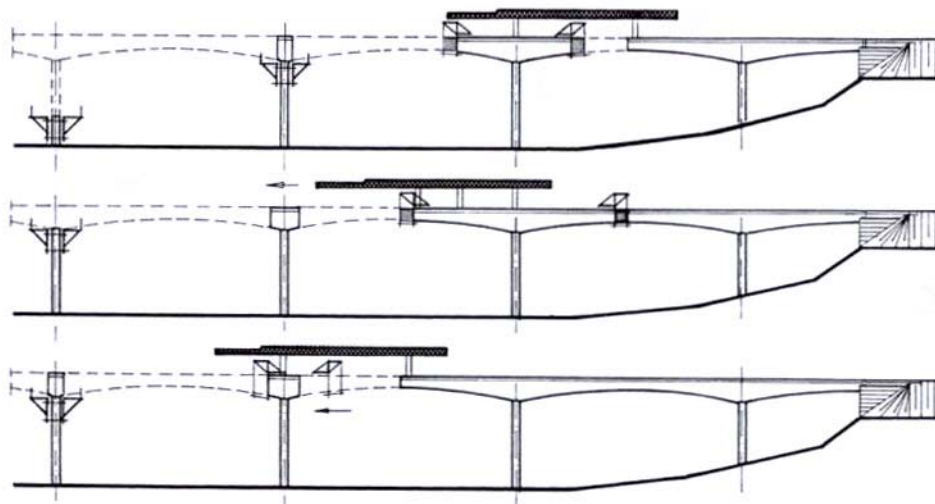
5.5.11. Παραλλαγές της κλασσικής μεθόδου

Για την εξουδετέρωση των προαναφερθέντων μειονεκτημάτων έχουν αναπτυχθεί παραλλαγές της κλασσικής μεθόδου, οι οποίες σε γενικές γραμμές περιγράφονται ως ακολούθως:

- (α) Δόμηση σε πρόβολο με βοηθητικό φορέα [βλέπε σχήμα 5.5.11.α].

Με τη μέθοδο αυτή επιτυγχάνεται:

- Μεταφορά προσωπικού και υλικών μέσω του ήδη κατασκευασθέντος τμήματος του φορέα καθώς και του βοηθητικού φορέα.
- Απλή μετάθεση των φορείων σκυροδέτησης στο επόμενο μεσόβαθρο μέσω του βοηθητικού φορέα.



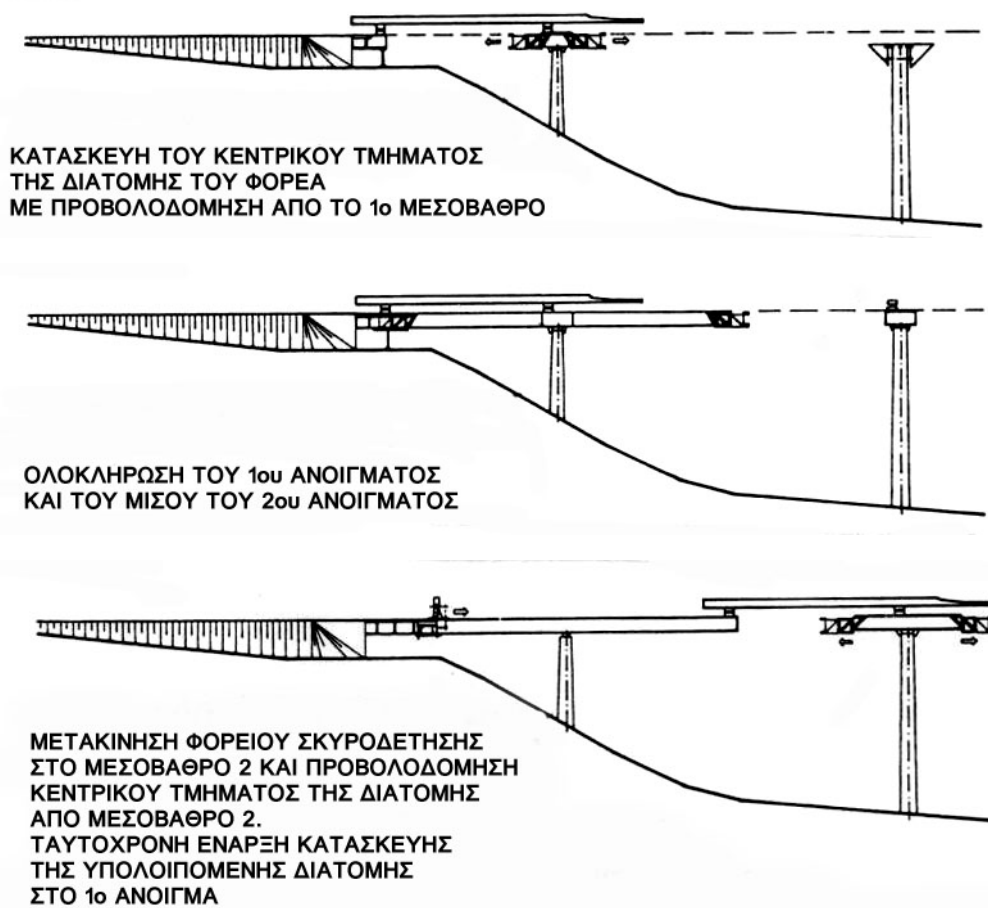
Σχήμα 5.5.11.α

- (β) Δόμηση σε πρόβολο με βοηθητικό φορέα όπως και στην περίπτωση (α), αλλά κατασκευή της διατομής σε δύο φάσεις με τη βοήθεια ενός προσθέτου φορείου

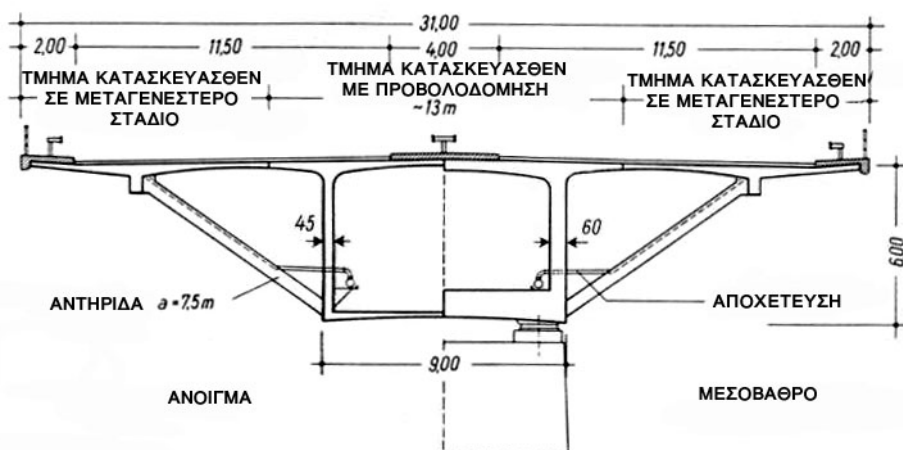
Σε πρώτη φάση κατασκευάζεται, κατά τα γνωστά, το κεντρικό τμήμα της διατομής (κιβώτιο) και σε δεύτερη φάση με το πρόσθετο φορείο οι πρόβολοι του κιβωτίου και οι αντηρίδες. Η μέθοδος είναι ιδιαίτερα κατάλληλη για την κατασκευή φορέων διατομής μεγάλου πλάτους, όταν για οποιονδήποτε λόγο δεν έχει προκριθεί η λύση των ανεξαρτήτων φορέων ανά κλάδο οδού.

Στα σχήματα 5.5.11.β1 και 5.5.11.β2 δίνεται παραστατικά η εφαρμογή της μεθόδου.



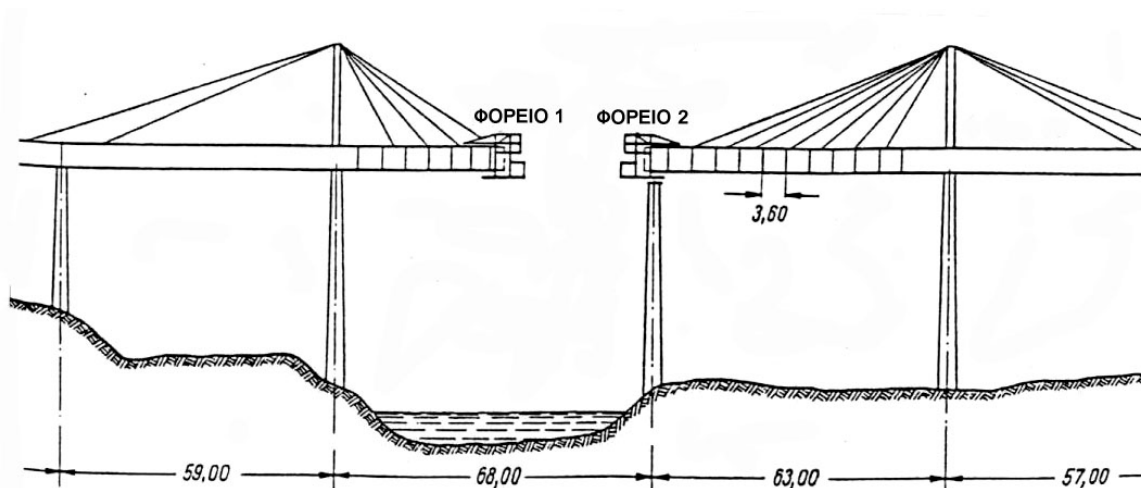


Σχήμα 5.5.11.β1



Σχήμα 5.5.11.β2

- (γ) Στις περιπτώσεις κατά τις οποίες έχει προδιαγραφεί φορέας σταθερού ύψους και επειδή δεν είναι δυνατή η παραλαβή της αναπτυσσόμενης στη θέση του μεσοβάθρου ροπής προβόλου, γίνεται χρήση καλωδίων ανάρτησης και βοηθητικού πυλώνα [βλέπε σχήμα 5.5.11.(γ)].



Σχήμα 5.5.11.γ

5. 6. ΜΕΘΟΔΟΣ ΣΤΑΔΙΑΚΗΣ ΠΡΟΩΘΗΣΗΣ

5.6.1. Γενική περιγραφή

- (1) Πρόκειται για μέθοδο αναπτυχθείσα από τους W. Baur – F. Leonhardt στις αρχές της δεκαετίας 1960 και κατοχυρωθείσα με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας μέχρι και το 1982. Σταθμό στην ανάπτυξη της μεθόδου αποτελούν οι γέφυρες στους ποταμούς Rio Caroni - Βενεζουέλα 1961 και Inn στο Kufstein της Αυστρίας 1965. Μέχρι σήμερα περισσότερες από 1000 γέφυρες σε όλο τον κόσμο έχουν κατασκευασθεί με τη μέθοδο της προώθησης.
- (2) Στη χώρα μας η μέθοδος έχει εφαρμοσθεί:
 - α) Στην κατασκευασθείσα γέφυρα στον ποταμό Φιλιουρή στην περιοχή της Κομοτηνής κατά μήκος του άξονα της Εγνατίας οδού (βλέπε εικόνες 5.6.1.(2).α1 και α2)
 - β) Στην κατασκευασθείσα γέφυρα Δρυμώνα στον άξονα Π.Α.Θ..Ε.

Σημειώνεται ότι υπό κατασκευή ευρίσκεται μία ακόμη γέφυρα στον άξονα της Αττικής οδού.

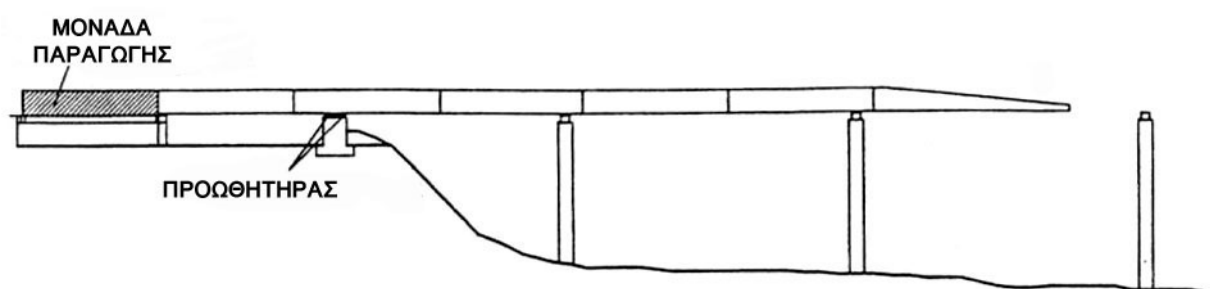


Εικόνα 5.6.1.(2).α1



Εικόνα 5.6.1.(2).α2

- (3) Η μέθοδος συνίσταται στην προοδευτική κατασκευή του φορέα κατά σπονδύλους 15 -30m και την εν συνεχεία προώθησή τους συνήθως από το ένα ακρόβαθρο [βλέπε σχήμα 5.6.1.(3)].



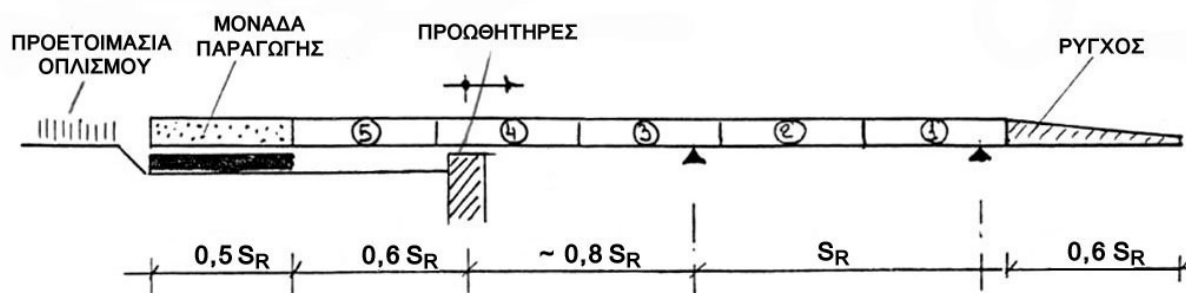
Σχήμα 5.6.1.(3)

5.6.2. Βασικά χαρακτηριστικά της μεθόδου

Τα βασικά χαρακτηριστικά της μεθόδου είναι (βλέπε σχήμα 5.6.2):

- (α) Σκυροδέτηση κάθε σπονδύλου παραπλεύρως του προηγούμενου.

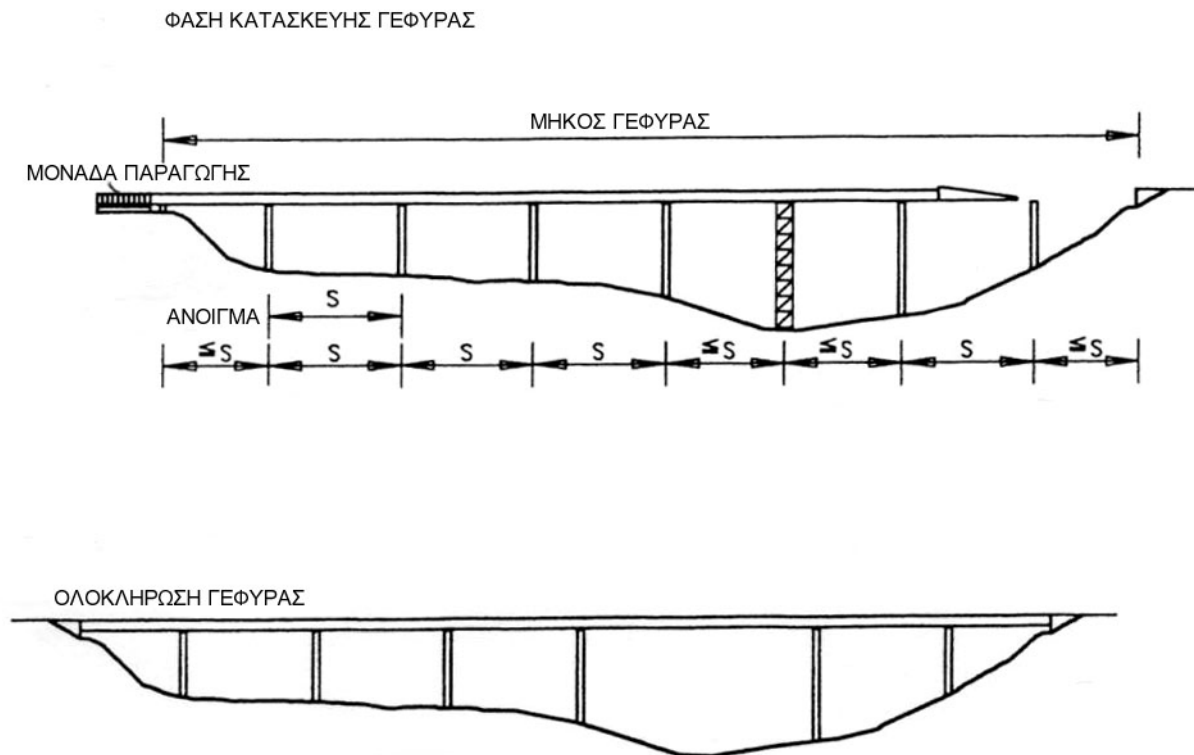
- β) Μήκος του σπονδύλου, που ταυτίζεται με το βήμα προώθησης, συνήθως 50% του ανοίγματος.
- γ) Χρόνος κατασκευής κάθε σπονδύλου 1 εβδομάδα, ανεξάρτητα από το μήκος του.
- δ) Μόνιμες εγκαταστάσεις παραγωγής (γερανός, μόρφωση οπλισμών, συγκρότημα σκυροδέτησης).
- ε) Απόσταση του μετώπου της κλίνης σκυροδέτησης κατά κανόνα από τον άξονα του ακρόβαθρου $1,2 \cdot 1_T$, όπου 1_T το βήμα προώθησης.
- στ) Προωθητήρας τοποθετημένος κατά κανόνα στο ακρόβαθρο
- ζ) Μήκος ρύγχους συνήθως 60% του τυπικού ανοίγματος.



Σχήμα 5.6.2

5.6.3. Περιοχή εφαρμογής της μεθόδου

- (1) Το μέγιστο επιτευχθέν μήκος γέφυρας που κατασκευάστηκε με τη μέθοδο αυτή είναι της τάξεως 1200m (προώθηση από τα δύο ακρόβαθρα και σύνδεση των δύο τμημάτων). Σύννηθες μέγιστο μήκος γέφυρας 600m.
- (2) Τα μήκη των επί μέρους ανοιγμάτων κυμαίνονται από 30 – 60m. Με χρήση βοηθητικού μεσοβάθρου μπορεί το μήκος του ανοίγματος να φθάσει τα 80m [βλέπε σχήμα 5.6.3.(2)].
- (3) Η κατά μήκος κλίση της ερυθράς πρέπει να είναι $\leq 4\%$. Σημειώνεται ότι η μέθοδος έχει χρησιμοποιηθεί και σε χαράξεις με κατά μήκος κλίσεις ερυθράς 7%.



Σχήμα 5.6.3.(2)

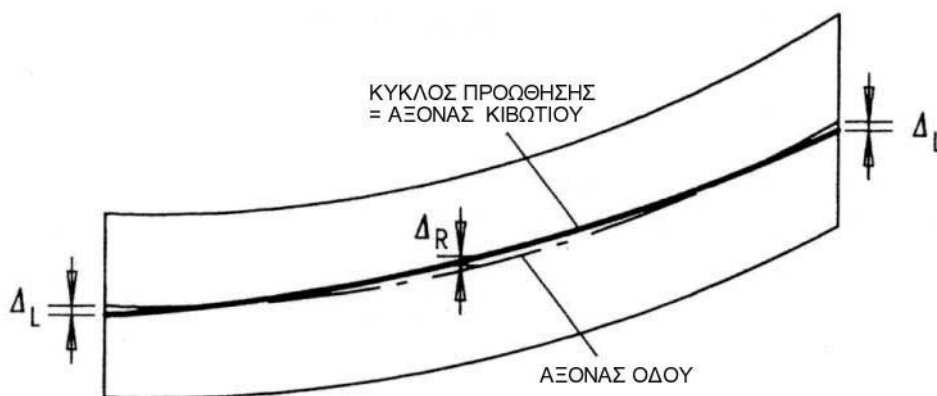
- (4) Ιδανική εφαρμογή έχει η μέθοδος σε ευθύγραμμες και κυκλικές χαράξεις. Σημειώνεται όμως ότι είναι δυνατή η εφαρμογή της και σε κλωθοειδείς, όπως περιγράφεται παρακάτω.

Οι εφαρμοζόμενες σήμερα χαράξεις οδών είναι τόσο τεταμένες ώστε οι αποκλίσεις μεταξύ της κλωθοειδούς και του κύκλου της προώθησης είναι μικρές [βλέπε σχήμα 5.6.3.(4)α].

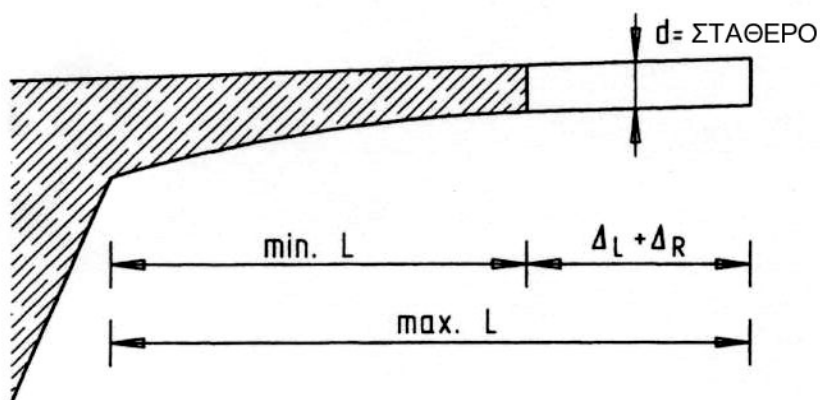
Σημειώνεται ότι στις περιπτώσεις αυτές το κιβώτιο κατασκευάζεται σαν τμήμα κύκλου (ο κύκλος προώθησης αφορά το κιβώτιο) και οι προκύπτουσες διαφορές μεταξύ κλωθοειδούς και κύκλου εξισώνονται με αντίστοιχη μεταβολή του πλάτους της πάνω πλάκας [βλέπε σχήμα 5.6.3.(4)β]. Τονίζεται ότι εάν οι αποκλίσεις υπερβαίνουν το 0,75m -1,0m, τότε η εξίσωσή τους με αντίστοιχη μεταβολή του πλάτους της πάνω πλάκας του κιβωτίου είναι δύσκολη. Στην περίπτωση αυτή είναι δυνατόν τη λύση να δώσει η προώθηση από τα δύο ακρόβαθρα της γέφυρας, εφόσον βέβαια και το μήκος της συνηγορεί σ' αυτή τη μεθοδολογία.

Από μηχανομητική άποψη, σε περίπτωση κατά την οποία η γέφυρα ευρίσκεται εν μέρει σε ευθύγραμμο τμήμα και εν μέρει σε καμπύλη συναρμογής (τόξο κύκλου), τότε η μέθοδος μπορεί να εφαρμοσθεί εφόσον και πάλι η προώθηση πραγματοποιηθεί από δύο πλευρές και γίνει σύνδεση των δύο τμημάτων [βλέπε σχήμα 5.6.3.(4)γ]. Σε περίπτωση κατά την οποία οι διαφορές μεταξύ της μηχανομητικής της γέφυρας και του κύκλου προώθησης είναι της τάξεως λίγων

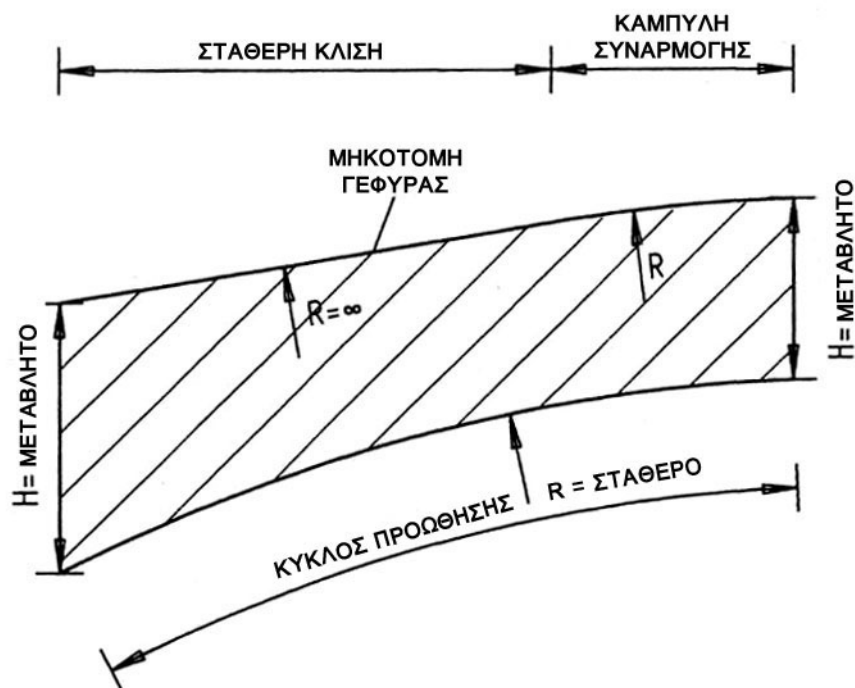
χιλιοστών του μέτρου, δεν προκύπτει σοβαρό πρόβλημα. Για μεγαλύτερες αποκλίσεις, θεωρητικά είναι δυνατή η εξίσωση των αποκλίσεων με αντίστοιχη μεταβολή του ύψους του φορέα, γεγονός που έχει συνέπειες στο καλούπτι και κατ' επέκταση στο όλο κόστος κατασκευής.



Σχήμα 5.6.3.(4)α



Σχήμα 5.6.3.(4)β

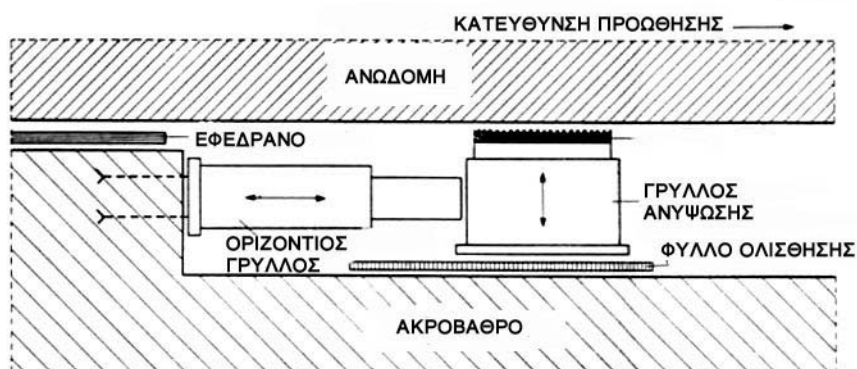


Σχήμα 5.6.3.(4)γ

5.6.4. Γενική διάταξη του συστήματος

5.6.4.1. Προωθητήρες

- (1) Οι προωθητήρες, κατά κανόνα, εδράζονται στο ακρόβαθρο. Κατ' εξαίρεση είναι δυνατό να τοποθετηθούν και στο 1ο μεσόβαθρο. Αποτελούνται από ένα ανυψωτήρα (γρύλο κατακόρυφης διαδρομής) που ολισθαίνει πάνω σ' ένα φύλλο ολίσθησης (Teflon) με χαμηλό συντελεστή τριβής, τάξεως 3%. Το κατακόρυφο έμβολο εφαρμόζει στο πέλμα του προωθούμενου φορέα. Μία αδρής επιφανείας χαλύβδινη πλάκα εφαρμοσμένη στην κεφαλή του εμβόλου, επιτρέπει την ανάπτυξη τριβής τάξεως 70% [βλέπε σχήμα 5.6.4.1.(1)]



Σχήμα 5.6.4.1.(1)

- (2) Οριζόντιοι γρύλοι, αρθρωτά συνδεδεμένοι με τους κατακόρυφους, τους ωθούν προς τα εμπρός και δια μέσου αυτών ωθούν το φορέα. Το βήμα κάθε ώθησης είναι της τάξεως των 20 έως 25cm. Η προώθηση μιας μονάδας 20 έως 30 μέτρα διαρκεί 2 έως 3 ώρες. Μετά από κάθε βήμα, ο κατακόρυφος γρύλος κατεβαίνει και ο οριζόντιος κινείται προς τα πίσω. Στη φάση αυτή ο φορέας εδράζεται στα εφέδρανα παγίωσης. Η όλη διαδικασία εμφανίζεται στο σχήμα 5.6.4.1.(2).

Ο συντελεστής τριβής είναι ίσος προς 0,70 (οριακή τιμή). Λαμβανομένου υπόψη ενός συντελεστού ασφαλείας 1,4, ο ωφέλιμος λειτουργικός συντελεστής τριβής ανέρχεται σε 0,50.

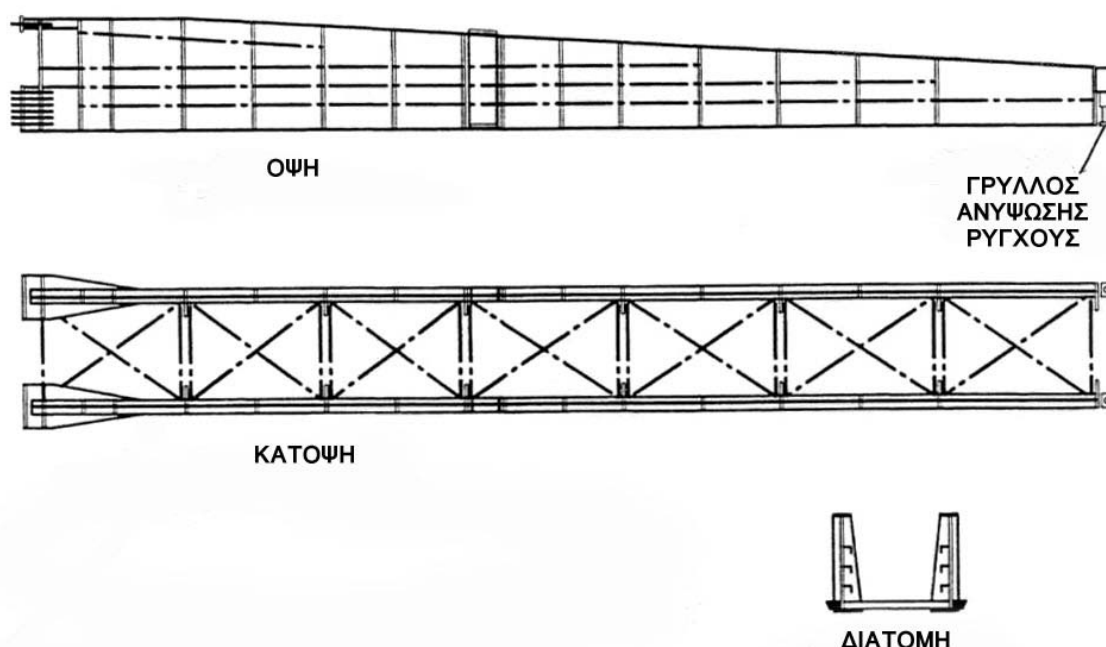
5.6.4.2. Χαλύβδινο ρύγχος

- (1) Το μήκος του είναι της τάξεως του 60% του τυπικού ανοίγματος. Μικρότερο μήκος συνεπάγεται αύξηση της ροπής στήριξης, της απαιτούμενης προέντασης και των θλιπτικών τάσεων στην κάτω πλάκα [βλέπε και πίνακα 5.6.10.2.(4), στήλη min M].

Μεγαλύτερο μήκος μειώνει τη ροπή στήριξης, δεν μειώνει όμως ουσιαστικά την προένταση.

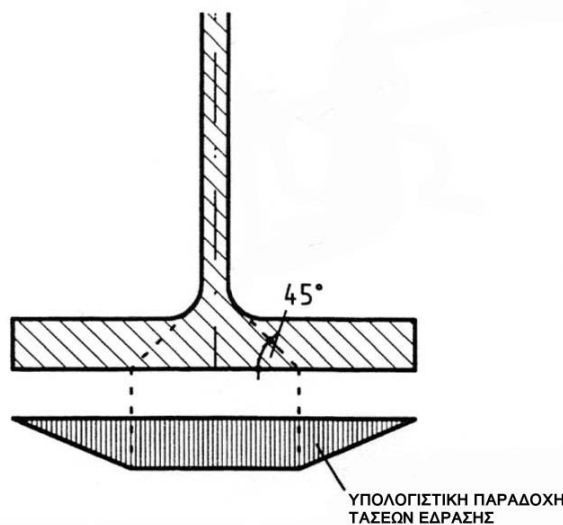
Σημειώνεται ότι το κόστος του ρύγχους, μαζί με το κόστος της διάταξης προώθησης, αποτελούν το σημαντικότερο τμήμα της επένδυσης που απαιτείται για την εφαρμογή της μεθόδου.

- (2) Οι διαμήκεις δοκοί του ρύγχους μορφώνονται κατά κανόνα σαν ολόσωμες διατομές, όντας οικονομικότερες από τις δικτυωτές.
- (3) Συνιστάται το ρύγχος να είναι εύστρεπτο, δηλαδή να μην υπάρχει ο πάνω οριζόντιος αντιανέμιος καθώς και διαφραγματική λειτουργία μέσω αντιανεμίων, ώστε να μην καταπονείται υπέρμετρα σε περίπτωση ανισοσταθμίας των εφεδράνων. Επιπλέον, ο πρόβολος γίνεται οικονομικότερος και τροποποιείται ευκολότερα σε περίπτωση επαναχρησιμοποίησης. Η εγκάρσια σύνδεση πραγματοποιείται με λειτουργία ημιπλαισίου [βλέπε σχήμα 5.6.4.2.(3)].



Σχήμα 5.6.4.2.(3).

- (4) Το πάχος του κορμού είναι κατ' ελάχιστο 20mm, καθοριζόμενο από κριτήρια ύβωσης. Κατακόρυφα μέλη ακαμψίας τερματίζουν πάντα προ του κάτω πέλματος.
- (5) Το πλάτος και το πάχος του κάτω πέλματος προσδιορίζονται με κριτήρια την αναλαμβανομένη εφελκυστική δύναμη, τις επιτρεπόμενες τάσεις διαστασιολόγησης των πλακών ολίσθησης και τις τάσεις κάμψης κατά την εγκάρσια διεύθυνση. Συνήθως εκλέγεται πλάτος κάτω πέλματος ~300mm. Η ελαστική υποχωρητικότητα του κάτω πέλματος κατά την εγκάρσια διεύθυνση λαμβάνεται υπόψη με την παραδοχή γραμμικής μείωσης των αναπτυσσομένων τάσεων προς τα έξω [βλέπε σχήμα 5.6.4.2.(5)]

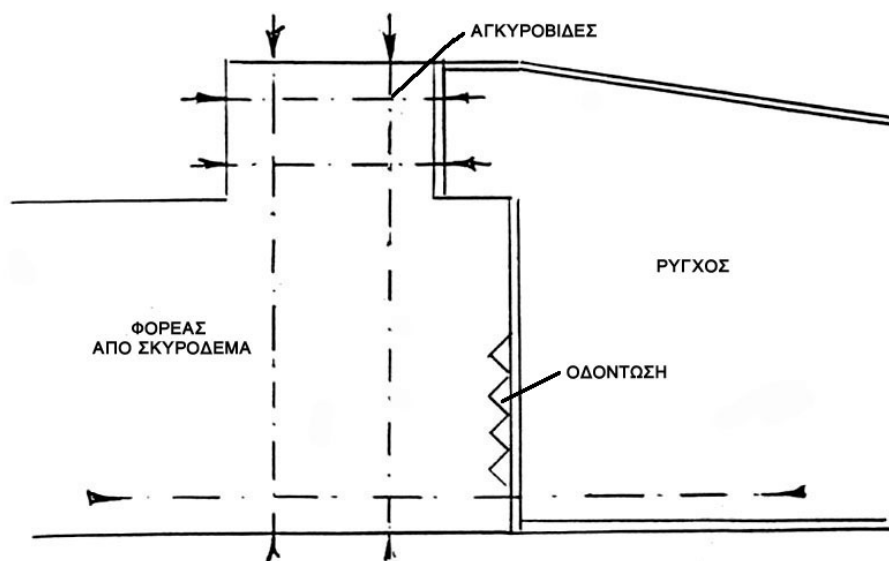


Σχήμα 5.6.4.2.(5)

- (6) Οι ενώσεις του ρύγχους πραγματοποιούνται με προεντεταμένους, φρεζαριστούς κοχλίες.
- (7) Το ρύγχος τοποθετείται εμπρός από την κλίνη και ο πρώτος σπόνδυλος σκυροδετείται σε επαφή.

Η συρραφή του ρύγχους πραγματοποιείται με προεντεταμένες αγκυρόβιδες τύπου Dywidag (4,0m μέσα στον φορέα, 0,5m στο ρύγχος). Στα πρώτα 5 έως 6 μέτρα, οι κορμοί του κιβωτίου του φορέα της γέφυρας διαπλάτυνονται ώστε να εγκιβωτισθούν οι αγκυρόβιδες. Οι αγκυρόβιδες είναι ελεύθερες, χωρίς τσιμεντένεμα, ώστε να μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν. Απλά προστατεύονται με αντισκωριακή επάλειψη.

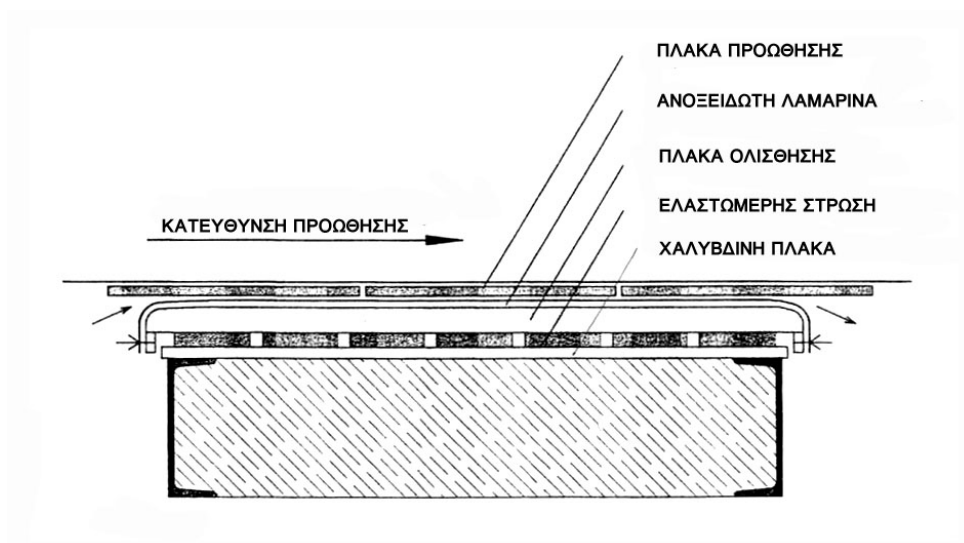
Η ανάληψη της τέμνουσας γίνεται με πρόβολο σκυροδέματος και οδόντωση [βλέπε σχήμα 5.6.4.2.(7).]



Σχήμα 5.6.4.2.(7)

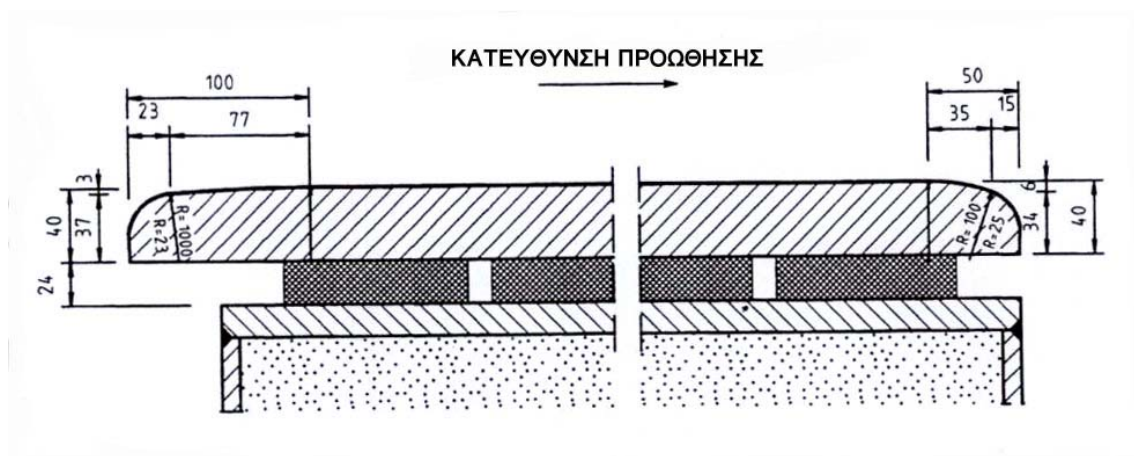
5.6.4.3. Προσωρινά εφέδρανα προώθησης

- (1) Τα προσωρινά εφέδρανα προώθησης κατασκευάζονται πλέον εξωτερικά-πλευρικά από συγκολλούμενα πλαίσια σιδηροδοκών τα οποία εσωτερικά πληρούνται με σκυρόδεμα. Στην πάνω επιφάνεια του με τον προαναφερθέντα τρόπο σχηματιζόμενου κιβωτίου συγκολλάται χαλύβδινη πλάκα ικανού πάχους.



Σχήμα 5.6.4.3.(1)

- (2) Επί του κιβωτίου τοποθετείται ελαστομερής στρώση πάχους 20-50mm, ώστε να υπάρχει μία ελαστικότητα στην έδραση του φορέα. Επί της στρώσεως αυτής τοποθετείται μία χαλύβδινη πλάκα ολίσθησης, πλανισμένη, της οποίας τα άκρα διαμορφώνονται όπως φαίνεται στο σχήμα 5.6.4.3.(2)α. Οι σημειούμενες διαστάσεις είναι οι ελάχιστες απαιτούμενες για ασκούμενη πίεση πάνω στην πλάκα ολίσθησης μέχρι 13N/mm^2 . Το πάχος της πλάκας είναι 40mm και το είδος του χάλυβα St 52.



Σχήμα 5.6.4.3.(2)α

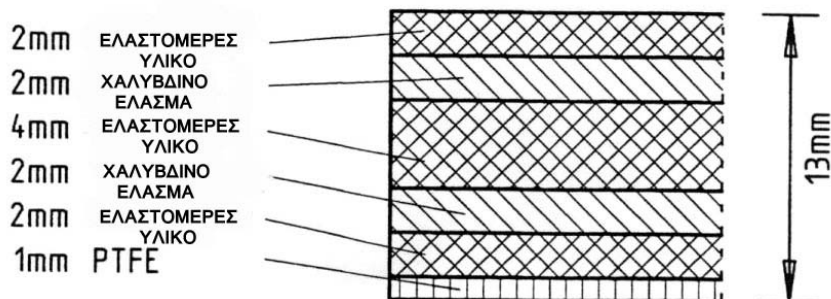
Η χαλύβδινη πλάκα ολίσθησης επικαλύπτεται με ανοξείδωτη λαμαρίνα πάχους 1mm και μέγιστο βάθος τραχύτητας 1mm. Κατά τη φάση της προώθησης το κενό μεταξύ χαλύβδινης πλάκας και κάτω πέλματος φορέως τροφοδοτείται με τις αποκαλούμενες πλάκες προώθησης.

Οι πλάκες προώθησης είναι ελαστομερείς οπλισμένες πλάκες, των οποίων η κάτω επιφάνεια (η επαπτόμενη με τη χαλύβδινη επιφάνεια) είναι εφοδιασμένη με μία στρώση PTFE. Το συνολικό πάχος τους ανέρχεται σε 13mm [βλέπε σχήμα 5.6.4.3.(2)β]. Τονίζεται ότι για να μην έχουμε υπέρβαση της μέγιστης επιτρεπόμενης τριβής 4%, πρέπει η στρώση PTFE να αποτελείται από καθαρό καινούργιο υλικό και να γίνεται προσεκτική λίπανση. Τα ενσωματωμένα χαλύβδινα ελάσματα πρέπει να παρουσιάζουν υψηλό όριο διαρροής ώστε να αποφεύγονται μόνιμες παραμορφώσεις. Το ελαστομερές υλικό θα πρέπει να παρουσιάζει σκληρότητα 60 Shore.

Πλάκες προώθησης κατασκευάζονται πρακτικά σε όλες τις διαστάσεις. Η διαστασιολόγησή τους γίνεται επίσης με επιτρεπόμενη τάση 13N/mm^2 .

Σημειώνεται ότι το πλάτος τους καθορίζεται ανάλογα με το πλάτος του κορμού του κιβωτίου του φορέα της γέφυρας και το πλάτος του προσωρινού εφεδρικού προώθησης. Το μήκος τους όμως δεν θα πρέπει να υπερβαίνει τα 30cm ώστε να είναι εύκολος ο χειρισμός τους. Σε γέφυρες μέχρι 500m δεν χρειάζεται

αλλαγή των πλακών προώθησης. Σε μεγαλύτερες γέφυρες τα φύλλα των πρώτων βάθρων φθείρονται και χρειάζονται αλλαγή.



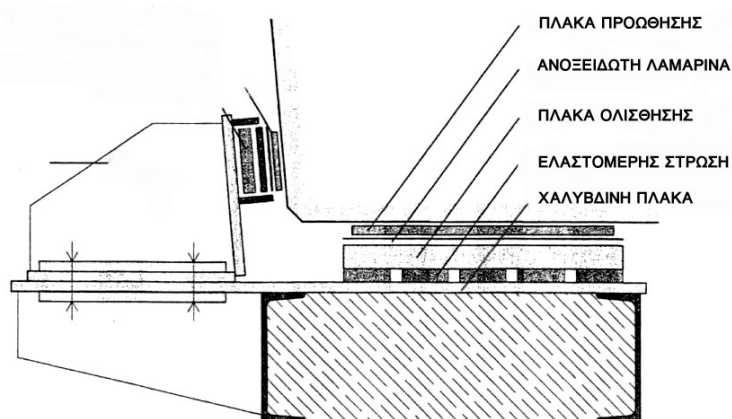
Σχήμα 5.6.4.3.(2)β

- (3) Οι πλευρικοί οδηγοί τοποθετούνται μόνο στην κάτω πλευρά του κεκλιμένου κιβωτίου και σχεδιάζονται βασικά κατά τον ίδιο τρόπο [βλέπε σχήμα 5.6.4.3.(3)].

Σημειώνεται ότι κατά την εγκάρσια διεύθυνση και στο ύψος των πλευρικών οδηγών, θα λαμβάνεται υπόψη ένα πρόσθετο οριζόντιο φορτίο ίσο προς $V/100$ (V η κατακόρυφη αντίδραση).

Το φορτίο αυτό θα συνδυάζεται κατά τον δυσμενέστερο τρόπο με τα φορτία από άνεμο και ενδεχομένως με τα φορτία από εγκάρσια κλίση του φορέα, από καμπυλότητα κ.λ.π., θα λαμβάνεται υπόψη συντελεστής ασφαλείας 1,2 για την περίπτωση κατά την οποία ένας πλευρικός οδηγός τίθεται εκτός λειτουργίας.

Για τη θεμελίωση ισχύουν οι απαιτήσεις της περίπτωσης φόρτισης 3 κατά DIN 1054



Σχήμα 5.6.4.3.(3)

- (4) Υπολογισμός των εφεδράνων προώθησης γίνεται σύμφωνα προς τους ισχύοντες κανονισμούς εφεδράνων και τις οδηγίες που συνοδεύουν την άδειά τους. Οι απαιτήσεις βέβαια σε ανθεκτικότητα μπορεί να είναι περιορισμένες.

5.6.4.4. Μόνιμα εφέδρανα

- (1) Τα μόνιμα εφέδρανα τα οποία χρησιμοποιούνται στο τελικό στάδιο των γεφυρών που κατασκευάζονται με τη μέθοδο της σταδιακής προώθησης δεν διαφοροποιούνται από τα εφέδρανα τα οποία χρησιμοποιούνται σε γέφυρες που κατασκευάζονται με άλλες μεθόδους, αλλά λόγω της προώθησης και της εκ των υστέρων τοποθετήσεώς των, προκύπτουν ιδιαιτερότητες, κυρίως όσον αφορά την αγκύρωσή τους, οι οποίες θα πρέπει να προσεχθούν τόσο κατά τον υπολογισμό όσο και κατά το στάδιο της κατασκευής.

- (2) Ενώ με τις άλλες μεθόδους κατασκευής (εκτός επίσης από τη μέθοδο των προκατασκευασμένων δοκών) ο φορέας σκυροδετείται επί των ήδη τοποθετηθέντων εφεδράνων, στη μέθοδο της προώθησης απαιτείται η κατασκευή στρώσεως από κονία μεταξύ της πάνω επιφανείας των εφεδράνων και της κάτω επιφανείας του φορέα, ελαχίστου πάχους 20mm

Λόγω του γεγονότος ότι η κάτω επιφάνεια του φορέα παρουσιάζει εγκάρσια κλίση ενώ η πάνω πλευρά του εφεδράνου πρέπει να είναι οριζόντια, προκύπτει μεταβλητού πάχους στρώση κονίας.

Π.χ. για εγκάρσια κλίση 3%, κατά μήκος κλίση 5%, μήκος πλευράς εφεδράνου 1,20m προκύπτει υψομετρική διαφορά $\Delta H = \frac{(5+3)}{100} * 120 = 9,6 \text{ cm}$. Λαμβάνοντας

υπόψη ότι το ελάχιστο πάχος της στρώσεως της κονίας είναι 2,0cm, το πάχος της στη δυσμενέστερη γωνία του εφεδράνου προκύπτει $9,6+2,0=11,6\sim 12,0\text{cm}$. Με τις εφαρμοζόμενες σήμερα κονίες δεν αποτελεί πρόβλημα η κατασκευή μιας τέτοιας στρώσεως.

- (3) Ο ακριβής προσδιορισμός της θέσεως των εφεδράνων δεν είναι εκ των προτέρων γνωστός.

Σε γέφυρα π.χ. μήκους 500m, η οποία στο ένα ακρόβαθρο εδράζεται επί σταθερού εφεδράνου, θερμοκρασιακή διακύμανση 10° προκαλεί μεταβολή του μήκους της $\Delta l = 10.500.103.10^{-5} = 50\text{mm}$. Σημειώνεται ότι οι μεταβολές μήκους λόγω θερμοκρασιακών αιτίων μόνο χονδρικά μπορούν να εκτιμηθούν εκ των προτέρων.

Στις προαναφερθείσες μεταβολές προστίθενται η ελαστική βράχυνση συνεπεία της κεντρικής προέκτασης, καθώς και οι βραχύνσεις λόγω ερπυσμού και συστολής πήξεως παράγοντες οι οποίοι προκαλούν διαφοροποιήσεις που είναι διπλάσιες ή και τριπλάσιες της διαφοροποίησης λόγω της θερμοκρασιακής διακύμανσης.

Έτσι, για τη γέφυρα των 500m μήκους προκύπτει συνολική βράχυνση της τάξεως των 150 - 200mm

Οι βραχύνσεις συνεπεία προέντασης, ερπυσμού και συστολής λόγω πήξης, οι οποίες πρέπει να αναιρούνται με αντίστοιχη αύξηση του μήκους του βήματος προώθησης, θα λαμβάνονται υπόψη με εύρος διακύμανσης $\pm 25\%$ πέραν των ανοχών μέτρησης.

- (4) Διατάξεις οι οποίες χρησιμοποιούνται για την αγκύρωση των εφεδράνων στον φορέα, θα πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τις ανοχές οι οποίες αναφέρθηκαν προηγουμένως.

Οι διαστάσεις των οπών στην κάτω επιφάνεια του φορέα, οι οποίες θα υποδεχθούν τα αγκύρια των εφεδράνων και οι οποίες στη συνέχεια πληρούνται με κατάλληλο ένεμα, προσαυξάνονται λαμβάνοντας υπόψη το εύρος διακύμανσης της θέσεως του εφεδράνου.

Σε περίπτωση κατά την οποία χαλύβδινη πλάκα ενσωματώνεται στην κάτω πλευρά του φορέα κατά τη φάση της σκυροδέτησής του, τότε η σύνδεσή της με το υπόλοιπο εφέδρανο γίνεται μόνο με στεγανωτικές διατάξεις των οποίων οι διαστάσεις προσδιορίζονται (και συνεπώς η κατασκευή τους γίνεται) μετά το τέλος της προώθησης.

Σε όλα σχεδόν τα εφέδρανα ολίσθησης και σε πολλά σταθερά εφέδρανα μπορεί κανείς να παραιτηθεί από διατάξεις αγκύρωσης, εάν προσδιορισθεί η πραγματικά δρώσα οριζόντια δύναμη στον αρμό της κονιάς.

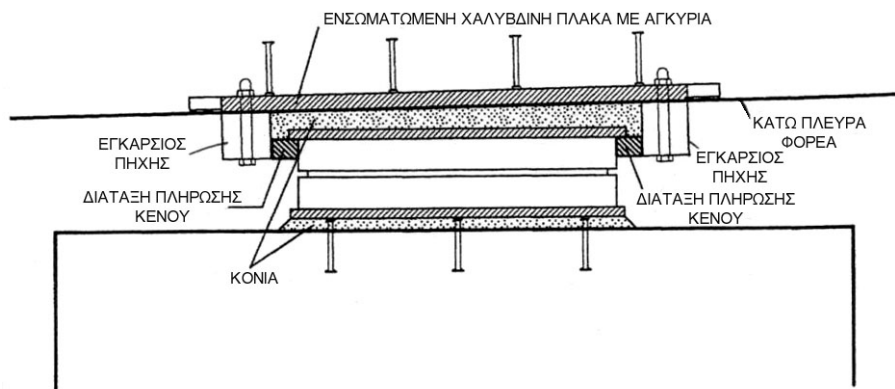
Σε κινητά εφέδρανα η οριζόντια δύναμη H_R η οποία αναπτύσσεται στον αρμό, συνήθως ανέρχεται στο 4% της αντίστοιχης κατακόρυφης αντίδρασης V , ενώ σε εφέδρανα κινητά μόνο κατά μία διεύθυνση, τα οποία πρέπει να παραλάβουν επιπρόσθετα και φορτίσεις λόγω ανέμου, η οριζόντια δύναμη μόνο σε εξαιρετικές περιπτώσεις μπορεί να φτάσει το 10% της αντίστοιχης κατακόρυφης αντίδρασης V . Τέτοιου μεγέθους οριζόντιες δυνάμεις μπορούν να παραληφθούν χωρίς αμφιβολία από τον αρμό κονιάς. Σε σταθερά εφέδρανα μπορεί ο λόγος H/V να υπερβεί την τιμή 0,1.

Σε περιπτώσεις $0,1 \leq H / V \leq 0,2$ τα εφέδρανα εγκιβωτισμένου ελαστομερούς υλικού χρειάζονται ενίσχυση και σε περίπτωση $H / V > 0,2$ απαιτούνται ιδιαίτερες διατάξεις.

Αντίθετα προς την επικρατούσα άποψη, το κάτω όριο του συντελεστή τριβής μεταξύ σκυροδέματος, χαλυβδίνων πλακών και κονιάς, με βάση διεξαχθέντα πειράματα, λαμβάνεται ίσο με 0,60, οπότε υπό λειτουργικά φορτία και συντελεστή ασφαλείας $\gamma=3$, η δυναμένη να αναληφθεί οριζόντια δύναμη H μπορεί να φθάσει το 20% της κατακόρυφης V .

Σε περίπτωση κατά την οποία ο Κ.τ.Ε. απαιτεί την ύπαρξη αγκύρωσης ή $H/V > 0,4$, τότε, όπως φαίνεται στο σχήμα 5.6.4.4.(4), ενσωματώνεται χαλύβδινη

πλάκα με αγκύρια στην κάτω πλευρά του φορέα κατά τη φάση της σκυροδέτησής του και κοχλιώνονται μετά το πέρας της προώθησης εγκάρσιοι πήχεις. Το κενό μεταξύ της ενσωματωμένης χαλύβδινης πλάκας και της άνω επιφανείας του εφεδράνου πληρούται με κονία, καθώς επίσης το διάκενο μεταξύ των εγκαρσίων πήχων.

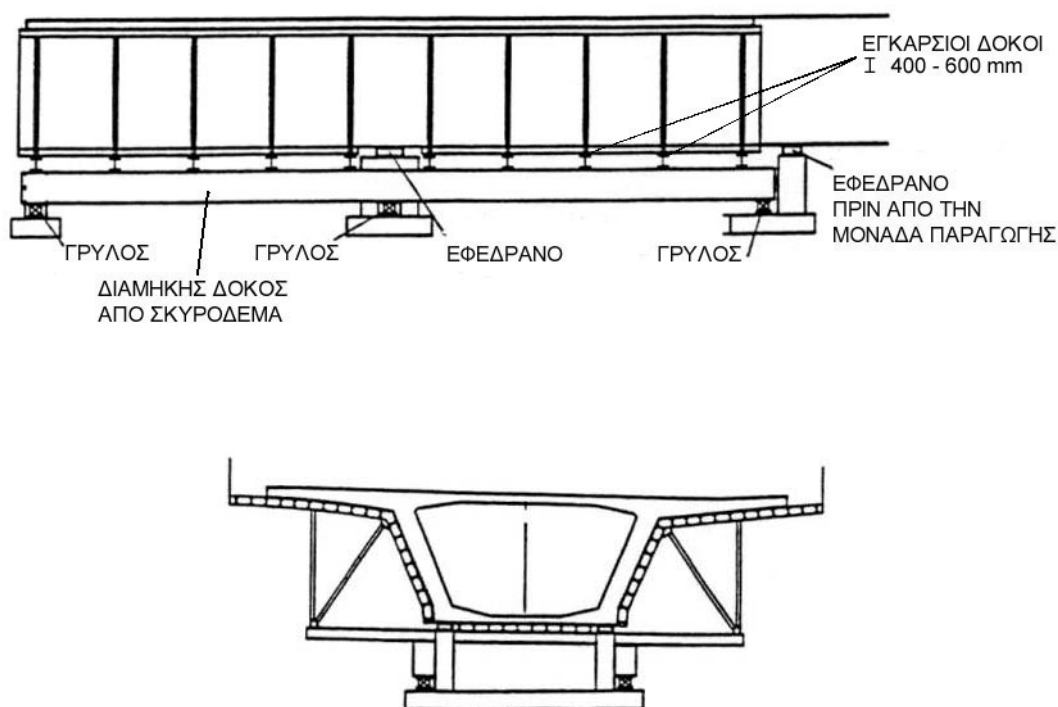


Σχήμα 5.6.4.4.(4)

5.6.4.5. Μονάδα παραγωγής – Ξυλότυπος – Οπλισμοί

- (1) Ο επικρατέστερος σήμερα σχεδιασμός της μονάδας παραγωγής προβλέπει την τοποθέτηση όλου του συστήματος του τυποποιημένου ξυλοτύπου σε εσχάρα δοκών, η οποία έχει τη δυνατότητα κατακόρυφης μετακίνησής της με τη βοήθεια γρύλων και της οποίας η παραμόρφωση υπό τα φορτία σκυροδέτησης κ.λ.π. πρέπει να είναι μικρότερη του 1mm. Για το λόγο αυτό οι εγκάρσιοι δοκοί της εσχάρας είναι χαλυβδοδοκοί, μορφής **H** ύψους 400mm~600mm οι οποίοι με τη σειρά τους εδράζονται σε διαμήκεις δύσκαμπτες δοκούς κατασκευαζόμενες επί τόπου από οπλισμένο ή και από προεντεταμένο σκυρόδεμα σε περίπτωση μεγαλύτερων φορτίων [βλέπε σχήμα 5.6.4.5.(1)].

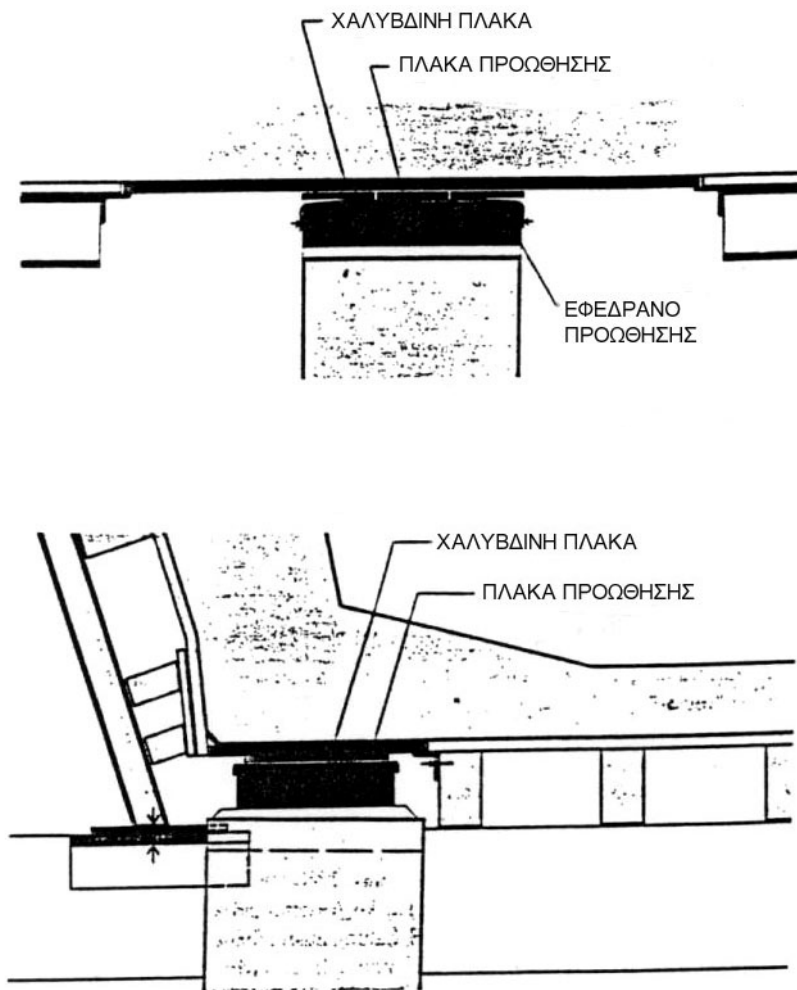
Σημειώνεται ότι η μονάδα παραγωγής απαιτεί ένα βάθος τάξεως 1,5m μεταξύ κάτω πλάκας φορέα και εκσκαφής, στοιχείο που πρέπει να ληφθεί υπόψη στο σχεδιασμό της.



Σχήμα 5.6.4.5.(1)

- (2) Η διαδρομή των γρύλων για την κατακόρυφη μετακίνηση του ξυλοτύπου είναι συνήθως 150 έως 200mm, ώστε να απομένει ικανοποιητικό διάκενο μεταξύ του ξυλοτύπου και του σκυροδετηθέντος βήματος και να αποφεύγεται το φρακάρισμα κατά τη διάρκεια της προώθησής του.
- (3) Τα βοηθητικά εφεδράνα της μονάδας παραγωγής τοποθετούνται κάτω από τους κορμούς του κιβωτίου. Λεπτομέρειες των εφεδράνων αυτών σε διαμήκη και εγκάρσια τομή παριστάνονται στο σχήμα 5.6.4.5.(3). Σημειώνεται ότι το πέτσωμα στην περιοχή υπεράνω των εφεδράνων αντικαθίσταται με χαλύβδινη πλάκα St 52 πάχους 25mm της οποίας το μήκος καθορίζεται κατά τρόπο που να επιτρέπεται η τροφοδότηση των εφεδράνων με πλάκες προώθησης.

Μετά τον καταβιβασμό του ξυλοτύπου και την έναρξη της προώθησης, ύστερα από διαδρομή 1m περίπου, οι χαλύβδινες πλάκες απομακρύνονται, οπότε η τροφοδοσία του εφεδράνου πρέπει να γίνεται με πλάκες προώθησης πάχους αυξημένου κατά το πάχος των χαλύβδινων πλακών που απομακρύνθηκαν.



Σχήμα 5.6.4.5.(3).

- (4) Τα εφέδρανα τα οποία βρίσκονται πριν από τη μονάδα παραγωγής [βλέπε σχήμα 5.6.4.5.(1)] τοποθετημένα πάνω σε βάθρο από σκυρόδεμα είναι εφέδρανα προώθησης όμοια με τα περιγραφόμενα στην παράγραφο 5.6.4.3.

Ο ρόλος τους είναι η σταθεροποίηση κατά την οριζόντια και κατακόρυφη διεύθυνση των περάτων των βημάτων κατά τη φάση της προώθησης.

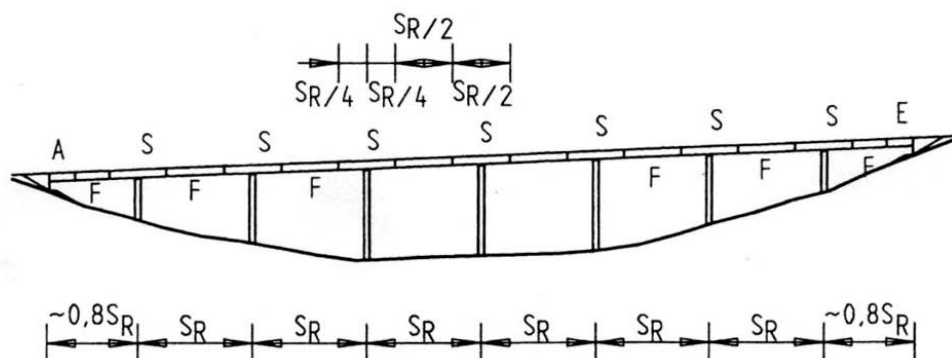
Η απόσταση στην οποία τοποθετούνται από τη μονάδα παραγωγής καθορίζεται κατά τρόπο ώστε να είναι δυνατή η τροφοδοσία με πλάκες ολίσθησης. Λόγω του σημαντικού ρόλου στην όλη παραγωγική διαδικασία, πρέπει να ελέγχονται συνεχώς έναντι καθιζήσεων και παραμορφώσεων.

- (5) Ο οπλισμός συνήθως προκατασκευάζεται πριν την κλίνη σκυροδέτησης και σύρεται με την προώθηση.

5.6.5. Καθορισμός μήκους βήματος προώθησης.

- (1) Κατά τον καθορισμό του μήκους βήματος προώθησης θα λαμβάνονται υπόψη οι παρακάτω κανόνες:

- α) Το μήκος του βήματος πρέπει να καθορίζεται όσο μεγαλύτερο γίνεται αλλά όχι μεγαλύτερο από αυτό που μπορεί να κατασκευασθεί εντός μιας εβδομάδας. Στην πράξη έχει αποδειχθεί ότι βήματα μήκους μέχρι 30m για πλάτος γέφυρας μέχρι 20m μπορούν να κατασκευασθούν εντός μιας εβδομάδας.
- β) Κατά την κατασκευή της γέφυρας θα πρέπει να επιδιώκεται όσο είναι δυνατόν μεγάλος αριθμός βημάτων προώθησης με ίδιο μήκος.
- γ) Οι αρμοί μεταξύ των βημάτων προώθησης δεν πρέπει να βρίσκονται στις περιοχές των μεγάλων ροπών, δηλαδή δεν πρέπει να βρίσκονται στην περιοχή του μέσου των ανοιγμάτων ή στην περιοχή των στηρίξεων.
- (2) Στη σύγχρονη πρακτική της μεθόδου το μήκος του βήματος προώθησης καθορίζεται ίσο με $S_R/2$, όπου S_R το μήκος του τυπικού ανοίγματος της γέφυρας [βλέπε σχήμα 5.6.5.(2)]. Στην τελική θέση της γέφυρας τα βήματα προώθησης S είναι τοποθετημένα συμμετρικά στις στηρίξεις, οπότε οι αρμοί μεταξύ των βημάτων βρίσκονται στα τέταρτα του ανοίγματος. Το μήκος των βημάτων στα ανοίγματα F είναι επίσης $\leq S_R/2$. Στα ακραία ανοίγματα διατάσσονται επίσης βήματα F μήκους $\leq S_R/2$, καθώς και τα ειδικά βήματα A και E .



Σχήμα 5.6.5.(2)

- (3) Τα αναφερόμενα στο παραπάνω εδάφιο (2) ισχύουν για συνήθεις περιπτώσεις κατασκευής γεφυρών με προώθηση και για μήκη ανοιγμάτων 40m έως 60m.
- Στις περιπτώσεις γεφυρών με διαφορετικά ανοίγματα, συνιστάται η σχεδίαση βημάτων S του αυτού μήκους, που θα τοποθετηθούν υπεράνω των μεσοβάθρων, και η εξισορρόπηση της προκύπτουσας διαφοράς μήκους στα απλούστερα βήματα F που θα τοποθετηθούν στα μέσα των ανοιγμάτων. Σε μεγαλύτερα ανοίγματα με χρήση και βοηθητικού βάθρου το μήκος των βημάτων S τα οποία θα τοποθετηθούν υπεράνω των μεσοβάθρων, θα είναι επίσης 20m έως 30m και θα προβλεφθούν βήματα F ίσου μήκους.

Σε περίπτωση κατά την οποία το μήκος των ακραίων ανοιγμάτων είναι $\sim 0,7 S_R$, τότε τα ειδικά βήματα Α και Ε θα ενοποιούνται με τα παρακείμενα βήματα F με ανάλογη εξοικονόμηση χρόνου.

5.6.6. Διαμόρφωση της διατομής.

5.6.6.1. Γενικά

Η διατομή φορέων γεφυρών που κατασκευάστηκαν με τη μέθοδο προώθησης, σε ποσοστό που υπερβαίνει το 90%, έχει τη μορφή κιβωτίου. Για το λόγο αυτό το παρόν κεφάλαιο που αφορά τη μέθοδο της προώθησης, είναι προσανατολισμένο στη μορφή αυτή της διατομής.

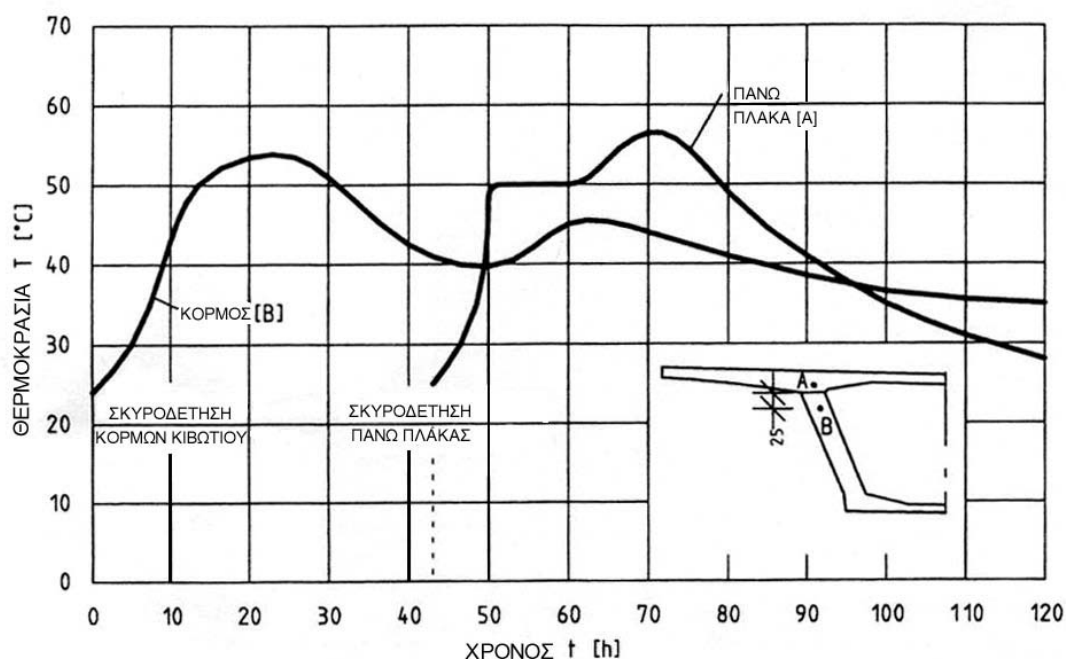
Σημειώνεται ότι σε περίπτωση διατομής μορφής πλακοδοκού ή πλάκας ισχύουν αναλογικά τα αναφερόμενα στο παρόν κεφάλαιο.

5.6.6.2. Αρμοί διακοπής εργασίας

Η επικρατούσα άποψη είναι ότι ο αρμός διακοπής εργασίας στη φάση σκυροδέτησης του βήματος προώθησης πρέπει να προβλέπεται στην περιοχή συναρμογής της πάνω πλάκας με τους κορμούς του κιβωτίου. Υπέρ της άποψης αυτής συνηγορούν:

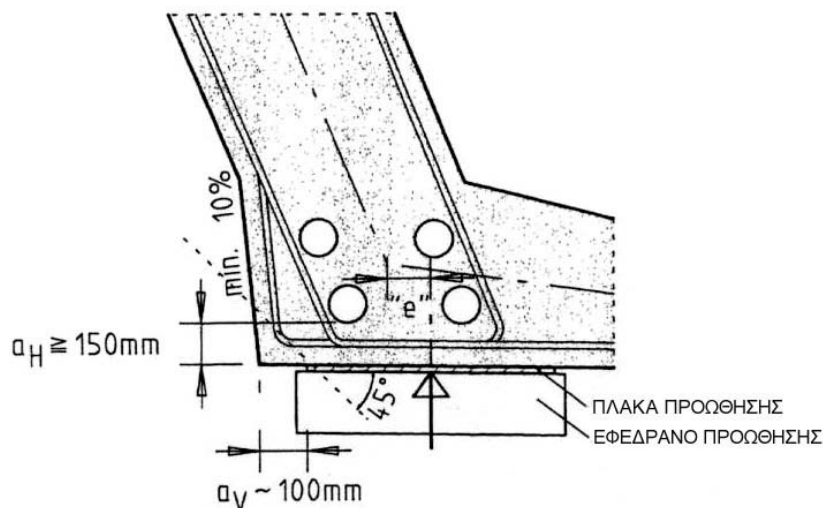
- (α) Η σκυροδέτηση των κορμών και της κάτω πλάκας του κιβωτίου στο πρώτο μισό της εβδομάδας κατασκευής του βήματος προώθησης και η σκυροδέτηση της πάνω πλάκας στο δεύτερο μισό, είναι πολύ ευνοϊκή από την άποψη της εξέλιξης της όλης διαδικασίας.
- (β) Ο διαχωρισμός του εσωτερικού ξυλοτύπου σ' ένα ξεχωριστό τμήμα (πάνω σε φορείο) για την πάνω πλάκα και ένα άλλο για τους κορμούς του κιβωτίου, επιτρέπει την καλύτερη προσαρμογή των διαφόρων τμημάτων του ξυλοτύπου στις ειδικές θέσεις με ενισχύσεις των διατομών.
- (γ) Η θερμοκρασιακή διαφορά η οποία αναπτύσσεται μεταξύ των κορμών του κιβωτίου και της πάνω πλάκας κατά τη διάρκεια της πήξεως του σκυροδέματος είναι ιδιαίτερα μικρή επειδή ο ρυθμός έκλυσης θερμότητας από τους κορμούς, λόγω του μεγαλύτερου πάχους και της κάλυψης των με τον ξυλότυπο, είναι ιδιαίτερα βραδύς. Το γεγονός αυτό έχει πιστοποιηθεί πολλές φορές με μετρήσεις, όπως χαρακτηριστικά φαίνεται και στο διάγραμμα 5.6.6.2.γ.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.6.6.2.γ



5.6.6.3. Κορμοί κιβωτίου

- (1) Ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται στο σχεδιασμό των κάτω πλευρών των κορμών κιβωτίου, διότι καθ' όλο το μήκος της γέφυρας κατά τη διάρκεια της προώθησης πρέπει να αναλαμβάνουν τις αναπτυσσόμενες αντιδράσεις.
- (2) Όπως αναγράφεται στο εδάφιο (2) της παραγράφου 5.6.4.3, η διαστασιολόγηση των πλακών προώθησης γίνεται με τάση 13N/mm^2 . Συνιστάται οι αναπτυσσόμενες στην κάτω πλευρά του κορμού θλιπτικές τάσεις να μην υπερβαίνουν το όριο αυτό, λόγω των εκκεντροτήτων που υπεισέρχονται στην εγκάρσια διεύθυνση από κατασκευαστικές ανοχές.
- (3) Οι αντιδράσεις στήριξης του φορέα θα πρέπει να εισάγονται σε ικανοποιητική απόσταση από την εξωτερική παρειά του κορμού. Η απόσταση a_v της πλάκας προώθησης από την εξωτερική παρειά του κορμού, δεν θα πρέπει να υπολείπεται των 100mm, ήτοι $a_v \geq 100\text{mm}$ [βλέπε σχήμα 5.6.6.3.(3)].



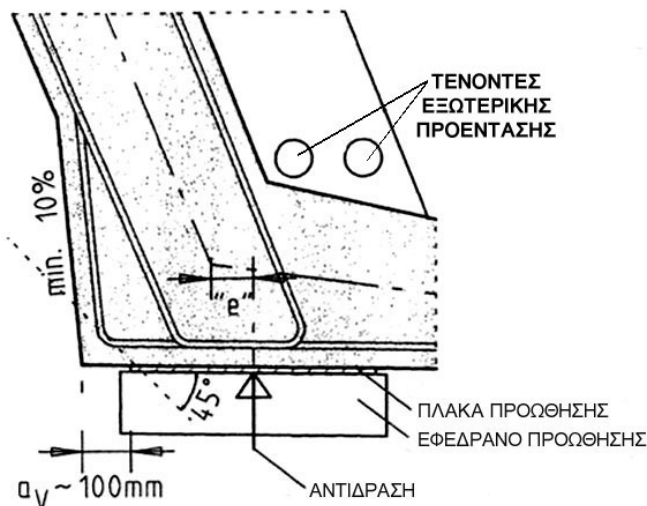
Σχήμα 5.6.6.3.(3)

- (4) Η απόσταση a_H των περιβλημάτων των τενόντων προέντασης από την κάτω παρειά των κορμών του κιβωτίου δεν πρέπει να υπολείπεται των 150mm, ήτοι $a_H \geq 150\text{mm}$ [βλέπε σχήμα 5.6.6.3.(3)]. Τονίζεται ότι στους τένοντες της έκκεντρης προέντασης δεν έχει γίνει τσιμεντένεση κατά τη φάση της προώθησης, γεγονός που μπορεί να οδηγήσει σε τοπικές θραύσεις αν δεν τηρηθεί η προαναφερθείσα απόσταση. Τονίζεται επίσης ότι κατά τη διαστασιολόγηση της περιοχής αυτής του κορμού θα πρέπει να ληφθεί υπόψη η σημειούμενη στο σχήμα 5.6.6.3.(3) εκκεντρότητα "e", καθώς επίσης και η απομείωση της διατομής λόγω μη τσιμεντένεσης των τενόντων της έκκεντρης προέντασης.

Το κατώτερο μέρος των κορμών, σε ύψος 400 έως 500mm, διαμορφώνεται με μεγαλύτερη κλίση από το υπόλοιπο τμήμα, ώστε να μειωθούν οι εκκεντρότητες των αντιδράσεων αφ' ενός και για να υπάρχει ικανοποιητική απόσταση των πλακών προώθησης αφ' ετέρου.

Σημειώνεται ότι για την αφαίρεση του ξυλοτύπου μόνο με καταβιβασμό, όπως αναφέρεται στο εδάφιο (2) της παραγράφου 5.6.4.5, απαιτείται τουλάχιστον κλίση 10% έναντι της κατακόρυφου.

Σε περίπτωση διάταξης των τενόντων της έκκεντρης προέντασης εκτός των κορμών του κιβωτίου (εξωτερική προένταση), η περιοχή αυτή του κορμού γίνεται ανθεκτικότερη και το πάχος των δοκών μικρότερο [βλέπε σχήμα 5.6.6.3.(4)].



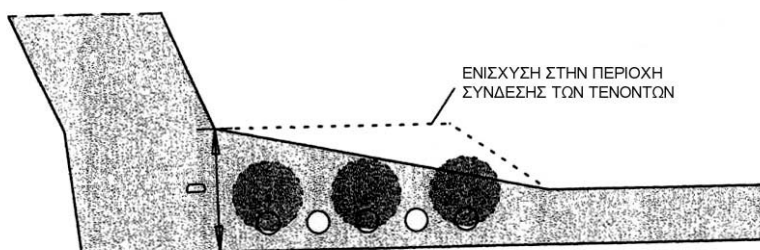
Σχήμα 5.6.6.3.(4)

5.6.6.4. Κάτω πλάκα κιβωτίου

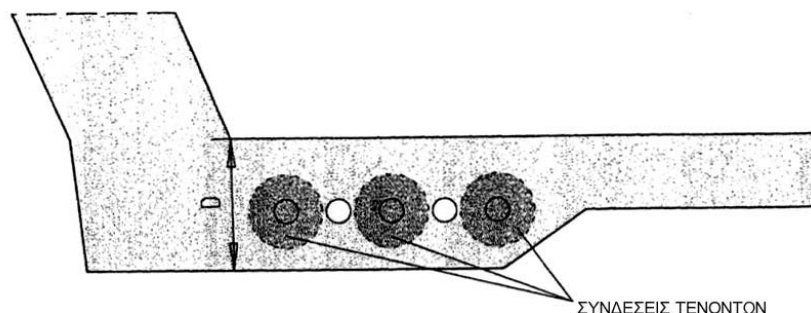
- (1) Το πάχος D της κάτω πλάκας στη συναρμογή της με τους κορμούς του κιβωτίου καθορίζεται με βάση τις απαιτήσεις της διάταξης σύνδεσης των τενόντων προέντασης [βλέπε σχήμα 5.6.6.4.(1)α].

Σημειώνεται ότι η ενίσχυση της κάτω πλάκας στην περιοχή σύνδεσης των τενόντων προέντασης, σε αντίθεση με ότι συμβαίνει στην πάνω πλάκα του κιβωτίου, γίνεται μόνο τοπικά. Για τη διευκόλυνση όμως του ξυλοτύπου του κορμού, το πάχος D είναι σταθερό καθ' όλο το μήκος του βήματος.

- (2) Μία άλλη παραλλαγή της διαμόρφωσης της κάτω πλάκας φαίνεται στο σχήμα 5.6.6.4.(1)β, η οποία έχει το πλεονέκτημα της επίπεδης διαμόρφωσης της εσωτερικής επιφανείας της, ο καθορισμός όμως της διάστασης D γίνεται με βάση τις απαιτήσεις στη δυσμενέστερη σύνδεση τενόντων.



Σχήμα 5.6.6.4.(1)α

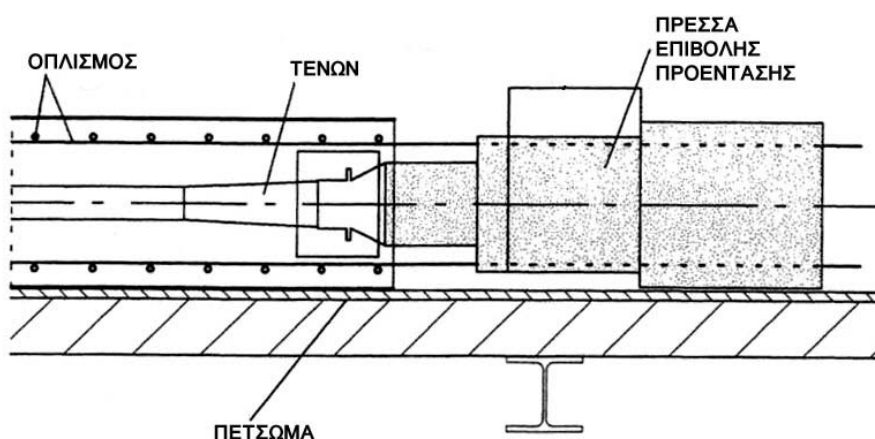


Σχήμα 5.6.6.4.(1)β

5.6.7. Διάταξη προέντασης

5.6.7.1. Γενικά

- (1) Τονίζεται ότι για την απρόσκοπτη εφαρμογή της μεθόδου προώθησης, όπως και των άλλων μηχανοποιημένων μεθόδων κατασκευής γεφυρών, απαιτείται η πλήρης συμβατότητα κατασκευαστικών λεπτομερειών. Είναι τελείως απαραίτητο επικαλύψεις οπλισμών, αποστάσεις και διατάξεις χαλαρών οπλισμών, μεγέθη τενόντων προέντασης, διατάξεων αγκύρωσης, διαστάσεις πρεσσών επιβολής της δύναμης προέντασης, να είναι πλήρως εναρμονισμένες μεταξύ τους.
- (2) Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται στις διαστάσεις των πρεσσών επιβολής της δύναμης προέντασης που θα χρησιμοποιηθούν σε σχέση με τη θέση του ξυλοτύπου στη μονάδα παραγωγής [βλέπε σχήμα 5.6.7.1.(2)].



Σχήμα 5.6.7.1.(2)

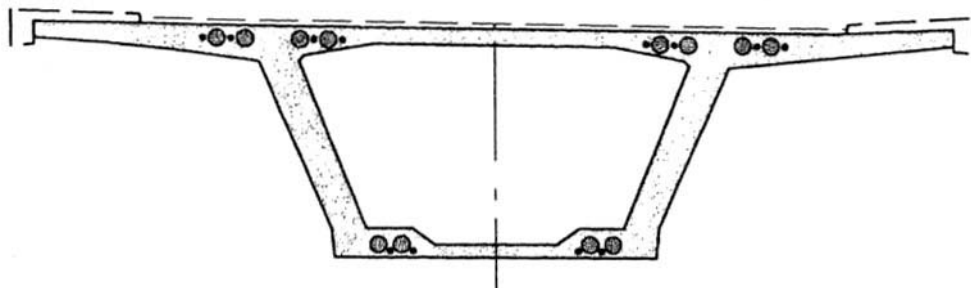
- (3) Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται επίσης στις αποστάσεις των διατάξεων αγκύρωσης των τενόντων από τα άκρα της διατομής. Η συνηθισμένη ποιότητα σκυροδέματος του φορέα των γεφυρών που κατασκευάζονται με τη μέθοδο της προώθησης είναι B 45. Η σκυροδέτηση της πάνω πλάκας γίνεται την Παρασκευή, ενώ η επιβολή της κεντρικής προέντασης τη Δευτέρα (βλέπε και παράγραφο 5.6.9). Η αναπτυσσόμενη αντοχή του σκυροδέματος στο χρονικό αυτό διάστημα κυμαίνεται, ανάλογα και με το είδος του τσιμέντου το οποίο χρησιμοποιείται, από 30 έως 35N/mm². Σημειώνεται ότι η επιτρεπόμενη αντοχή σύμφωνα με την παράγραφο 5 του DIN 4227/88, Μέρος 1, για την επιβολή της προέντασης είναι 40N/mm². Θα πρέπει επομένως οι υπολογισμοί οι σχετικοί με την κεντρική προένταση, αποστάσεις αγκυρώσεων κ.λ.π., να γίνονται σαν η ποιότητα σκυροδέματος να είναι B35 (Επιτρεπόμενη αντοχή σύμφωνα με την παράγραφο 5 του DIN 4227/88, Μέρος 1 για την επιβολή της προέντασης ποιότητας B35 είναι 32N/mm²).
- (4) Για το βαθμό προέντασης ισχύει επίσης:
- Γενικά στις γέφυρες: Σύμφωνα με το εδάφιο (2) της παραγράφου 10.1.2 του DIN 4227/88, Μέρος 1, στις γέφυρες και για την περίπτωση φόρτισης μόνιμα + προένταση + 1/2 κινητά + ερπυσμός + συστολή πήξης, δεν επιτρέπονται εφελκυστικές τάσεις.
 - Ειδικά για τους αρμούς εργασίας: Σύμφωνα με το εδάφιο (1) της παραγράφου 10.3 του DIN 4227/88, Μέρος 1, στις θέσεις των αρμών εργασίας (αρμοί μεταξύ των σπονδύλων) οι επιτρεπόμενες εφελκυστικές τάσεις ανέρχονται στο μισό των επιτρεπόμενων εφελκυστικών τάσεων των παραγράφων 10.1.1 και 10.1.2 του προαναφερθέντος κανονισμού και ότι για την περίπτωση φόρτισης προένταση + μόνιμα + συστολή λόγω πήξεως + ερπυσμός δεν επιτρέπεται η ανάπτυξη εφελκυστικών τάσεων.

Σημειώνεται ότι σύμφωνα με την παράγραφο 12.2.7 του ZTV-K/96, εφόσον οι χαλαροί οπλισμοί οι οποίοι διασταυρώνουν τον αρμό έχουν διάμετρο $d_s \geq 10\text{mm}$ και μεγίστη απόσταση $s=10\text{cm}$ δεν έχει ισχύ το εδάφιο (1) της παραγράφου 10.3 του DIN 4227/88, Μέρος 1 όσον αφορά τις φάσεις κατασκευής.

5.6.7.2 Κεντρική προένταση

- Σαν κεντρική προένταση χαρακτηρίζεται το σύνολο των ευθυγράμμων τενόντων, τα οποία είναι απαραίτητα κατά τη φάση της προώθησης της γέφυρας. Επιδιώκεται η σύμπτωση του κέντρου βάρους των δυνάμεων που επιβάλλονται με τους τένοντες αυτούς με το κέντρο βάρους της διατομής, εξ ου και η προέλευση της ονομασίας της.
- Κατ' αναλογία του λόγου των ροπών στήριξης προς τις ροπές ανοίγματος [βλέπε σχήμα 5.6.10.2.(1)] και του λόγου των ροπών αντίστασης της διατομής, αμφοτέρων περίπου 2:1, προκύπτει για την πάνω πλάκα του κιβωτίου διπλάσια απαιτούμενη δύναμη προέντασης σε σχέση με την κάτω πλάκα. Για την

ορθολογική διάταξή τους επιλέγεται άρτιος αριθμός τενόντων [βλέπε σχήμα 5.6.7.2.(2)].

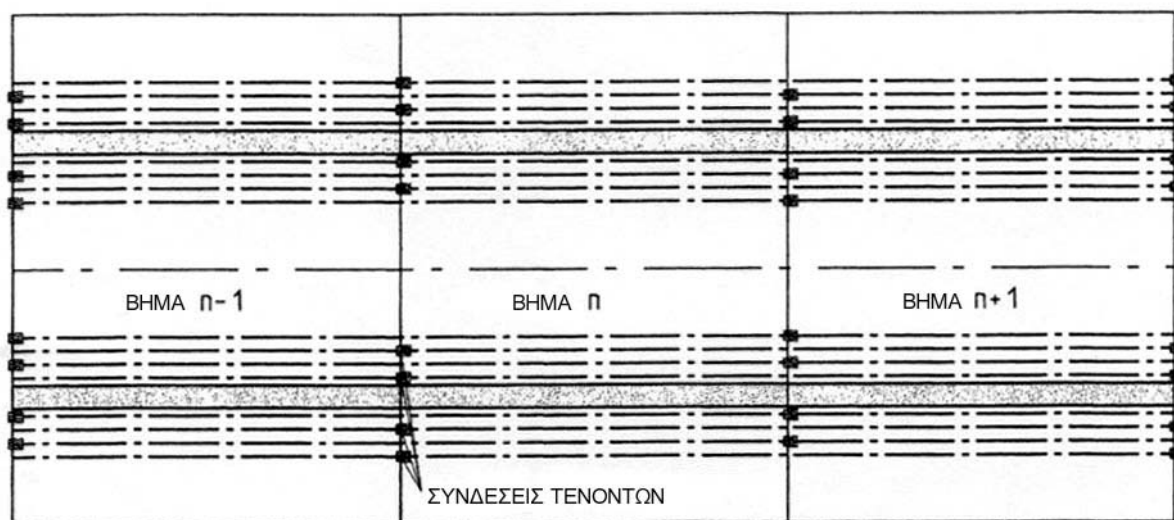


Σχήμα 5.6.7.2.(2)

- (3) Στο σχήμα 5.6.7.2.(3) δίνεται παράδειγμα διάταξης των τενόντων της κεντρικής προέντασης σε συσχετισμό με την όλη εξέλιξη διαδοχικών βημάτων προώθησης. Στο παράδειγμα αυτό έχουμε ένωση μόνο του 50% των τενόντων, δηλαδή σε κάθε βήμα προεντίνεται το 50% των τενόντων, ενώ το 50% διέρχεται ελεύθερα προεντεινόμενο στο επόμενο βήμα. Τα πλεονεκτήματα της διάταξης αυτής είναι:

- α) Τα προκύπτοντα μήκη των τενόντων προέντασης κυμαινόμενα από 40m - 60m είναι ευνοϊκά.
- β) Μεγαλύτερος αριθμός ενώσεων συνεπάγεται ανεπιθύμητες ενισχύσεις της διατομής του σκυροδέματος.
- γ) Ευνοϊκή κατανομή των τάσεων που αναπτύσσονται στους αρμούς.

Σημειώνεται ότι η διάταξη αυτή συνεπάγεται ότι κατά το τελευταίο βήμα προώθησης μόνο οι μισοί τένοντες, σε σχέση με τα υπόλοιπα βήματα, είναι διαθέσιμοι, πράγμα το οποίο πρέπει να ληφθεί υπόψη στον όλο σχεδιασμό της μονάδας παραγωγής, θέσεως της συσκευής προώθησης κ.λ.π.

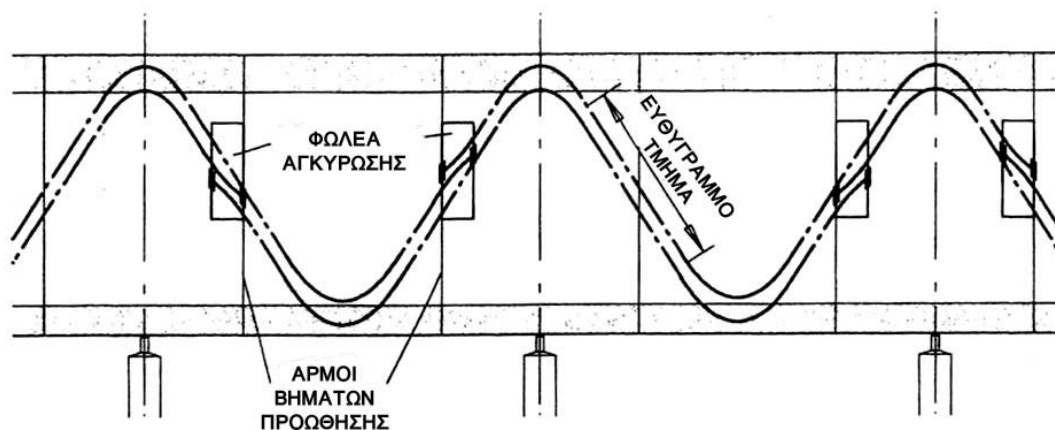


Σχήμα 5.6.7.2.(3)

5.6.7.3 Έκκεντρη προένταση

- (1) Σε αντίθεση με τους τένοντες της κεντρικής προέντασης, οι τένοντες της έκκεντρης προέντασης λαμβάνουν τη συνήθη παραβολική μορφή των τενόντων συνεχών φορέων, δηλαδή η χάραξή τους θα ανταποκρίνεται στο διάγραμμα ροπών υπό τα φορτία λειτουργίας [βλέπε σχήμα 5.6.7.3.(1)].

Σκοπός της είναι η παραλαβή των φορτίων τα οποία επιβάλλονται στο φορέα μετά το πέρας της προώθησης, δηλαδή πλευρικές διαμορφώσεις, ασφαλικές στρώσεις, κινητά φορτία. Η εισαγόμενη στη φάση αυτή πρόσθετη δύναμη προέντασης απαιτείται στις στηρίξεις και στα μέσα των ανοιγμάτων, καθώς οι ενδιάμεσες περιοχές έχουν ήδη καλυφθεί με την κεντρική προένταση.



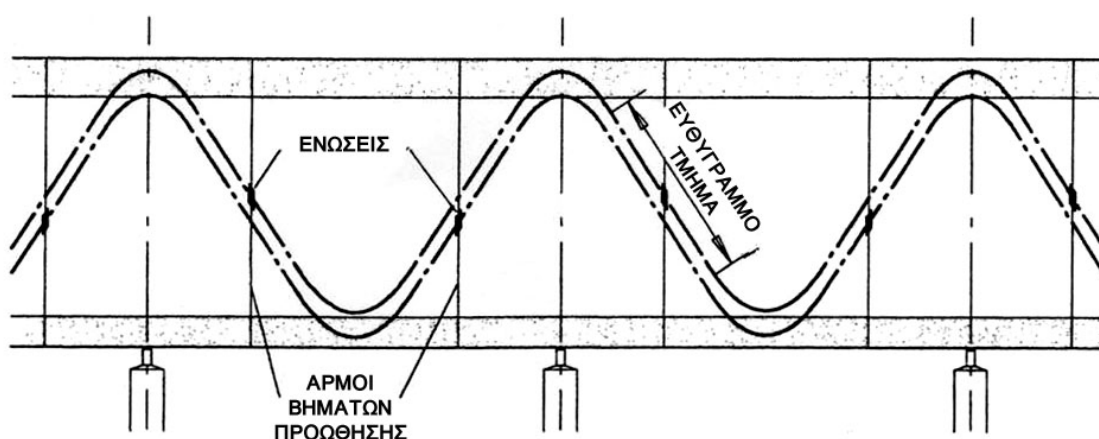
Σχήμα 5.6.7.3.(1)

- (2) Στη συντριπτική πλειοψηφία των γεφυρών οι οποίες έχουν κατασκευασθεί με τη μέθοδο της προώθησης οι τένοντες της έκκεντρης προέντασης τοποθετούνται

μέσα στους κορμούς του κιβωτίου. Κατά κανόνα, τα περιβλήματα των τενόντων τοποθετούνται χωρίς τον οπλισμό προέντασης και απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή για την αποφυγή εισόδου τσιμεντοκονίας, νερού κ.λ.π. Μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας προώθησης, γίνεται εισαγωγή εντός των περιβλημάτων του οπλισμού προέντασης (ενσυρμάτωση) από τις θέσεις τοπικών ενισχύσεων των κορμών του κιβωτίου, οι οποίες κατασκευάζονται στα τέταρτα των ανοιγμάτων [βλέπε επίσης σχήμα 5.6.7.3.(1)].

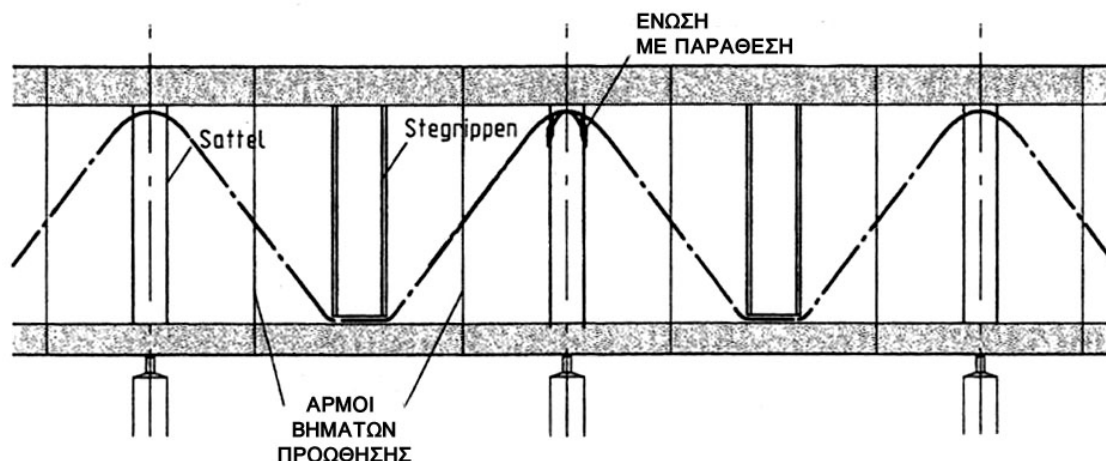
Το μέγιστο μήκος εισαγωγής του οπλισμού προέντασης είναι περίπου 150m και καλύπτει πάνω από δύο ή τρία ανοίγματα.

Σε περίπτωση ίσων, όχι μεγάλου μήκους, ανοιγμάτων, είναι δυνατή η προένταση των τενόντων της έκκεντρης προέντασης κατά τη φάση της προώθησης [βλέπε σχήμα 5.6.7.3.(2)].



Σχήμα 5.6.7.3.(2)

- (3) Η πλέον σύγχρονη τάση η οποία διαμορφώνεται, είναι η χρήση εξωτερικής προέντασης. Στην περίπτωση αυτή οι τένοντες διατάσσονται εκτός των κορμών του κιβωτίου, η αλλαγή δε της διεύθυνσής τους γίνεται με τη βοήθεια καταλλήλων νευρώσεων [βλέπε σχήμα 5.6.7.2.(3)].



Σχήμα 5.6.7.3.(3)

- (4) Σημειώνεται ότι η επιβολή της έκκεντρης προέκτασης γίνεται συνήθως μετά την αντικατάσταση των εφεδράνων που χρησιμοποιούνται κατά την προώθηση με τα οριστικά εφέδρανα της γέφυρας.

5.6.8. Προώθηση

5.6.8.1. Συντελεστής τριβής

- (1) Ο συντελεστής τριβής, ο αναπτυσσόμενος μεταξύ του γρύλου ανύψωσης και του φύλλου ολίσθησης [βλέπε σχήμα 5.6.4.1.(1)], εξαρτάται από την ασκούμενη μέση πίεση έδρασης (μειώνεται όσο η πίεση αυξάνεται), την ποιότητα κατεργασίας (ανοχή 1mm), την καλή λίπανση και την εξωτερική θερμοκρασία (η υψηλή θερμοκρασία μειώνει το συντελεστή, η χαμηλή τον αυξάνει).
- (2) Από άποψη κανονισμού λαμβάνονται υπόψη ακραίες κανονιστικές τιμές 0% και 4%. Εύλογη τιμή με ομαλές συνθήκες 2%. Ο συντελεστής τριβής είναι αυξημένος κατά την εκκίνηση, μειούμενος αμέσως κατά την προώθηση.

5.6.8.2. Δύναμη προώθησης -Μέγιστο μήκος προώθησης

- (1) Λαμβάνοντας υπόψη συντελεστή τριβής μεταξύ της πάνω πλάκας του γρύλου ανύψωσης και της κάτω επιφάνειας του προς ώθηση φορέα 0,75 [βλέπε σχήμα 5.6.4.1.(1)] και συντελεστή ασφαλείας $\gamma=1,4$, η μέγιστη δυναμένη να αναπτυχθεί δύναμη προώθησης είναι:

$$H_{\text{ΠΡ}} \approx \left(\frac{0,75 - 0,04}{1,4} \right) \times V \approx 0,5 \times V$$

Όπου V η κατακόρυφη δύναμη η οποία δρα στον γρύλο ανύψωσης

Λαμβάνοντας υπόψη τη διάταξη του σχήματος 5.6.8.2.(1), προκύπτει ότι:

$V \approx \left(\frac{0,8 + 0,6}{2} \right) \times S_R \times g \approx 0,7 \times S_R \times g$, όπου g το ανά τρέχον μέτρο βάρους του φορέα και συνεπώς $H_{ΠΡ} = 0,35 \times S_R \times g$ (1)

Για κατά μήκος κλίση της ερυθράς του φορέα s , συντελεστή τριβής στα εφέδρανα προώθησης μ , μέγιστο δυνάμενο να προωθηθεί μήκος l_{max} , η απαιτούμενη δύναμη προώθησης προκύπτει:

$$H_{ΑΠ} = g \times l_{max} \times (\mu + s) \quad (2)$$

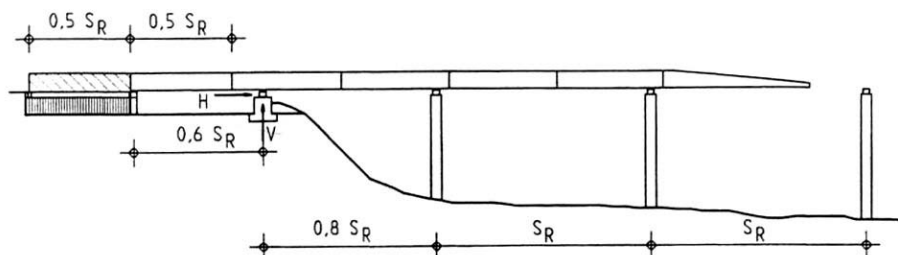
Από την εξίσωση των (1) και (2) προκύπτει ότι:

$$l_{max} = \left(\frac{0,35}{\mu + s} \right) \times S_R \quad (3), \text{ όπου } S_R \text{ το μήκος του τυπικού ανοίγματος.}$$

π.χ. για $S_R = 40\text{m}$, $\mu = 2\%$, $s = 1,5\%$, προκύπτει $l_{max} = 500\text{ m}$.

Εφόσον ο προωθητήρας τοποθετηθεί στο 1^ο μεσόβαθρο το μήκος προώθησης

$$\text{αυξάνεται σε } l_{max} = \left(\frac{0,45}{\mu + s} \right) \times S_R$$

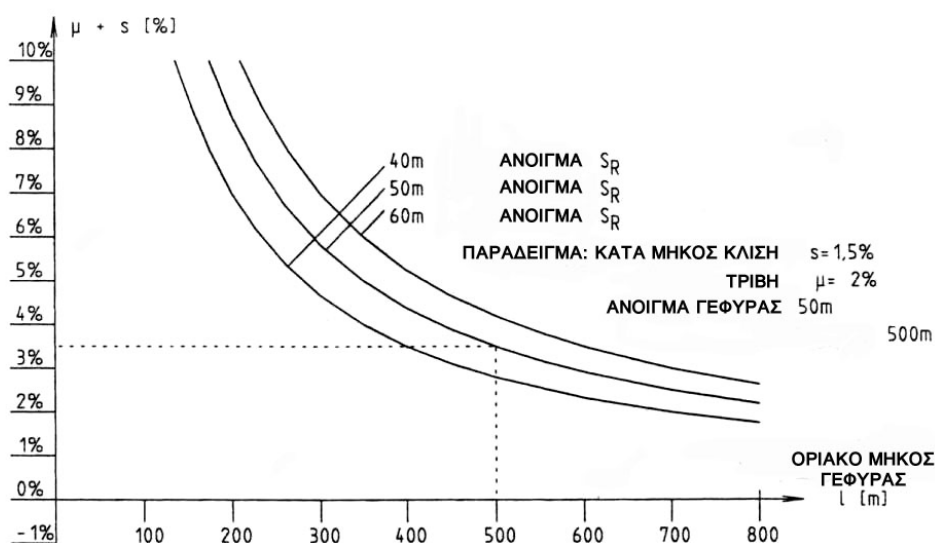


Σχήμα 5.6.8.2.(1)

- (2) Για μία γρήγορη εκτίμηση του μεγίστου μήκους προώθησης, άρα και του μήκους της γέφυρας, δίνεται στο παρακάτω διάγραμμα 5.6.8.2.(2) η γραφική παράσταση της εξίσωσης (3) του προηγούμενου εδαφίου (1) για μήκη ανοιγμάτων $S_R = 40, 50, 60\text{m}$ και για διάφορες τιμές $\mu + s$.

Για περιπτώσεις γεφυρών μήκους μεγαλύτερου των 600m, μπορεί να εφαρμοσθεί η προώθηση και από τα δύο ακρόβαθρα. Με τον τρόπο αυτό είναι δυνατή η κατασκευή γεφυρών μήκους της τάξεως των 1200m.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.6.8.2.(2)



5.6.9. Εβδομαδιαίος κύκλος εργασιών

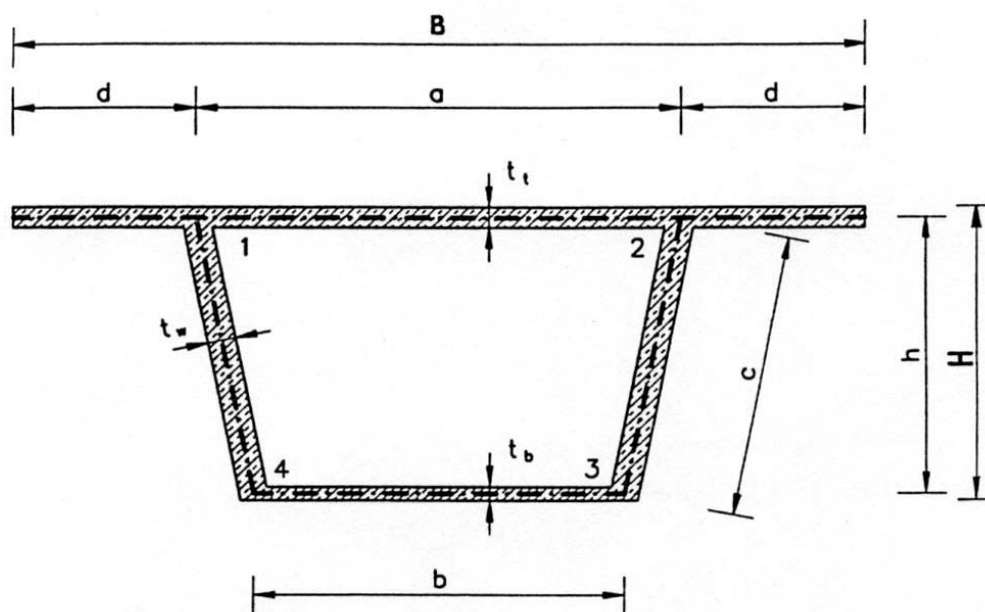
Ένας τυπικός εβδομαδιαίος κύκλος μπορεί να είναι ως εξής:

- 1^η ημέρα:** Προένταση καλωδίων κεντρικής προέντασης
Καταβιβασμός ξυλοτύπου
Πρώθηση φορέως κατά ένα βήμα
Καθαρισμός και επανατοποθέτηση εξωτερικού ξυλοτύπου
- 2^η ημέρα:** Τοποθέτηση οπλισμού πυθμένα και κορμών
Τοποθέτηση εσωτερικού ξυλοτύπου
- 3^η ημέρα:** Σκυροδέτηση κάτω πλάκας και κορμών
- 4^η ημέρα:** Απομάκρυνση εσωτερικού ξυλοτύπου
Τοποθέτηση ξυλοτύπου οροφής
Τοποθέτηση οπλισμού πλάκας κυκλοφορίας
- 5^η ημέρα:** Ολοκλήρωση οπλισμού πλάκας κυκλοφορίας
Σκυροδέτηση πλάκας κυκλοφορίας
- 6^η & 7^η ημέρα:** Σκλήρυνση σκυροδέματος

Προφανώς στον παραπάνω κύκλο μπορούν να υπάρξουν αλλαγές, ανάλογα προς το διαθέσιμο εργατοτεχνικό δυναμικό.

5.6.10. Θέματα προδιαστασιολόγησης

5.6.10.1. Προδιαστασιολόγηση διατομής



Σχήμα 5.6.10.1

Ύψος διατομής $H = \left(\frac{S_R}{15,5} \right)$ (οδικές γέφυρες)

Πάνω πλάκα $t_t \cong \frac{\alpha}{25} \varepsilon \omega \varsigma \frac{\alpha}{30}$

Κάτω πλάκα $t_b \cong (b - t_w) \left(0,07 - \frac{S_R}{3700} \right) \geq 0,18m$

Κορμοί: Εσωτ. Προένταση $t_w = B \cdot \left(\frac{S_R}{2100} + 0,02 \right) \geq 0,30m$

Εξωτ. Προένταση $t_w = \left(\frac{B \cdot S_R - 500}{2000} \right) + 0,30$

Μέσο πάχος $t_m = 0,25 + \left(\frac{S_R}{110} \right)$ (οδικές γέφυρες)

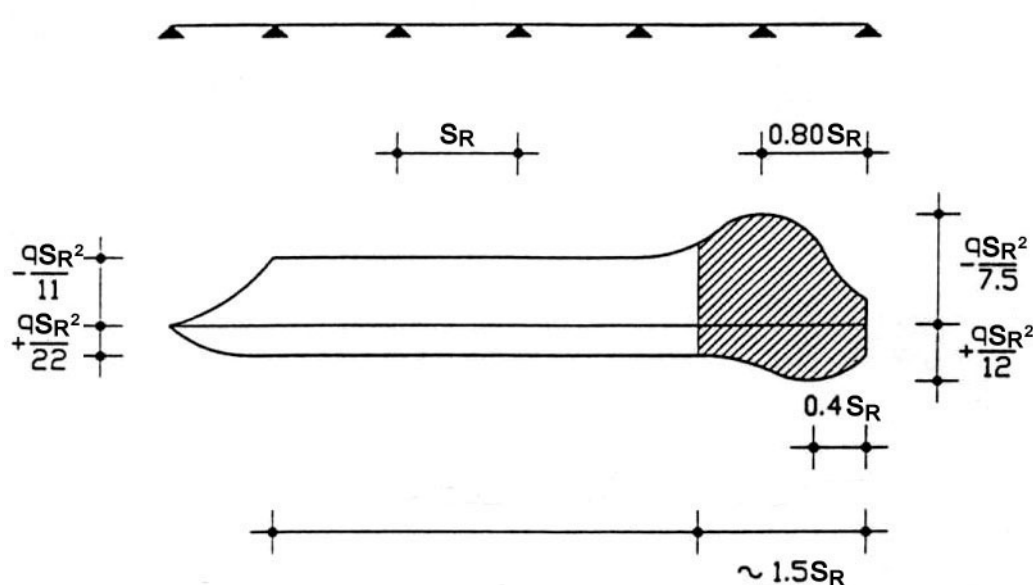
Χάλυβας προέντασης $40 \div 45 \text{Kg/m}^3$ οδικές

Χαλαρός οπλισμός $110 \div 120 \text{Kg/m}^3$ οδικές

5.6.10.2. Ιδιαιτερότητες υπολογισμού

- (1) Κατά τη φάση της προώθησης σε κάθε διατομή εμφανίζονται θετικές και αρνητικές ροπές. Οι αρνητικές είναι χονδρικά διπλάσιες από τις θετικές. Για το τυπικό τμήμα της γέφυρας και για σταθερό μόνιμο φορτίο g και ίσα ανοίγματα μπορεί να λεχθεί ότι:

$$\max M \cong g S_R^2 / 22 \quad \min M \cong g S_R^2 / 11$$

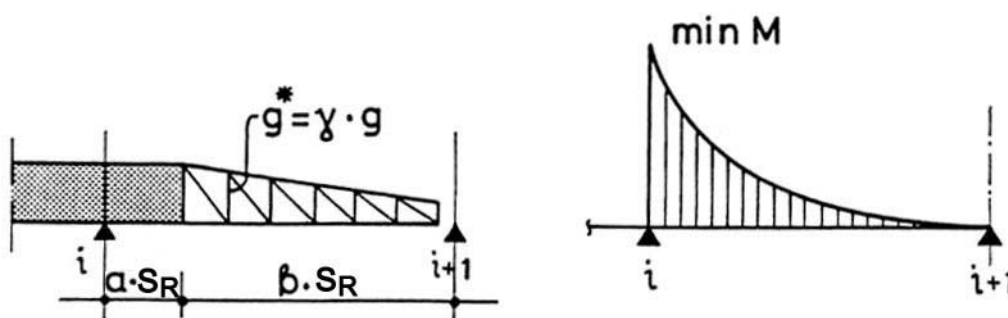


Σχήμα 5.6.10.2.(1)

- (2) Στο πρόσθιο τμήμα της γέφυρας και οι δύο ροπές είναι αυξημένες. Η μέγιστη αρνητική ροπή στο φορέα παρουσιάζεται τη στιγμή που ο πρόβολος βρίσκεται μεταξύ των στηριγμάτων i και $i + 1$, πριν ακριβώς προσεγγίσει το $i+1$ (ροπή προβόλου). Είναι προφανές ότι η ροπή αυτή συναρτάται με το βάρος και το μήκος του προβόλου.

Η κρίσιμη αρνητική ροπή κατά την προώθηση είναι: $\min M = \lambda g S_R^2 / 12$

όπου: $\lambda = 6\alpha^2 + 6\gamma(1-\alpha^2)$, g^* το ανά τρέχον μέτρο βάρους του ρύγχους και $\gamma = g^* / g$ [βλέπε σχήμα 5.6.10.2.(2)]



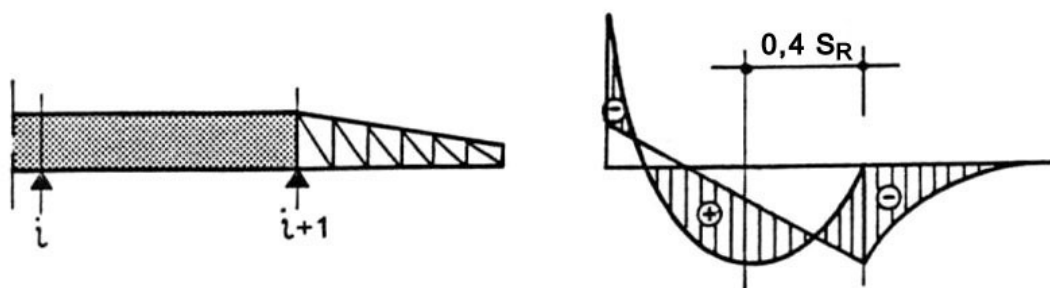
Σχήμα 5.6.10.2.(2)

- (3) Αντίθετα, η μέγιστη θετική ροπή παρουσιάζεται σε μία απόσταση $\sim 0,4 S_R$ τη στιγμή δηλαδή που ο φορέας έχει ήδη καλύψει το άνοιγμα μεταξύ $i+$ και $i+1$ (που λειτουργεί προσωρινά ως ακραίο άνοιγμα συνεχούς δοκού), δεχόμενος μία ανακουφιστική αρνητική ροπή στο στήριγμα $i+1$ προερχόμενη από το βάρος του προβόλου. Και στις δύο περιπτώσεις, η ακαμψία του προβόλου δεν παίζει ρόλο.

Η κρίσιμη θετική ροπή κατά την προώθηση είναι: $\max M = \lambda g S_R^2 / 24$

όπου $\lambda = 1,866 - 5,92 \cdot \gamma \cdot \beta^2$. [Βλέπε σχήμα 5.6.10.2.(3)]

- (4) Στον πίνακα 5.6.10.2.(4) για λόγο βαρών (ανά μέτρο μήκους) ρύγχους προς φορέα $\gamma=0,10$ και για διάφορα ποσοστά β μήκους ρύγχους προς το μήκος S_R του τυπικού ανοίγματος, δίνονται οι αντίστοιχες τιμές $\min M$ και $\max M$ κατά τη φάση της προώθησης.



Σχήμα 5.6.10.2.(3)

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.6.10.2.(4)

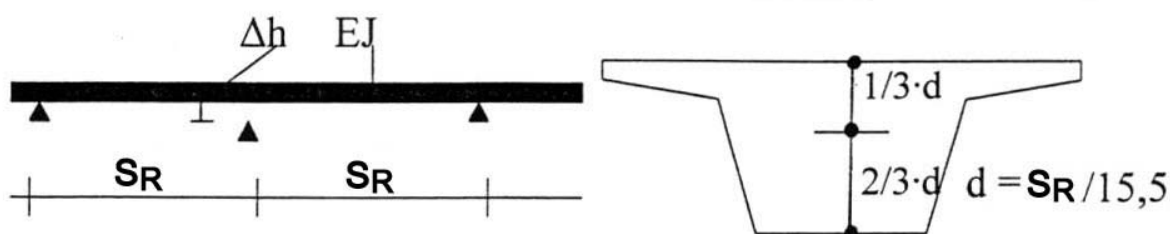
$\gamma = 0,10$			
α	β	minM	maxM
50%	50%	$-1,95 \cdot g \cdot S_R^2/12$	$+ 1,72 \cdot g \cdot S_R^2/24$
40%	60%	-1,46	+ 1, 6 6
30%	70%	-1,09	+ 1,58
20%	80%	-0,82	+ 1,48

- (5) Τονίζεται ότι οι επιτρεπόμενες εφελκυστικές τάσεις κατά τη φάση της κατασκευής είναι μικρότερες των αντιστοίχων του σταδίου λειτουργίας και μάλιστα κατά 0,50 N/mm² για την αντιμετώπιση θερμοκρασιακών δράσεων, καθώς και των απλοποιητικών παραδοχών για τον ερπυσμό [Βλέπε DIN 4227/88, Μέρος 1, παρ 15.1, εδάφιο (3)].
- (6) Σημειώνεται ότι η ανομοιομορφία των μηκών των ανοιγμάτων μιας γέφυρας επηρεάζει κατά τρόπο δυσμενή τη διαστασιολόγηση του φορέα. Η παρεμβολή, π.χ. ενός μεσαίου ανοίγματος μήκους 58m, σε μία σειρά ανοιγμάτων μήκους 48m, έχει σαν αποτέλεσμα την υπερδιαστασιολόγηση όλων των διατομών οι οποίες κατά τη φάση της προώθησης διέρχονται από το άνοιγμα των 58m.

5.6.11. Κατασκευαστικές ανοχές – αποκλίσεις εφεδράνων

- (1) Προϋπόθεση εφαρμογής και επιτυχίας της μεθόδου είναι η εξαιρετικά αυστηρή τήρηση της γεωμετρίας.
- (2) Για να ληφθούν υπόψη οι κατασκευαστικές ανακρίβειες, η γέφυρα ελέγχεται υποχρεωτικά λαμβάνοντας υπόψη αποκλίσεις του φορέα, κατά την κατακόρυφο και την οριζόντια από τη θεωρητική θέση, σε κάθε άξονα έδρασης τουλάχιστον $\pm 0,5\text{cm}$.
- (3) Κατά την εγκάρσια διεύθυνση του φορέα θα λαμβάνεται υπόψη τουλάχιστον στροφή \pm προκύπτουσα από την υψομετρική διαφορά γειτονικών εφεδράνων του αυτού άξονα έδρασης, όπως παρακάτω:
- 0,3 cm για απόσταση εφεδράνων $\leq 2,0\text{m}$
- 0,8 cm για απόσταση εφεδράνων $\geq 12,0\text{m}$
- Για ενδιάμεσες αποστάσεις ισχύει γραμμική παρεμβολή
- (4) Οι τιμές οι αναφερόμενες στα παραπάνω εδάφια (2) και (3) θα πρέπει να αυξηθούν ανάλογα, αν δεν μπορούν να εξασφαλισθούν κατά τρόπο άψογο ανοχές μετρήσεων $\pm 1,0\text{mm}$, $\pm 0,50\text{mm}$ στην εγκάρσια διεύθυνση, καθώς και ανοχές $\pm 1,0\text{mm}$ στη μονάδα παραγωγής από το φορτίο του νωπού σκυροδέματος.

- (5) Η υψομετρική θέση των εφεδράνων προώθησης θα ελέγχεται συνεχώς. Αποκλίσεις μεγαλύτερες των 3mm από τη θεωρητική θέση, θα αναιρούνται χωρίς καθυστέρηση.
- (6) Οι προκύπτουσες από τις προαναφερθείσες κατασκευαστικές ανακρίβειες δράσεις θα συνδυάζονται με τις υπόλοιπες περιπτώσεις φόρτισης στο δυσμενέστερο συνδυασμό.
- (7) Για τη ζώνη σκυροδέτησης και προώθησης και για τις προσωρινές και οριστικές στηρίξεις, ο έλεγχος γεωμετρίας ορίζεται: $f < L / 500$, όπου f και L το κατακόρυφο βέλος και το μήκος του ξυλοτύπου αντίστοιχα (π.χ. για $L = 25,00\text{m} = 25000\text{mm}$, προκύπτει $f < 5\text{mm}$). Για καμπύλους φορείς το όριο αυτό διπλασιάζεται.
- (8) Ορίζονται περιορισμοί στις επιτρεπόμενες τάσεις των χαλύβων υψηλής αντοχής για τα βοηθητικά συρματόσχοινα και συγκεκριμένα στο 50% του ορίου θραύσης για τα συρματόσχοινα εφελκυσμού κατά την προώθηση και στο 30% του ορίου θραύσης για τα συρματόσχοινα συγκράτησης της κεφαλής των βάθρων (που χρησιμοποιούνται σε περιπτώσεις υψηλών βάθρων).
- (9) Οι κατασκευαστικές ανακρίβειες του φορέα στην περιοχή των εφεδράνων θα λαμβάνονται υπόψη μέσω παραδοχής ιδεατής στροφής $\pm 1 \text{ ‰}$ κατά τη διαμήκη και εγκάρσια διεύθυνση της περιοχής έδρασης του φορέα έναντι της πάνω επιφανείας του εφεδράνου. Η προκύπτουσα αύξηση των τάσεων θα λαμβάνεται υπόψη κατά τη διαστασιολόγηση.
- (10) Υπολογιστικά οι κατασκευαστικές ανακρίβειες θα λαμβάνονται υπόψη σαν πιθανές μετακινήσεις του εδάφους. Μείωση των φορτίων διατομής από καταναγκασμούς λόγω ερπυσμού δεν θα ληφθεί υπόψη μέχρι το τέλος της διαδικασίας προώθησης.
- (11) Στο παρακάτω παράδειγμα φαίνεται χαρακτηριστικά η επίδραση την οποία έχει στο φορέα η υψομετρική απόκλιση 1cm του εφεδράνου από την θεωρητική του θέση.



Σχήμα 5.6.11.(11)

Μεγίστη ροπή συνεχούς δοκού: $\Delta M = k \cdot \frac{EJ}{S_R^2} \cdot \Delta h \quad (3 \leq k \leq 6)$

$$W_0 \approx \frac{3J}{d} \quad W_u \approx \frac{1,5 \cdot J}{d} \quad [\text{βλέπε σχήμα 5.6.11.(9)}]$$

$$\Delta \sigma_0 = \frac{\Delta M}{W_0} = \frac{6 \cdot EJ \cdot \Delta h \cdot d}{S_R^2 \cdot 3J} = 2 \cdot E \cdot \frac{d}{S_R} \cdot \frac{\Delta h}{S_R} \approx 0,13 \cdot E \cdot \frac{\Delta h}{S_R}$$

$$\Delta \sigma_u = \frac{\Delta M}{W_u} = \frac{6 \cdot EJ \cdot \Delta h \cdot d}{S_R^2 \cdot 1,5J} = 4 \cdot E \cdot \frac{d}{S_R} \cdot \frac{\Delta h}{S_R} \approx 0,26 \cdot E \cdot \frac{\Delta h}{S_R}$$

Για $S_R=40\text{m}$, $\Delta h = 0,01\text{m}$, $E = 34000 \text{ N/mm}^2 \rightarrow \Delta \sigma_0 = 1,1 \text{ N/mm}^2$ $\Delta \sigma_u = 2,2 \text{ N/mm}^2$.

5.6.12. Μέτρα ασφαλείας

- (1) Για την εξασφάλιση έναντι μιας χωρίς έλεγχο ολίσθησης του φορέα, θα υπάρχουν διατάξεις πέδησης σε κάθε φάση της κατασκευής. Όπως ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται σε περίπτωση κατά μήκος κλίσεως.
- (2) Θα προβλέπεται αυτόματη διακοπή προώθησης εφόσον η τριβή υπερβεί τα προκαθορισμένα όρια.
- (3) Διακοπή ρεύματος δεν θα θέτει εκτός λειτουργίας τις διατάξεις ασφαλείας.

5.6.13. Πλεονεκτήματα – μειονεκτήματα της μεθόδου

- (1) Τα πλεονεκτήματα της μεθόδου είναι:
 - Πλήρης κατάργηση ικριωμάτων (πλην βοηθητικών βάθρων σε ανοίγματα > 60m). Ιδιαίτερα σημαντικό σε δυσμενείς τοπογραφικές ή κυκλοφοριακές συνθήκες.
 - Μικρό κόστος εξοπλισμού και ξυλοτύπων
 - Τυποποιημένη βιομηχανική παραγωγή με δυνατότητα κατασκευής 20 έως 25m ανά εβδομάδα
 - Σημαντική ανεξαρτητοποίηση από καιρικές συνθήκες
 - Σημαντικά μειωμένο κόστος παραγωγής (4h/m^3 σκυροδέματος, μη περιλαμβανομένης της εργασίας οπλισμού και προεντάσεως)
 - Υψηλή ποιότητα κατασκευής χάρη στην τυποποίηση
 - Αυξημένη ανθεκτικότητα και ασφάλεια λόγω της ισχυρής κεντρικής προέντασης
 - Αυξημένη ασφάλεια σε απρόβλεπτες δράσεις

(2) Τα μειονεκτήματα της μεθόδου είναι:

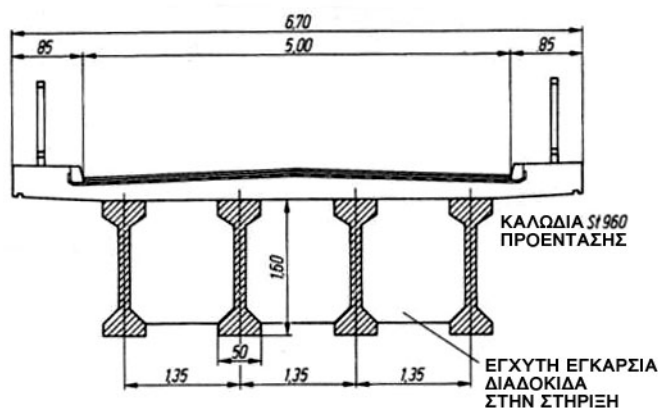
- Δεν εφαρμόζεται σ' όλες τις χαράξεις
- Αυξημένη ανάλωση χάλυβα προέντασης
- Αυστηρές απαιτήσεις γεωμετρίας
- Σταθερό ύψος φορέως
- Αδυναμία επιτάχυνσης της κατασκευής

5.7. ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΩΝ ΔΟΚΩΝ

5.7.1. Γενικά

- (1) Είναι μέθοδος η οποία χρησιμοποιείται στην Ευρώπη από την προ του Β΄ παγκοσμίου πολέμου εποχή. Στη Γερμανία π.χ. η πρώτη γέφυρα με προκατασκευασμένες/ προεντεταμένες δοκούς, ανοίγματος 33m, κατασκευάστηκε το 1938 [βλέπε σχήμα 5.7.1.(1)], η βιομηχανική όμως παραγωγή προκατασκευασμένων στοιχείων για τη γεφυροποιία είναι θέμα της δεκαετίας του 1960.
- (2) Στη χώρα μας η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται από αρκετά χρόνια (είναι η περισσότερο εφαρμοζόμενη μέθοδος από τις περιλαμβανόμενες στο κεφάλαιο αυτό) με προβαλλόμενα επιχειρήματα τον περιορισμό χρήσης ικριωμάτων και τη συντόμευση του χρόνου κατασκευής της γέφυρας.

Στην εικόνα 5.7.1.(2) απεικονίζεται μία από τις σημαντικότερες γέφυρες που κατασκευάστηκαν με τη μέθοδο αυτή Ελλάδα, η γέφυρα Ριμνίου. Η επικρατούσα πρακτική συνίσταται στην προκατασκευή των δοκών στο εργοτάξιο και στην κατασκευή της πλάκας κυκλοφορίας με χρήση προπλακών. Από στατική άποψη κατασκευάζονται αποκλειστικά αμφιέριστοι φορείς με πλάκες συνεχείας καταστρώματος για τον περιορισμό των αρμών.



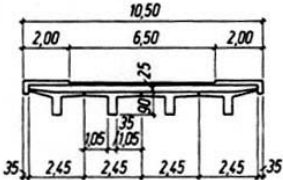
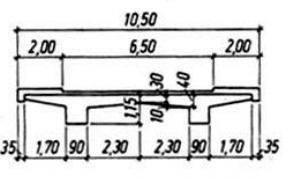
Σχήμα 5.7.1.(1)



Εικόνα 5.7.1.(2)

- (3) Στον πίνακα 5.7.1.(3) δίνονται οι ανηγμένες στο m^2 της επιφανείας γέφυρας αναλώσεις σκυροδέματος χαλαρού οπλισμού και οπλισμού προέντασης, της οποίας ο φορέας έχει μελετηθεί και για την περίπτωση προκατασκευασμένων δοκών και για την περίπτωση έγχυτου σκυροδέματος.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.7.1.(3)

ΑΝΑΛΩΣΗ ΥΛΙΚΩΝ ΑΝΑ m² ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΓΕΦΥΡΑΣ ΚΛΑΣΗ ΓΕΦΥΡΑΣ 60/30 ΚΑΤΑ DIN 1072 ΜΗΚΟΣ l= 23 m ΛΥΓΗΡΟΤΗΤΑ 1/20		
ΣΚΥΡΟΔ Β45 (ΕΓΧΥΤΟ ΣΚΥΡ.) (ΠΡΟΚΑΤ ΣΤΟΙΧ.)	0,24 m ³ 0,22 m ³	0,48 m ³ –
ΟΠΛΙΣΜΟΣ St 1420/1570 ΠΡΟΕΝΤ	16 kg	14 kg
ΧΑΛΑΡΟΣ BSt 420 S ΟΠΛΙΣΜ	70 kg	65 kg
ΜΕΘΟΔΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ	ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΟΙ ΔΟΚΟΙ ΔΙΑΤΟΜΗΣ Τ ΜΕ ΕΓΧΥΤΗ ΠΛΑΚΑ. ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΕΝΗ ΔΙΑΜΗΚΗΣ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗ	ΔΙΔΥΜΗ ΠΛΑΚΟΔΟΚΟΣ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΕΝΗ ΔΙΑΜΗΚΗΣ ΠΡΟΕΝΤΑΣΗ.

5.7.2. Συστήματα προκατασκευής

(1) Ανάλογα με το σύστημα δόμησης το οποίο εφαρμόζεται διακρίνονται:

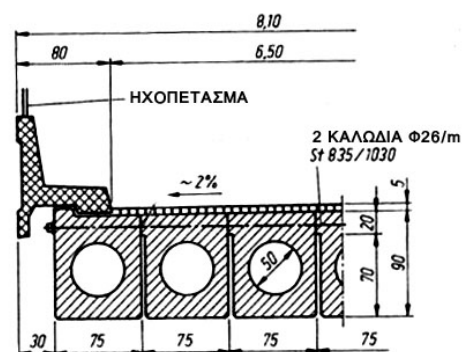
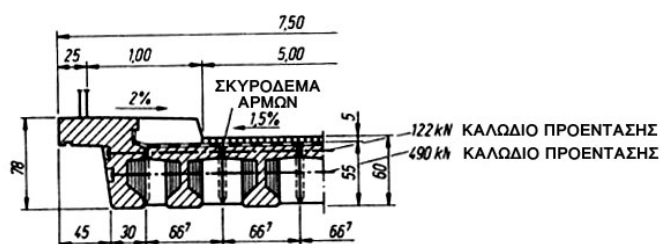
- α) Σύστημα αμιγούς συναρμολόγησης προκατασκευασμένων στοιχείων το οποίο συνίσταται στη σύνδεση δοκών μόνο με εγκάρσια προεντεταμένα καλώδια και με χρήση κονιάματος στους αρμούς μεταξύ των δοκών χωρίς έγχυτη πλάκα επί τόπου.
- β) Μικτό σύστημα προκατασκευής το οποίο συνίσταται στη σύνδεση των προκατασκευασμένων δοκών με έγχυτο επί τόπου σκυρόδεμα. Του συστήματος αυτού, ανάλογα με την απόσταση στην οποία τοποθετούνται οι προκατασκευασμένοι δοκοί, υπάρχουν δύο παραλλαγές:
 - Στο κλασσικό μικτό σύστημα, στο οποίο οι προκατασκευασμένοι δοκοί τοποθετούνται ο ένας δίπλα στον άλλο και ακολούθως γίνεται η σκυροδέτηση των διαδοκίδων στις θέσεις των στηρίξεων και της πλάκας αφού έχουν καλυφθεί οι αρμοί μεταξύ των προκατασκευασμένων δοκών με κατάλληλα ταινία.
 - Στο μικτό σύστημα, κατά το οποίο οι δοκοί τοποθετούνται σε απόσταση μεταξύ τους και στη συνέχεια με τη βοήθεια καταλλήλου ξυλοτύπου γίνεται η σκυροδέτηση της πλάκας κυκλοφορίας.
- γ) Σύστημα πλήρους προκατασκευής κατά την οποία από βάθρο σε βάθρο τοποθετείται μόνο ένα προκατασκευασμένο στοιχείο.

(2) Ανάλογα με τα διατιθέμενα μέσα για την τοποθέτηση επί των βάθρων των προκατασκευασμένων δοκών διακρίνονται:

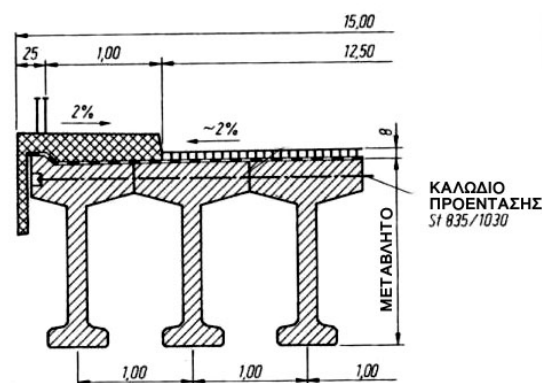
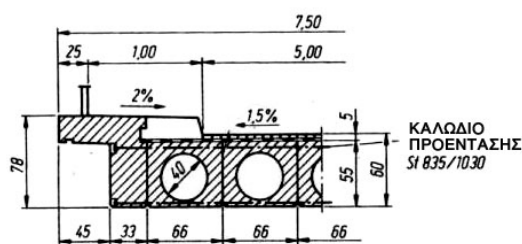
- Απλή προκατασκευή κατά την οποία γίνεται χρήση συνήθων γερανών
- Ειδική προκατασκευή κατά την οποία η δόμηση επιτυγχάνεται με ειδικά μηχανήματα και διατάξεις

5.7.2.1. Σύστημα αμιγούς συναρμολόγησης προκατασκευασμένων στοιχείων

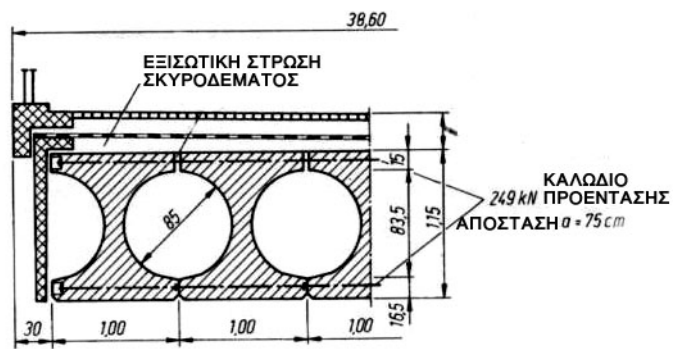
- (1) Στα σχήματα 5.7.2.1(1)α, β, γ, δ, ε και στ, καθώς και στον πίνακα 5.7.2.1(1), δίνονται διάφορες μορφές φορέων και στοιχεία γεφυρών, αντιστοίχως δομημένων με το σύστημα αυτό.
- (2) Η μέθοδος αυτή, λόγω των πολλών μειονεκτημάτων τα οποία σχετίζονται με την απουσία χαλαρού οπλισμού στους πολυάριθμους αρμούς και στη μη δυνατότητα αποκατάστασης της συνεχείας στην περίπτωση γεφυρών με πολλά ανοίγματα, δεν είναι δόκιμη για την κατασκευή οδικών γεφυρών.



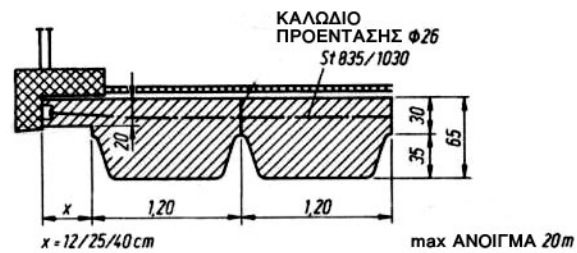
Σχήμα 5.7.2.1.(1)α



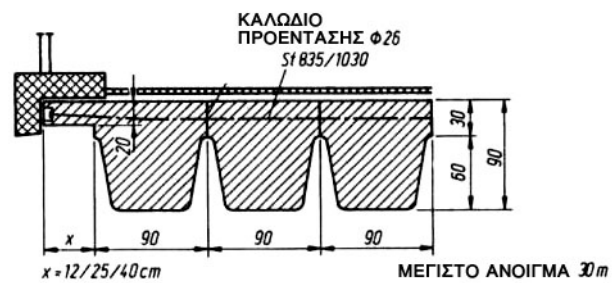
Σχήμα 5.7.2.1.(1)β



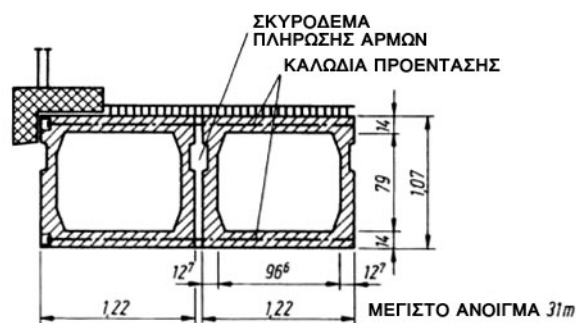
Σχήμα 5.7.2.1.(1)γ



Σχήμα 5.7.2.1.(1)δ











Σχήμα 5.7.2.1.(1)ε



Σχήμα 5.7.2.1.(1)στ

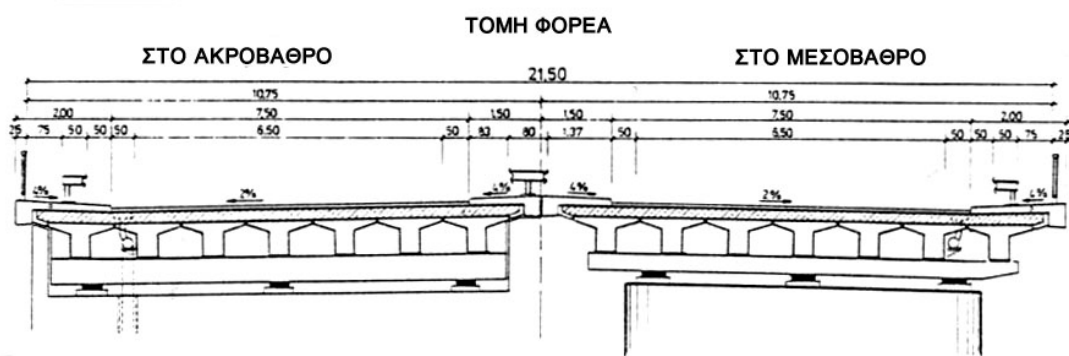
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.7.2.1.(1)

ΔΙΑΜΟΡΦΟΥΜ ΣΥΣΤΗΜΑ ΦΟΡΕΑ	ΧΩΡΑ	ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΠΡΟΚΑΤ ΔΟΚΟΥ (cm)	ΑΝΟΙΓΜΑ (m)	ΛΥΓΗΡΟΤΗΤΑ	ΒΑΡΟΣ ΠΡΟΚΑΤ ΔΟΚΟΥ (kN/m)	ΑΝΑΛΩΣΗ ΣΚΥΡΟΔΕΜ. (m ³ /m ²)
ΟΡΘΟΤΡΟΠΗ ΠΛΑΚΑ	BRD	 67 55	14	1/24	5,2	0,30
ΠΛΑΚΑ ΜΕ ΚΕΝΑ	BRD	 66 75	20	1/27	9,5	0,56
ΠΛΑΚΑ ΜΕ ΚΕΝΑ	BRD	 100 115	30	1/27	15,0	0,59
ΑΝΙΣΟΤΡΟΠΗ ΠΛΑΚΑ	Nieder- lande	 120 65	20	1/31	18,0	0,57
ΑΝΙΣΟΤΡΟΠΗ ΠΛΑΚΑ	Nieder- lande	 90 90	30	1/33	18,0	0,75
ΑΝΙΣΟΤΡΟΠΗ ΠΛΑΚΑ	BRD	 100 100	30	1/30	14,0	0,65
ΠΟΛΥΚΥΨΕΛΩΤΟ ΚΙΒΩΤΙΟ	USA	 122 107	31	1/29	11,5	0,45
ΠΛΑΚΟΔΟΚΟΣ	BRD	 100 var	50	1/25	10,0	0,48

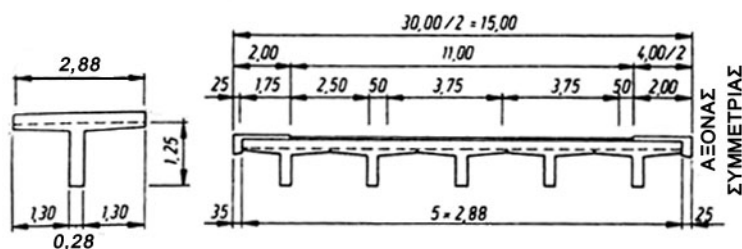
5.7.2.2. Μικτό σύστημα προκατασκευής

5.7.2.2.1 Κλασσικό μικτό σύστημα προκατασκευής

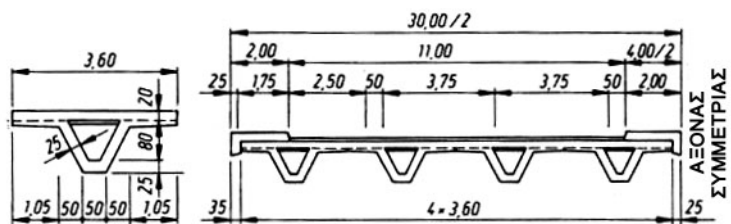
- (1) Όπως προαναφέρθηκε, στο κλασσικό μικτό σύστημα οι προκατασκευασμένες δοκοί τοποθετούνται δίπλα στην άλλη και ακολούθως γίνεται η σκυροδέτηση των διαδοκίδων στις θέσεις των στηρίξεων και της πλάκας, αφού έχουν καλυφθεί οι αρμοί μεταξύ των προκατασκευασμένων δοκών με κατάλληλα ταινία.
- (2) Το σύστημα αυτό παρουσιάζει τα εξής πλεονεκτήματα:
 - Πλάκα κυκλοφορίας χωρίς αρμούς
 - Ακρίβεια στην τήρηση των υψομέτρων (άνεση στην κυκλοφορία)
 - Επιπεδότητα (εξασφάλιση καλής μόνωσης)
 - Εξασφάλιση ασφαλούς δαπέδου εργασίας (πυκνή διάταξη των δοκών)
 - Απαιτούνται μόνο πλευρικά παραπέτα ασφαλείας
 - Απλή και εύκολη στεγανοποίηση των αρμών μεταξύ των δοκών
- (3) Στα σχήματα 5.7.2.2.1.(3)α, β, γ, δ, ε, στ, ζ, η, θ και ι, καθώς και στον πίνακα 5.7.2.2.1.(3), δίνονται διάφορες μορφές φορέων και στοιχεία γεφυρών αντιστοίχως δομημένων με το σύστημα αυτό.



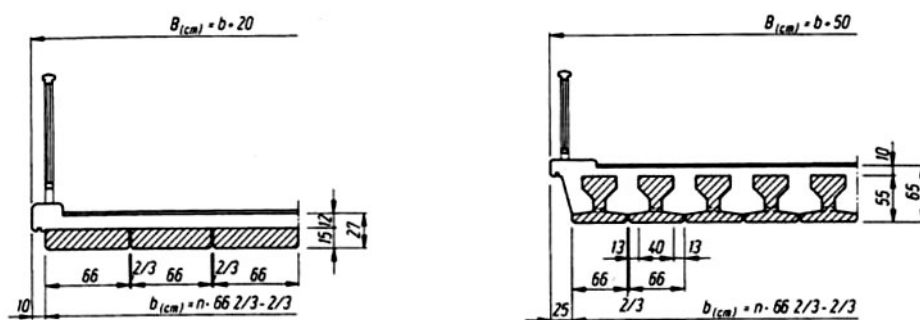
Σχήμα 5.7.2.2.1.(3)α



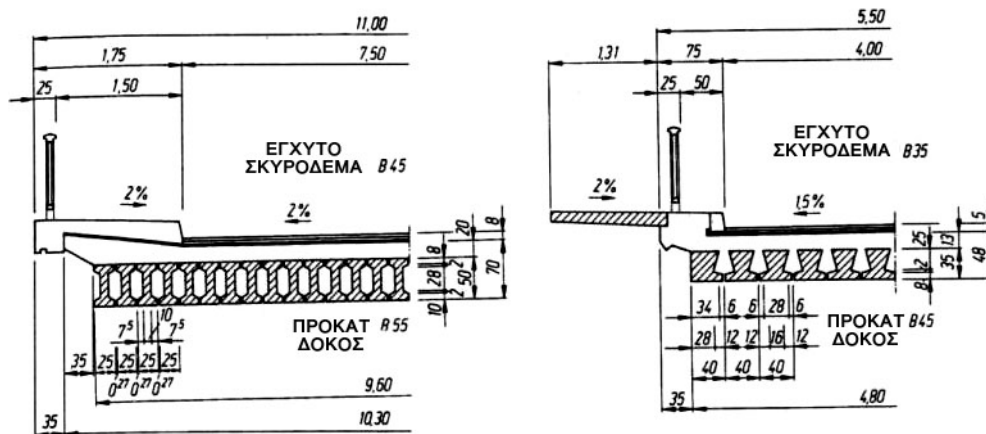
Σχήμα 5.7.2.2.1.(3)β



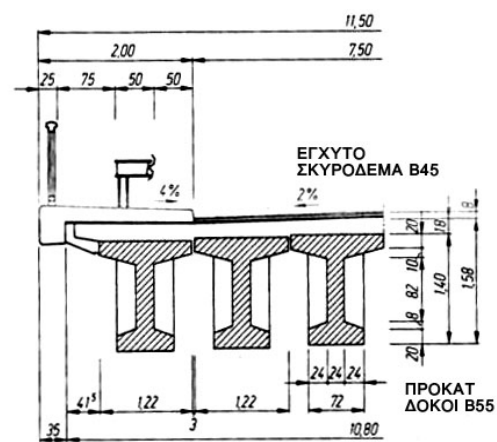
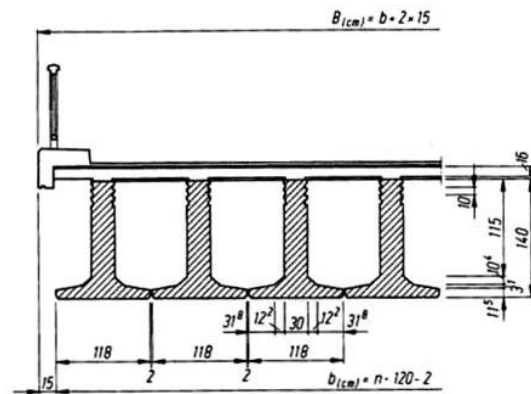
Σχήμα 5.7.2.2.1.(3)γ



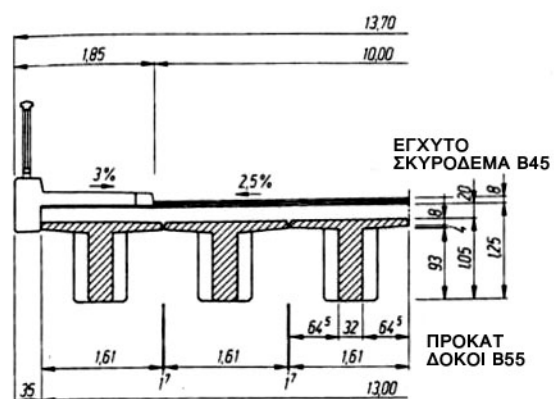
Σχήμα 5.7.2.2.1.(3)δ



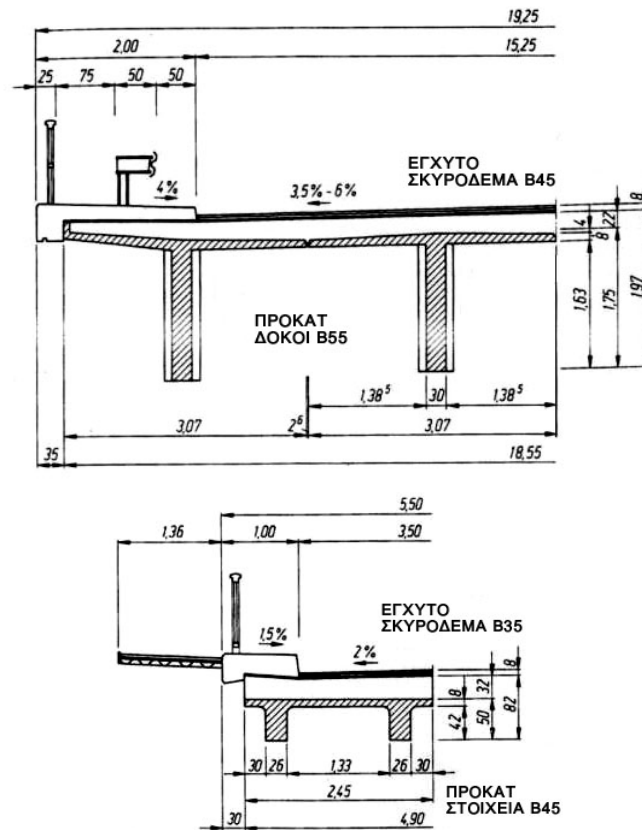
Σχήμα 5.7.2.2.1.(3)ε



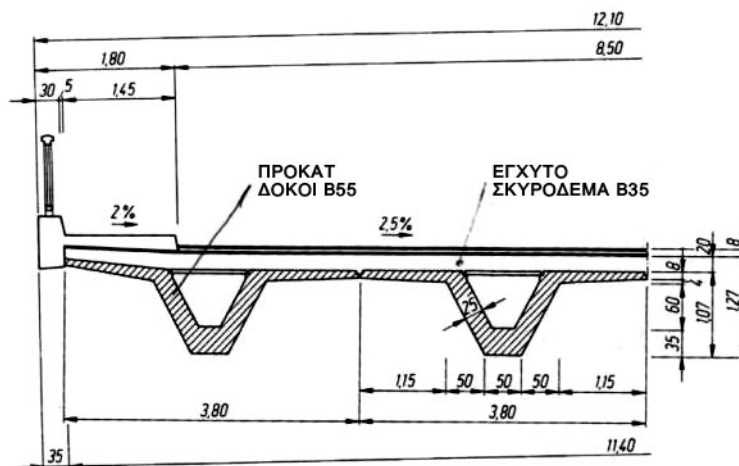
Σχήμα 5.7.2.2.1.(3)στ



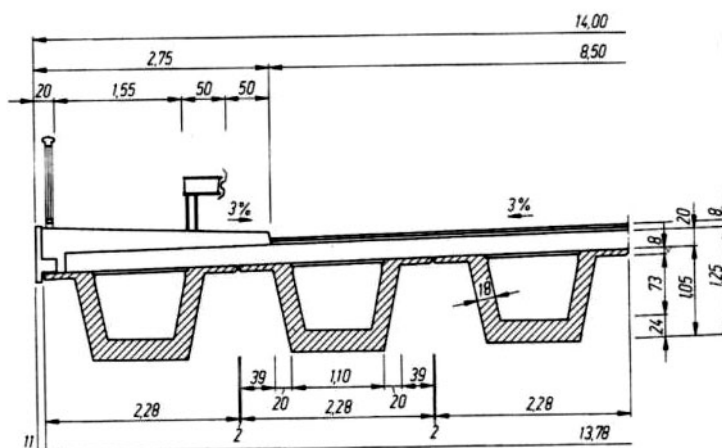
Σχήμα 5.7.2.2.1.(3)ζ



Σχήμα 5.7.2.2.1.(3)η











Σχήμα 5.7.2.2.1.(3)θ



Σχήμα 5.7.2.2.1.(3)ι

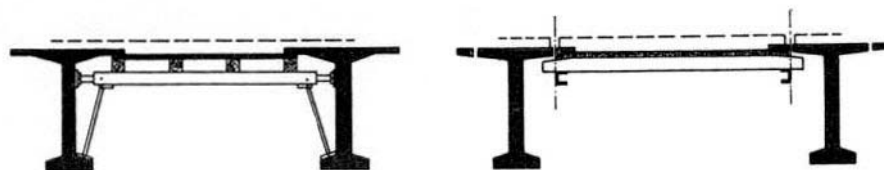
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.7.2.2.1.(3)

ΔΙΑΜΟΡΦΟΥΜ ΣΥΣΤΗΜΑ ΦΟΡΕΑ	ΧΩΡΑ	ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΠΡΟΚΑΤ ΔΟΚΟΥ (cm)	ΑΝΟΙΓΜΑ (m)	ΛΥΓΗΡΟΤΗΤΑ	ΒΑΡΟΣ ΠΡΟΚΑΤ ΔΟΚΟΥ (kN/m)	ΑΝΑΛΩΣΗ ΣΚΥΡΟΔΕΜ. (m ³ /m ²)
ΟΡΘΟΤΡΟΠΗ ΠΛΑΚΑ	BRD	 67 55	14	1/24	5,2	0,30
ΠΛΑΚΑ ΜΕ ΚΕΝΑ	BRD	 66 75	20	1/27	9,5	0,56
ΠΛΑΚΑ ΜΕ ΚΕΝΑ	BRD	 100 115	30	1/27	15,0	0,59
ΑΝΙΣΟΤΡΟΠΗ ΠΛΑΚΑ	Nieder- lande	 120 65	20	1/31	18,0	0,57
ΑΝΙΣΟΤΡΟΠΗ ΠΛΑΚΑ	Nieder- lande	 90 90	30	1/33	18,0	0,75
ΑΝΙΣΟΤΡΟΠΗ ΠΛΑΚΑ	BRD	 100 100	30	1/30	14,0	0,65
ΠΟΛΥΚΥΨΕΛΩΤΟ ΚΙΒΩΤΙΟ	USA	 122 107	31	1/29	11,5	0,45
ΠΛΑΚΟΔΟΚΟΣ	BRD	 100 var	50	1/25	10,0	0,48

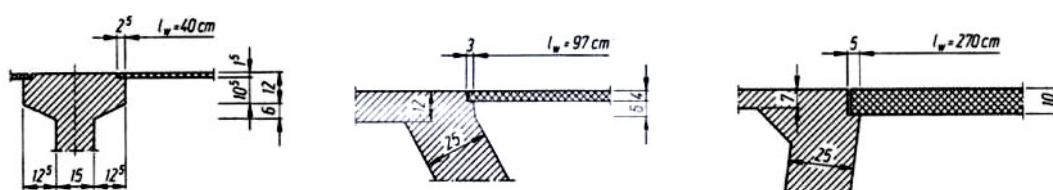
5.7.2.2.2 Μικτό σύστημα προκατασκευής με δοκούς σε απόσταση

- (1) Κατά την παραλλαγή αυτή του μικτού συστήματος προκατασκευής, οι δοκοί τοποθετούνται σε αποστάσεις μεταξύ τους και η σκυροδέτηση της πλάκας

κυκλοφορίας γίνεται με τη βοήθεια καταλλήλου ξυλοτύπου [βλέπε σχήμα 5.7.2.2.2.(1)α] ή με πλάκες από ίνες τσιμέντου κ.λ.π. [βλέπε σχήμα 5.7.2.2.2.(1)β]

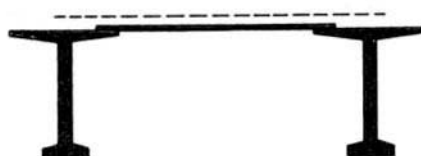


Σχήμα 5.7.2.2.2.(1)



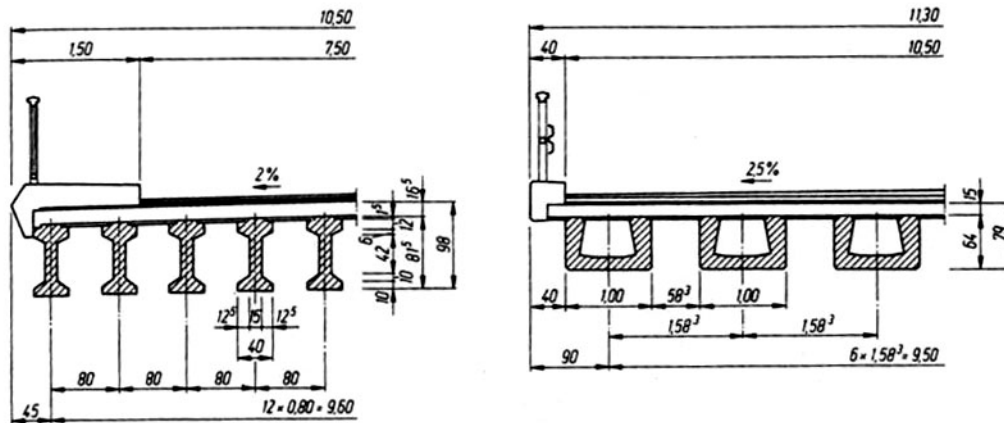
Σχήμα 5.7.2.2.2.(1)β

- (2) Στην Ελλάδα έχει επικρατήσει σχεδόν αποκλειστικά η κατασκευή της πλάκας κυκλοφορίας με τη χρήση προπλακών που φέρουν ενσωματωμένο τον πρωτεύοντα οπλισμό και συμπλήρωμα με επί τόπου σκυροδέτηση [βλέπε σχήμα 5.7.2.2.2.(2)]

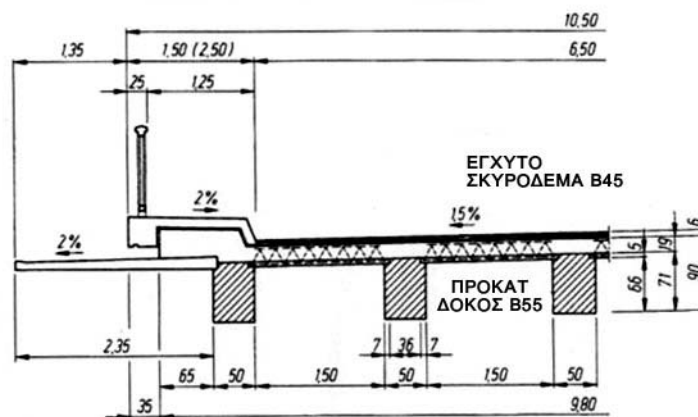


Σχήμα 5.7.2.2.2.(2)

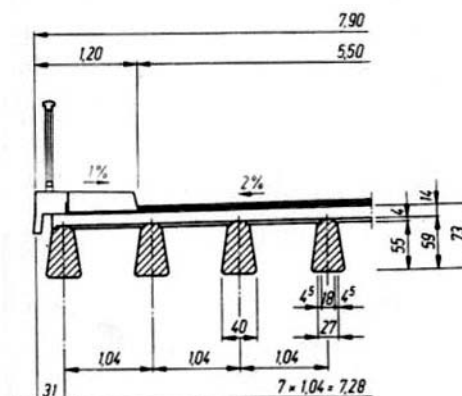
- (3) Στα σχήματα 5.7.2.2.2.(3)α, β, γ και δ καθώς, και στον πίνακα 5.7.2.2.2.(3), δίνονται διάφορες μορφές φορέων και στοιχεία γεφυρών αντιστοίχως δομημένων με το σύστημα αυτό.



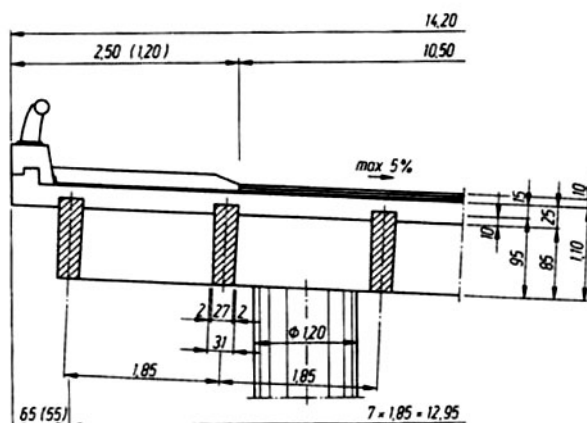
Σχήμα 5.7.2.2.2.(3)α



Σχήμα 5.7.2.2.2.(3)β









Σχήμα 5.7.2.2.2.(3)γ



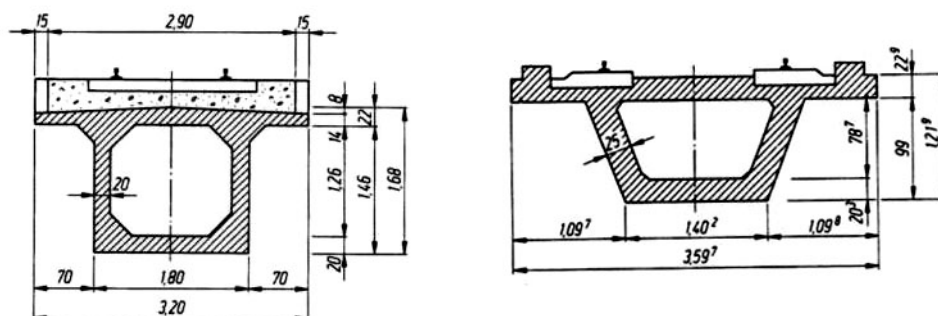
Σχήμα 5.7.2.2.2.(3)δ

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.7.2.2.2.(3)

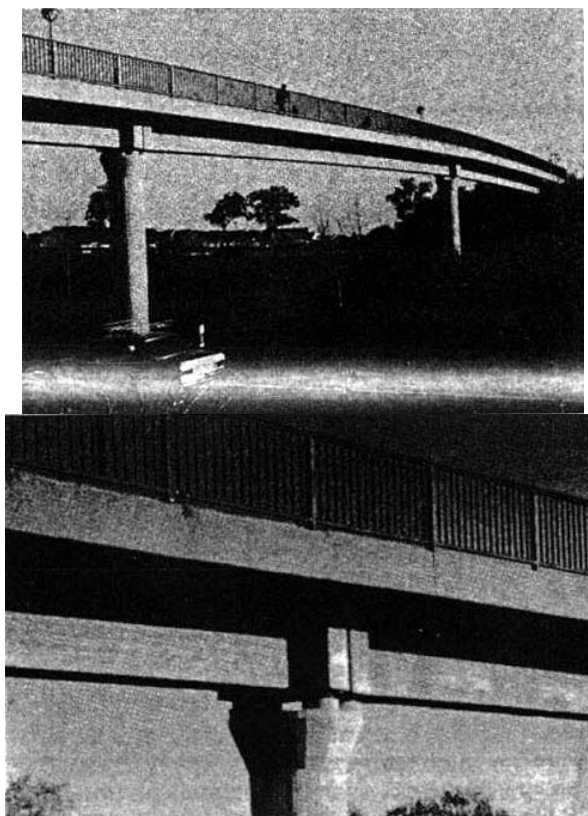
ΜΟΡΦΗ ΔΟΚΟΥ	ΧΩΡΑ	ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΠΡΟΚΑΤ. ΔΟΚΟΥ (cm)	ΑΝΟΙΓΜΑ (m)	ΛΥΓΗΡΟΤΗΤΑ	ΒΑΡΟΣ ΠΡΟΚΑΤ. ΔΟΚΟΥ (kN/m)	ΑΝΑΛΩΣΗ ΣΚΥΡΟ. (m ³ /m ²)
ΟΡΘΟΓΩΝ. ΔΟΚΟΣ	BRD		27	1/30	9,2	0,43
ΤΡΑΠΕΖ. ΔΟΚΟΣ	Frankreich		20	1/27	5,0	0,38
ΤΡΑΠΕΖ. ΔΟΚΟΣ	BRD		30	1/27	7,1	0,43
ΔΟΚΟΣ ΜΟΡΦΗΣ I	Frankreich		25	1/25	5,2	0,44
ΔΟΚΟΣ ΜΟΡΦΗΣ U	Finnland		28	1/35	9,0	0,39
ΚΙΒΩΤΙΟ	BRD		28	1/28	24,0	0,48

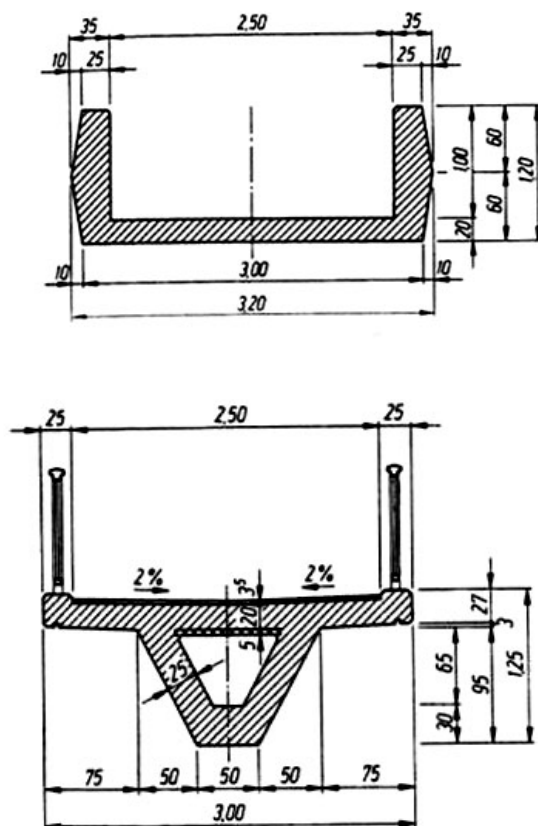
5.7.2.3. Σύστημα πλήρους προκατασκευής

- (1) Το σύστημα της πλήρους προκατασκευής, όπως προαναφέρθηκε, συνίσταται στην τοποθέτηση από βάθρο σε βάθρο ενός μόνο προκατασκευασμένου στοιχείου.
- (2) Λόγω της περιορισμένης δυναμικότητας (περίπου 900KN) των τρέχουσας φύσης γερανών, τα προκατασκευασμένα αυτά στοιχεία μπορούν να καλύψουν μία επιφάνεια της τάξεως των 90m². Εξ αυτού του λόγου είναι ιδιαίτερα κατάλληλα για φορείς περιορισμένου πλάτους, όπως π.χ. σιδηροδρομικές γέφυρες μίας γραμμής [βλέπε σχήμα 5.7.2.3.(2)α] ή πεζογέφυρες [βλέπε σχήμα 5.7.2.3.(2)β].



Σχήμα 5.7.2.3.(2)α





Σχήμα 5.7.2.3.(2)β

5.7.2.4. Ειδική προκατασκευή

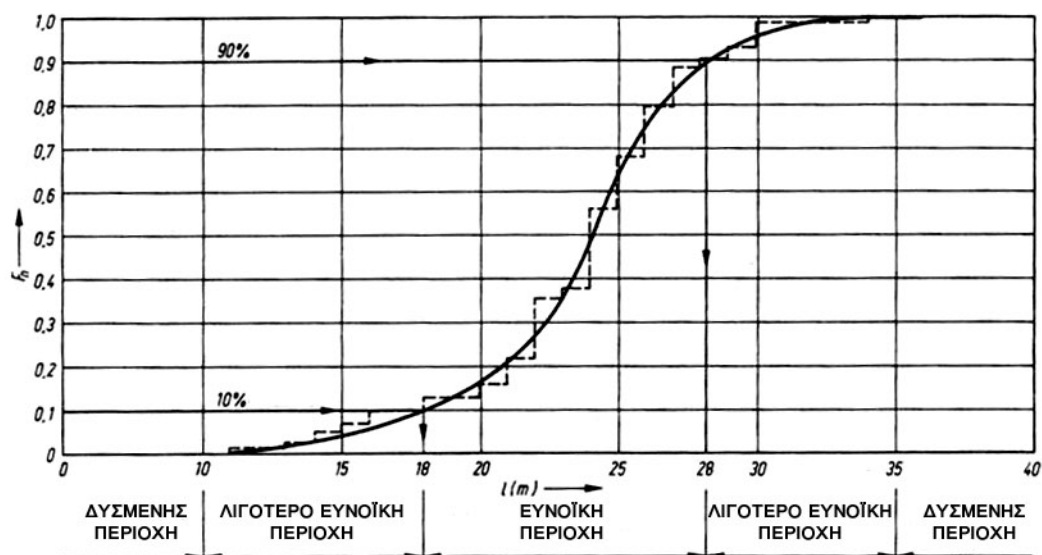
- (1) Ο όρος ειδική προκατασκευή αναφέρεται στη χρησιμοποίηση, στην κατασκευαστική διαδικασία, μέσων για την τοποθέτηση των προκατασκευασμένων δοκών τα οποία υπερβαίνουν τις δυνατότητες των συνήθων γερανών. Απαιτείται δηλαδή η χρησιμοποίηση ειδικών διατάξεων μεταφοράς και τοποθέτησης των προκατασκευασμένων στοιχείων π.χ. CARRO PONTE, πλωτών γερανών κ.λ.π.
- (2) Η δυναμικότητα των συνήθων γερανών ανέρχεται περίπου στα 900KN. Λαμβάνοντας υπόψη βάρος ανά τρέχον μέτρο προκατασκευασμένης δοκού 20KN/m, προκύπτει ότι για ανοίγματα μεγαλύτερα των 45m είναι απαραίτητη η χρησιμοποίηση των ειδικών διατάξεων.
- (3) Συνοψίζοντας τα σχετικά με τα χρησιμοποιούμενα μέσα στην προκατασκευή, διακρίνουμε τις εξής περιπτώσεις:

- Για ανοίγματα μεγαλύτερα των 45m απαιτείται η χρησιμοποίηση ειδικών διατάξεων.
- Για ανοίγματα κυμαινόμενα από 30m έως 45m είναι δυνατή η χρησιμοποίηση είτε συνήθων γερανών είτε ειδικών διατάξεων. Για την απόφαση στην περίπτωση αυτή πρέπει να ληφθούν υπόψη και άλλοι παράγοντες, όπως είναι το συνολικό μήκος της γέφυρας, ο αριθμός των προκατασκευασμένων δοκών, το ανάγλυφο του εδάφους κ.λ.π.
- Για ανοίγματα μικρότερα των 30m χρησιμοποιούνται, στη συντριπτική πλειοψηφία των περιπτώσεων, συνήθεις γερανοί.

5.7.3. Περιοχή και τρόπος εφαρμογής της μεθόδου

- (1) Από άποψη μηκών ανοιγμάτων η πλέον ευνοϊκή περιοχή για την εφαρμογή της μεθόδου των προκατασκευασμένων δοκών κυμαίνεται από 18m έως 28m. Λιγότερο ευνοϊκές περιοχές είναι από 10m έως 18m και από 28m έως 35m. Ανοίγματα μικρότερα των 10m και μεγαλύτερα των 35m, εμπίπτουν στη δυσμενή περιοχή εφαρμογής της μεθόδου. Τα παραπάνω προέκυψαν από στατιστική επεξεργασία δεδομένων σειράς ετών [βλέπε και διάγραμμα 5.7.3.(1) καμπύλης αθροιστικής πιθανότητας]

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.7.3.(1)



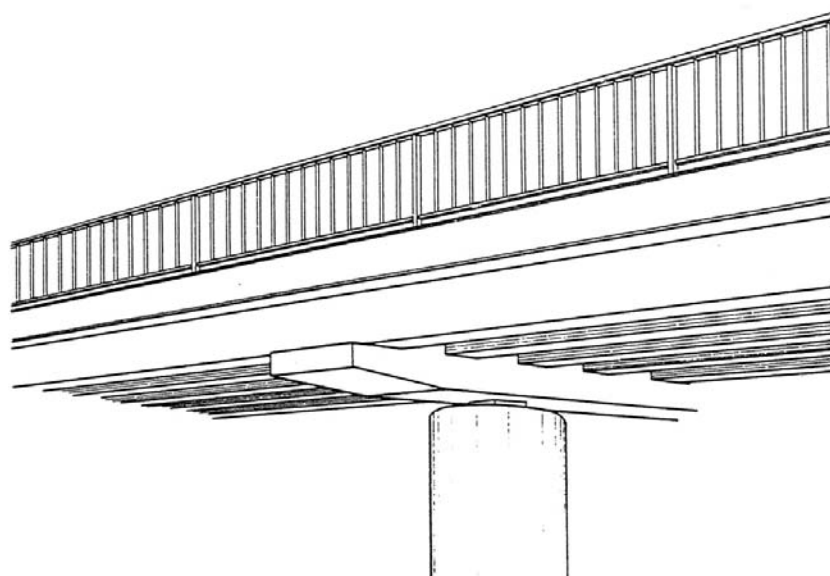
- (2) Σύμφωνα με την εγκύκλιο ARS 23/1993 του Ομοσπονδιακού Υπουργείου Συγκοινωνιών της Γερμανίας για την περιοχή και τον τρόπο εφαρμογής της μεθόδου των προκατασκευασμένων δοκών ισχύουν οι ακόλουθες οδηγίες:

- Μήκος ανοιγμάτων < 35m
- Γωνία λοξότητας γέφυρας >60°

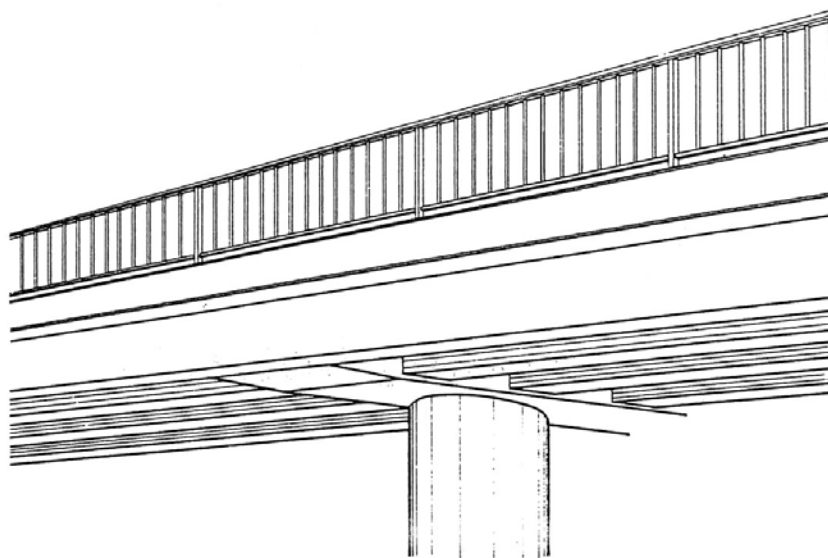
- γ) Οριζοντιογραφική ακτίνα καμπυλότητας $R > 500m$
- δ) Όχι εφαρμογή σε μεγάλες γέφυρες (κοιλαδογέφυρες ή γέφυρες υπεράνω ποταμών)
- ε) Διατμητική σύνδεση/συμπλήρωση των προκατασκευασμένων δοκών με έγχυτες εγκάρσιες διαδοκίδες στους άξονες έδρασής τους και έγχυτη πλάκα [βλέπε σχήμα 5.7.3.(2)α]
- στ) Αποκατάσταση της συνεχείας κατά τη διαμήκη έννοια σε γέφυρες πολλών ανοιγμάτων, με έγχυτες επί τόπου εγκάρσιες διαδοκίδες και πλάκα [βλέπε σχήματα 5.7.3.(2)β και γ]
- ζ) Εφαρμογή προκατασκευασμένων προεντεταμένων δοκών διατομής T
- η) Ελαχιστοποίηση των εφεδράνων στον απολύτως απαραίτητο αριθμό



Σχήμα 5.7.3.(2)α



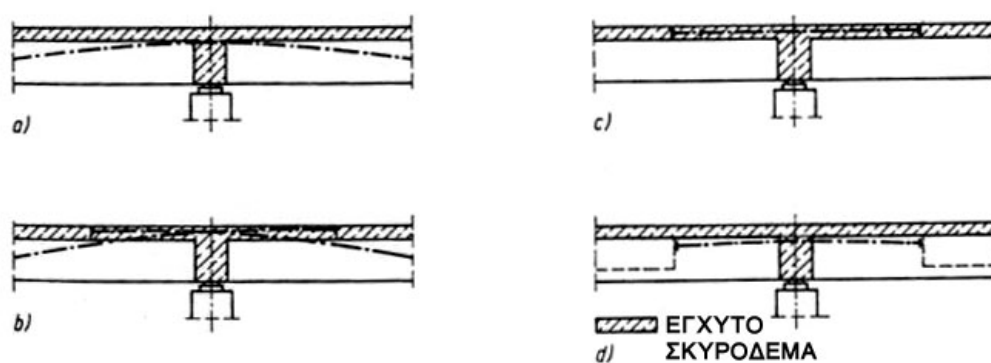
Σχήμα 5.7.3.(2)β



Σχήμα 5.7.3.(2)γ

5.7.4. Αποκατάσταση συνεχείας κατά τη διαμήκη έννοια της γέφυρας

- (1) Τονίζεται ότι η αποκατάσταση της συνεχείας στην περίπτωση γέφυρας πολλών ανοιγμάτων γίνεται με επί τόπου εγχυνόμενο σκυρόδεμα και εφαρμογή προέντασης, όπως αναλυτικά περιγράφεται στα επόμενα εδάφια.
- (2) Για τη μετάβαση από το στάδιο των αμφιέρειστων προκατασκευασμένων δοκών στη συνεχή στατική λειτουργία του φορέα υπάρχουν οι εξής λύσεις οι οποίες απεικονίζονται στο σχήμα 5.7.4.(2):
 - α) Ενσυρμάτωση εκ των υστέρων τενόντων συνεχείας
 - β) Τένοντες εξερχόμενοι από τις προκατασκευασμένες δοκούς και αγκυρούμενοι στην επί τόπου σκυροδετούμενη πλάκα
 - γ) Πρόσθετοι τένοντες στην επί τόπου σκυροδετούμενη πλάκα
 - δ) Ενσυρμάτωση εκ των υστέρων τενόντων, παρά τη στήριξη, στις δοκούς του προκατασκευασμένου στοιχείου



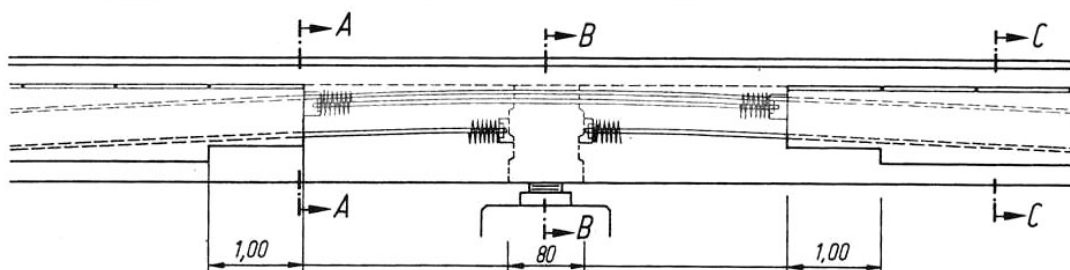
Σχήμα 5.7.4.(2)

- (3) Οι λύσεις αυτές, μεμονωμένες ή σε συνδυασμό, επιτρέπουν την αποκατάσταση της συνέχειας κατά τη διαμήκη έννοια. Στην πράξη έχουν διαμορφωθεί τα παρακάτω συστήματα συνυφασμένα με διάφορες φάσεις κατασκευής.

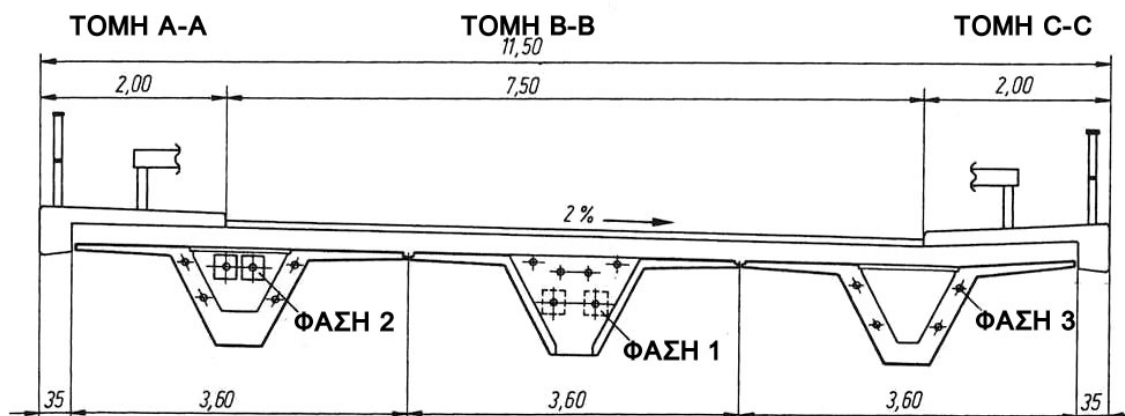
α) ΣΥΣΤΗΜΑ Α (Συνδυασμός λύσεων α και d)

- Φάση 1: Τοποθέτηση των προκατασκευασμένων δοκών επί προσκυροδετηθέντων εγκαρσίων δοκών μέσω καταλλήλων γρύλων
- Φάση 2: Αποκατάσταση της συνέχειας με σκυροδέτηση μέχρι την πάνω στάθμη του προκατασκευασμένου στοιχείου, ενσυρμάτωση των περιβλημάτων των τενόντων και προένταση των καλωδίων. Έδραση των προ-κατασκευασθέντων δοκών στην οριστική θέση τους.
- Φάση 3: Σκυροδέτηση της πλάκας κυκλοφορίας και προένταση των εκ των υστέρων ενσυρματωθέντων τενόντων συνεχείας.

Η όλη διαδικασία εμφανίζεται στα σχήματα 5.7.4.(3).α1 και 5.7.4.(3).α2.



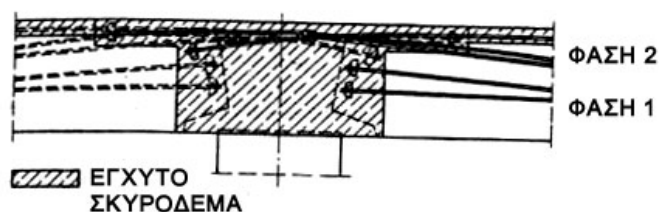
Σχήμα 5.7.4.(3).α1



Σχήμα 5.7.4.(3).α2

β) ΣΥΣΤΗΜΑ Β (Εφαρμογή της λύσεως b)

- Φάση 1: Όπως στο σύστημα Α.
- Φάση 2: Αποκατάσταση της συνέχειας με επί τόπου έγχυτο σκυρόδεμα και σκυροδέτηση στην περιοχή στήριξης της πλάκας κυκλοφορίας. Προένταση των τενόντων οι οποίοι εξέρχονται από τις προκατασκευασμένες δοκούς. Απομάκρυνση των προσωρινών στηριγμάτων των δοκών - έδρασή τους στην οριστική θέση τους.
- Φάση 3: Σκυροδέτηση του υπολοίπου (από τη Φάση 2) της πλάκας κυκλοφορίας [βλέπε σχήμα 5.7.4.(2).β].



Σχήμα 5.7.4.(2).β

γ) ΣΥΣΤΗΜΑ C (Εφαρμογή της λύσεως c)

Ανάλογα με το σύστημα Β, με τη διαφορά ότι στη Φάση 2 γίνεται προένταση καλωδίων τα οποία τοποθετούνται στην πλάκα κυκλοφορίας στην περιοχή της στήριξης.

δ) ΣΥΣΤΗΜΑ D (Εφαρμογή της λύσεως d)

Ανάλογα με το σύστημα Α, χωρίς τούς τένοντες συνέχειας της φάσεως 3.

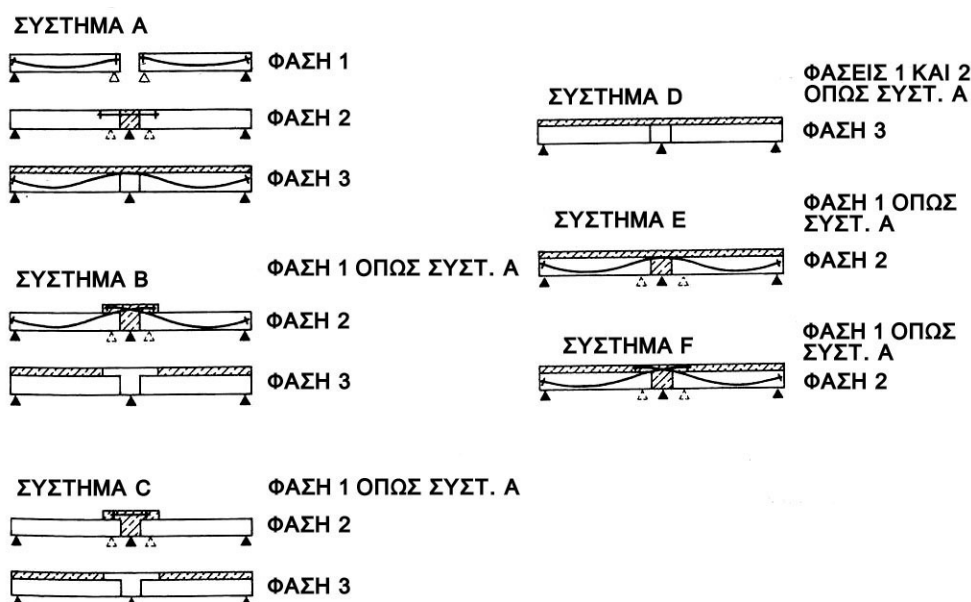
ε) ΣΥΣΤΗΜΑ Ε (Εφαρμογή της λύσεως α)

- Φάση 1: Όπως στο σύστημα Α.
- Φάση 2: Σκυροδέτηση επί τόπου. Ενσυρμάτωση των ήδη τοποθετηθέντων περιβλημάτων και προένταση των καλωδίων των τενόντων συνεχείας. Απομάκρυνση των προσωρινών στηριγμάτων των δοκών - έδρασή τους στην οριστική θέση τους.

στ) ΣΥΣΤΗΜΑ F (Εφαρμογή της λύσεως b)

Ανάλογα με το σύστημα Ε. Τα προεντεινόμενα στη φάση 2 καλώδια προέρχονται από τις προκατασκευασμένες δοκούς και αγκυρώνονται στην πλάκα κυκλοφορίας.

- (4) Στο σχήμα 5.7.4.(4) δίνεται συνοπτική παραστατική εικόνα των συστημάτων που αναφέρονται στο παραπάνω εδάφιο (3).



Σχήμα 5.7.4.(4)

- (5) Στον πίνακα 5.7.4.(5) δίνονται συνοπτικά τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των συστημάτων πάνω σε καθαρά τεχνικά θέματα. Από την απλή αντιπαράθεση των συστημάτων προκύπτει ότι το σύστημα Α πλεονεκτεί έναντι όλων των άλλων. Μία οικονομική σύγκριση, λόγω των πολλών συντελεστών οι οποίοι υπεισέρχονται, χρειάζεται λεπτομερή εξέταση πέραν των ορίων του παρόντος.

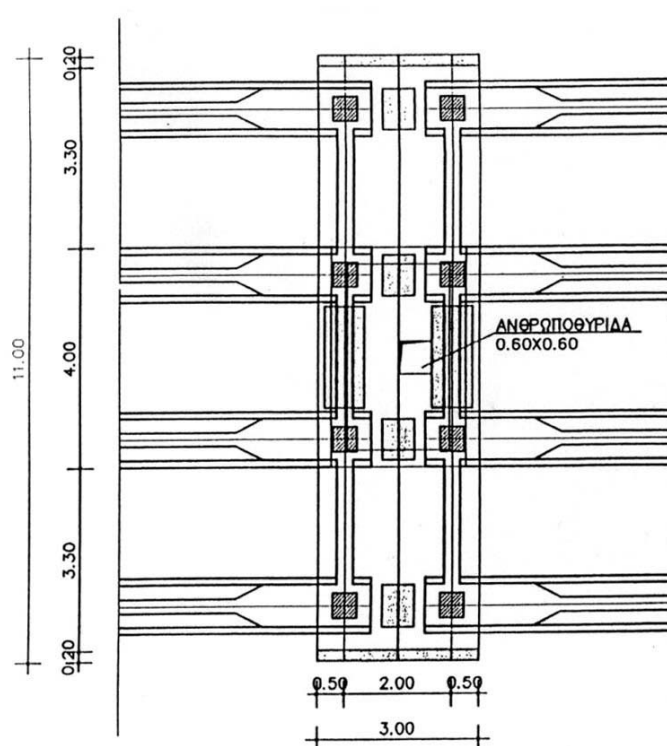
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.7.4.(5)

ΣΥΣΤΗΜΑ	A	B	C	D	E	F
ΛΥΣΗ	(a)+(d)	(b)	(c)	(d)	(a)	(b)
ΦΑΣΕΙΣ	3	3	3	3	2	2
ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ						
Έγχυτη επί τόπου πλάκα χωρίς αρμούς	▪			▪	▪	▪
Μικρότερα άλματα διαγράμματος ροπών από αγκύρωση τενόντων	▪			▪	▪	
Αγκύρωση τενόντων σε θλιβόμενη περιοχή της διατομής	▪			▪	▪	
Περιορισμένη δυσκολία στην τήρηση των επιτρεπομένων τάσεων θλίψεως της προθλιβομένης ζώνης	▪			▪	▪	▪
Περιορισμένη δυσκολία στην τήρηση των επιτρεπομένων εφελκυστικών τάσεων	▪	▪	▪			▪
Περιορισμένη ανακατανομή λόγω χρόνιων παραμορφώσεων	▪	▪	▪	▪		
ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ						
Έγχυτη επί τόπου πλάκα με αρμούς διακοπής		▪	▪			
Μεγαλύτερα άλματα διαγράμματος ροπών από αγκύρωση τενόντων		▪	▪			▪
Αγκύρωση τενόντων σε μη θλιβόμενη περιοχή της διατομής		▪	▪			▪
Μεγαλύτερη δυσκολία στην τήρηση των επιτρεπομένων τάσεων θλίψεως στην προθλιβόμενη ζώνη		▪	▪			
Μεγαλύτερη δυσκολία στην τήρηση των επιτρεπομένων εφελκυστικών τάσεων				▪	▪	
Μεγαλύτερη ανακατανομή λόγω χρόνιων παραμορφώσεων					▪	▪

- (6) Τονίζεται ότι για λόγους αντοχής στη διάρκεια του χρόνου, η αποκατάσταση της συνεχείας θα πρέπει να γίνεται σε δύο φάσεις, όπως στο σύστημα Α. Η πρακτική αυτή παρουσιάζει τα παρακάτω πλεονεκτήματα:

- Σκυροδέτηση της πλάκας κυκλοφορίας χωρίς αρμό διακοπής εργασίας

- Δυνατότητα ευνοϊκού καθορισμού της υψομετρικής θέσεως των καλωδίων προέντασης στην περιοχή της στήριξης σε συσχετισμό με τον έλεγχο της εντατικής κατάστασης στην κάτω πλευρά του φορέα
 - Πρόκληση "προέντασης" στην κάτω πλευρά του φορέα λόγω καταβιβασμού των γρύλων της φάσεως 2.
- (7) Τονίζεται ότι εκτός των πλεονεκτημάτων από άποψη στατική, λειτουργική και συντήρησης, τα οποία μάλιστα έχουν αυξημένη σημασία για τη χώρα μας, η αποκατάσταση της συνεχείας έχει και σοβαρή επίδραση στην αισθητική των γεφυρών με προκατασκευασμένους φορείς με τον περιορισμό των διαστάσεων των δοκών έδρασης (δεν απαιτείται στοά επιθεώρησης κ.λ.π.) [βλέπε σχήμα 5.7.4.(7)].



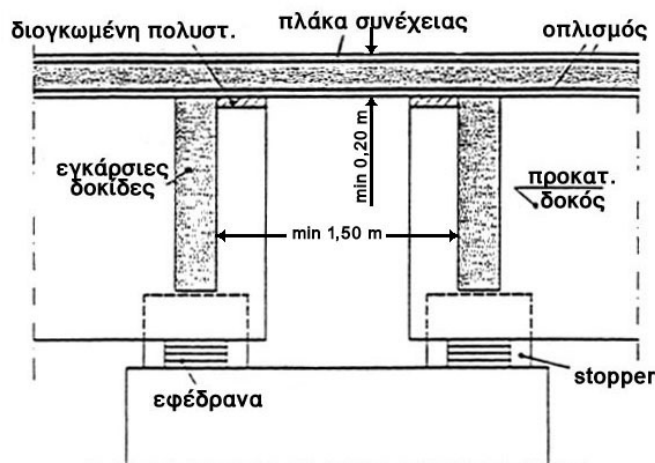
Σχήμα 5.7.4.(7)

5.7.5. Πλάκες συνεχείας

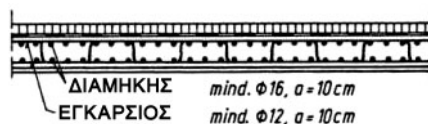
Για τις περιπτώσεις γεφυρών πολλών ανοιγμάτων για τις οποίες προκρίνεται η λύση των αμφιέριστων προκατασκευασμένων δοκών με παράλληλη χρήση πλακών συνεχείας θα λαμβάνονται υπόψη τα παρακάτω:

- α) Το ελάχιστο πάχος της πλάκας συνέχειας θα προβλέπεται 20cm
- β) Η ελάχιστη διάσταση των πλακών συνεχείας κατά τη διαμήκη έννοια της γέφυρας θα είναι 1,50m [βλέπε σχήμα 5.7.5.β]

- γ) Σημειώνεται ότι οι αναφερόμενες στα παραπάνω εδάφια ελάχιστες διαστάσεις ισχύουν για αμφιέριστους φορείς ανοίγματος $\leq 35\text{m}$, αξονική απόσταση των προκατασκευασμένων δοκών $\leq 2,5\text{m}$ και διαφορική καθίζηση γειτονικών βάθρων 1cm . Σε αντίθετη περίπτωση, το πάχος της πλάκας συνεχείας μπορεί να φθάσει τα 28 cm και η διάστασή τους, κατά τη διαμήκη έννοια της γέφυρας, $2,0\text{m}$.
- δ) Στις πλάκες συνεχείας θα προβλέπεται ελάχιστος διαμήκης οπλισμός $\Phi 16/10$ και εγκάρσιος $\Phi 12/10$ [βλέπε σχήμα 5.7.5.δ]



Σχήμα 5.7.5.β



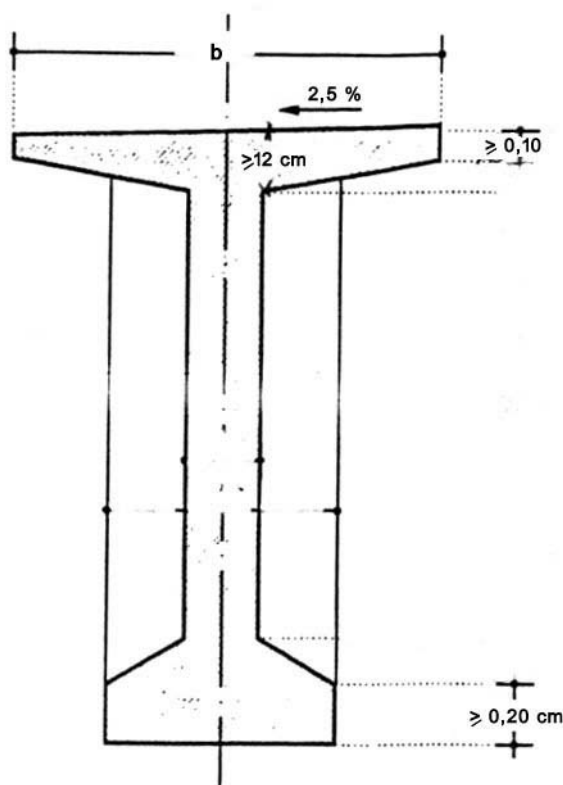
Σχήμα 5.7.5.δ

5.7.6. Ελάχιστες διαστάσεις προκατασκευασμένων δοκών

Τα πλέον συνήθη συναντώμενα πάχη είναι:

- (1) Ελάχιστο πάχος έγχυτης πλάκας πάνω από προκατασκευασμένα στοιχεία 20cm .
- (2) Ελάχιστο πάχος πρόπλακας λαμβανομένης υπόψη στατικά 8 cm .
- (3) Ελάχιστο πάχος κορμού προκατασκευασμένης δοκού:
 - ύψους $\leq 1,0\text{m}$ 30 cm
 - ύψους $\geq 4,0\text{m}$ 50 cm
 - Για ενδιάμεσα ύψη γραμμική παρεμβολή

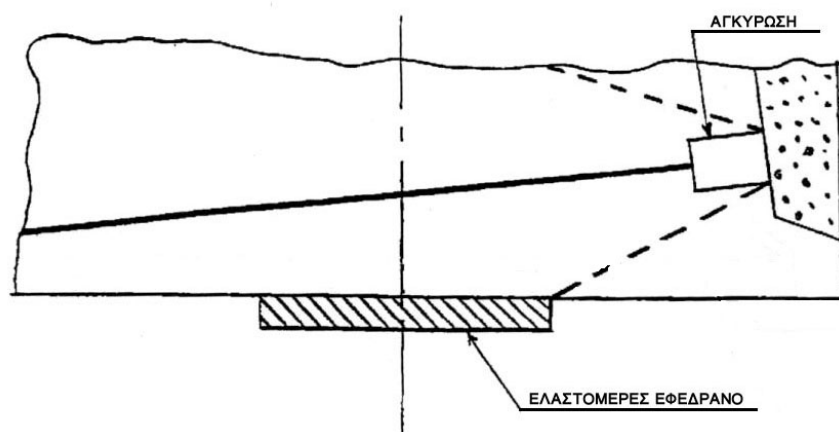
- Για εργοστασιακά κατασκευαζόμενες δοκούς επιτρέπεται η μείωση των παραπάνω διαστάσεων κατά 5 cm
- (4) Ελάχιστο πάχος άκρου πάνω πέλματος (σε σύνδεση με έγχυτη πλάκα) προκατασκευασμένης δοκού 10 cm.
- Ελάχιστο πάχος γένεσης πάνω πέλματος προκατασκευασμένης δοκού 12cm.
- Ελάχιστο πάχος άκρου κάτω πέλματος προκατασκευασμένης δοκού 20cm [βλέπε σχήμα 5.7.6.(4)].
- (5) Για την αποφυγή του φαινομένου της ύβωσης συνιστάται ο λόγος $b/l \leq 40$, όπου b το πλάτος του πάνω πέλματος της δοκού και l το μήκος της.



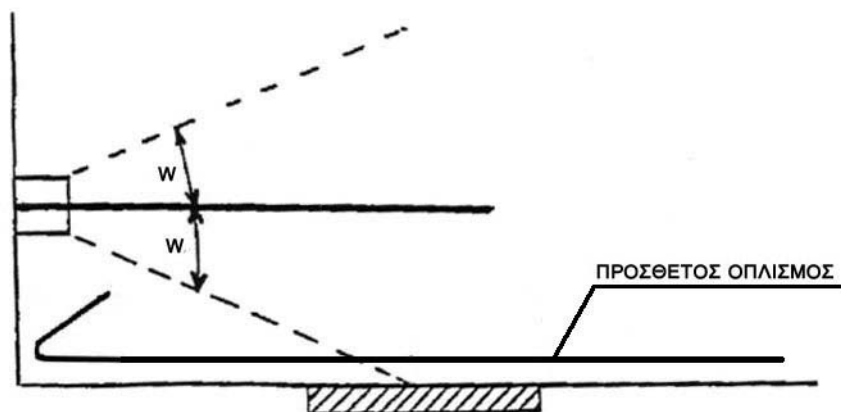
Σχήμα 5.7.6.(4)

5.7.7. Έδραση προκατασκευασμένων δοκών – Θέση εφεδράνων

- (1) Τονίζεται ιδιαίτερα ότι η τοποθέτηση των εφεδράνων σε σχέση με τα άκρα της προκατασκευασμένης δοκού, θα γίνεται κατά τρόπο ώστε να καλύπτεται από τον κώνο των θλιπτικών τάσεων, ο οποίος δημιουργείται στην αγκύρωση του τένοντος [βλέπε σχήμα 5.7.7.(1)α]. Στην περίπτωση κατά την οποία ο παραπάνω όρος δεν πληρούται ικανοποιητικά, τότε θα προβλέπεται οπλισμός καλά αγκυρούμενος [βλέπε σχήμα 5.7.7.(1)β].
- (2) Γίνεται γενικά αποδεκτό ότι η γωνία $w = \text{Arctg}(2/3)$.



Σχήμα 5.7.7.(1)α



Σχήμα 5.7.7.(1)β

5.7.8. Προένταση

5.7.8.1. Προένταση σε κλίνη (με άμεση συνάφεια)

- (1) Σύμφωνα με την παράγραφο 3.1.2 του DIN 4227/88, Μέρος 1, σε συνδυασμό με την παράγραφο 5.3 του DIN 1045/88, ο τρόπος παραγωγής προκατασκευασμένων προεντεταμένων στοιχείων με τη μέθοδο της προέντασης σε κλίνη, πρέπει να είναι εργοστασιακός.

Τονίζεται πάντως ότι, ακόμη και σε δοκούς οι οποίοι κατασκευάζονται σε εργοστάσιο, οι τένοντες είναι αποκλειστικά ευθύγραμμοι.

- (2) Κατά το σχεδιασμό των γεφυρών με εφαρμογή της μεθόδου της προέντασης σε κλίνη, δηλαδή καλωδίων προεντεινόμενων πριν από τη σκυροδέτηση των δοκών

και ευρισκομένων σε άμεση συνάφεια με το περιβάλλον σκυρόδεμα, θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα ακόλουθα:

- α) Η αγκύρωση των καλωδίων προέντασης πραγματοποιείται μέσω πρόσφυσης.
- β) Απαιτείται μεγαλύτερο μήκος για την ανάπτυξη της δύναμης προέντασης, γεγονός το οποίο συνεπάγεται μεγαλύτερο απαιτούμενο μήκος έδρασης της προκατασκευασμένης δοκού.
- γ) Περιορισμός της διαμέτρου των τενόντων κυκλικής διατομής σε 12mm. Για τένοντες με μη κυκλική διατομή το όριο της ισοδύναμης κυκλικής διαμέτρου καθορίζεται σε 8mm
- δ) Πρέπει να αποφεύγεται η χρήση προσθέτων στο σκυρόδεμα.
- ε) Η εφαρμογή αποκλειστικά της προέντασης σε κλίνη οδηγεί στην κατασκευή αμφιέριστων φορέων.
- στ) Η χρήση ευθυγράμμων καλωδίων προέντασης, η οποία, όπως προαναφέρθηκε, στη χώρα μας έχει αποκλειστική εφαρμογή, απαιτεί κλιμάκωση των τενόντων στην προθλιβομένη εφελκυσόμενη ζώνη καθώς και την ύπαρξη τενόντων στην θλιβόμενη ζώνη, με επακόλουθο τη μεγαλύτερη ανάλωση χάλυβα προέντασης. Ακόμη και στην περίπτωση πολυγωνικών καλωδίων προκύπτει μεγαλύτερη ανάλωση. Σημειώνεται ότι στην τελευταία περίπτωση οι απώλειες στις θέσεις των κορυφών της πολυγωνικής είναι πολύ σημαντικές.
- ζ) Ουδεμία συνεισφορά στην ανάληψη τεμνουσών δυνάμεων στην περίπτωση ευθυγράμμων καλωδίων.
- η) Απουσία ευελιξίας. Η προένταση επιβάλλεται μία φορά και για πάντα.
- θ) Αποκλειστική χρήση προέντασης σε κλίνη είναι κατάλληλη μόνο για πολύ μικρά ανοίγματα.
- ι) Τα μεγαλύτερα μήκη έδρασης δοκών σε συνδυασμό με αμφιέριστους φορείς οδηγούν σε ογκώδη ζυγώματα των μεσοβάθρων. Το ευθύγραμμο των καλωδίων οδηγεί επίσης σε αυξημένες διαστάσεις των προεντεταμένων δοκών. Το συνολικό αποτέλεσμα, εκτός των άλλων, έχει σοβαρές επιπτώσεις στην αισθητική των γεφυρών.

Συμπερασματικά τονίζεται ότι για όλους τους λόγους που αναφέρθηκαν, η προένταση σε κλίνη χρησιμοποιείται ορθολογιστικά, όσον αφορά τη γεφυροποιία, κατά τις φάσεις κατασκευής και σε συνδυασμό με τένοντες προεντεινόμενους μετά τη σκλήρυνση του σκυροδέματος.

5.7.8.2. Προένταση μετά τη σκλήρυνση του σκυροδέματος

- (1) Ιδιαίτερη προσοχή θα πρέπει να δίνεται κατά την προένταση των προκατασκευασμένων δοκών ώστε να μην εξαντλούνται οι επιτρεπόμενες τάσεις θλίψης στην προθλιβόμενη εφελκυσόμενη ζώνη. Η προαναφερθείσα εξάντληση

των τάσεων θλίψης, σε συνδυασμό και με τον χρόνο ο οποίος μεσολαβεί από την κατασκευή της προκατασκευασμένης δοκού μέχρι την ενσωμάτωσή της στον φορέα, μπορεί να οδηγήσει σε μη αναστρέψιμες παραμορφώσεις με άμεσες συνέπειες στη λειτουργικότητα της γέφυρας (φαινόμενο γιρλάντας) [βλέπε σχήμα 5.7.8.2.(1)].



Σχήμα 5.7.8.2.(1)

- (2) Η παρατήρηση του παραπάνω εδαφίου είναι αυτονόητο ότι ισχύει και για την προένταση σε κλίνη.

5.7.9. Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα

- (1) Τα πλεονεκτήματα της μεθόδου είναι:
- Ταχύτητα κατασκευής
 - Οικονομία ικριωμάτων
- (2) Τα μειονεκτήματα της μεθόδου είναι:
- Έλλειψη μονολιθικότητας. Σοβαρό μειονέκτημα λαμβάνοντας υπόψη την επικρατούσα στη χώρα μας μεθοδολογία κατασκευής (αμφιέριστοι δοκοί) σε συνδυασμό με το σεισμικό κίνδυνο.
 - Αυξημένες απαιτήσεις συντήρησης λόγω ύπαρξης μεγάλου αριθμού εφεδράνων και αρμών. Σημειώνεται ότι η αντικατάσταση των αρμών με τις λεγόμενες πλάκες συνεχείας βελτιώνει μεν την κατάσταση από την πλευρά του χρήστη (οδηγού), παραμένουν όμως τα προβλήματα στεγανότητας στην ευαίσθητη αυτή περιοχή.
 - Διαμόρφωση της διατομής του φορέα με σκυροδέματα διαφορετικής ηλικίας, αντοχής και ενδεχομένως ποιότητας. Σχεδόν κατ' αποκλειστικότητα, οι πλάκες κυκλοφορίας κατασκευάζονται με τη βοήθεια προπλακών που φέρουν ενσωματωμένο τον πρωτεύοντα οπλισμό και συμπλήρωμα με επί τόπου σκυροδέτηση. Οι δύο φάσεις της πλάκας συνδέονται μεταξύ τους με διατμητικούς συνδέσμους υπό μορφή καβαλέτων Φ10 ή Φ12. Έχουν εκφραστεί κατά καιρούς σημαντικές αμφιβολίες για τον τρόπο αυτό δόμησης κυρίως ως προς τη διαχρονική συμπεριφορά του.
 - Συγκέντρωση οπλισμού για τη μεταβίβαση δυνάμεων στις μεταβατικές επιφάνειες γεγονός που απαιτεί αυξημένη προσοχή κατά τη σκυροδέτηση.

- Αμφίβολο αισθητικό αποτέλεσμα το οποίο σημειώνεται δεν είναι συνυφασμένο με τη μέθοδο της προκατασκευής, αλλά με την ακολουθούμενη πρακτική υλοποίησής της.

5.8. ΜΗΧΑΝΟΠΟΙΗΜΕΝΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΒΑΘΡΩΝ

5.8.1. Γενικά

- (1) Οι μηχανοποιημένες μέθοδοι κατασκευής βάθρων συναντώνται συνήθως όταν το ύψος τους υπερβαίνει 15m ~20m.
- (2) Επισημαίνεται προκαταβολικώς η όλως ιδιαίτερη σημασία των μέτρων ασφαλείας (ουσιαστικής αλλά και ψυχολογικής), τα οποία πρέπει να λαμβάνονται κατά την εκτέλεση εργασιών σε τέτοια ύψη.
- (3) Λόγω της προφανούς αδυναμίας για "μια κι έξω" σκυροδέτηση, οι κατασκευές των υψηλών βάθρων γίνονται κατά τμήματα ύψους.
- (4) Χαρακτηριστικό αυτών των μεθόδων κατασκευής είναι η ανύψωση του τύπου (καλουπιού) από μια στάθμη κατασκευής στην επόμενη.
- (5) Υπάρχουν ουσιαστικά οι εξής δύο ξεχωριστές τεχνικές για την ανύψωση του καλουπιού:
 - α) Μέθοδος ολισθαίνοντος (ξυλο)τύπου
 - β) Μέθοδος αναρριχώμενου (ξυλο)τύπου

5.9. ΜΕΘΟΔΟΣ ΟΛΙΣΘΑΙΝΟΝΤΟΣ (ΞΥΛΟ)ΤΥΠΟΥ

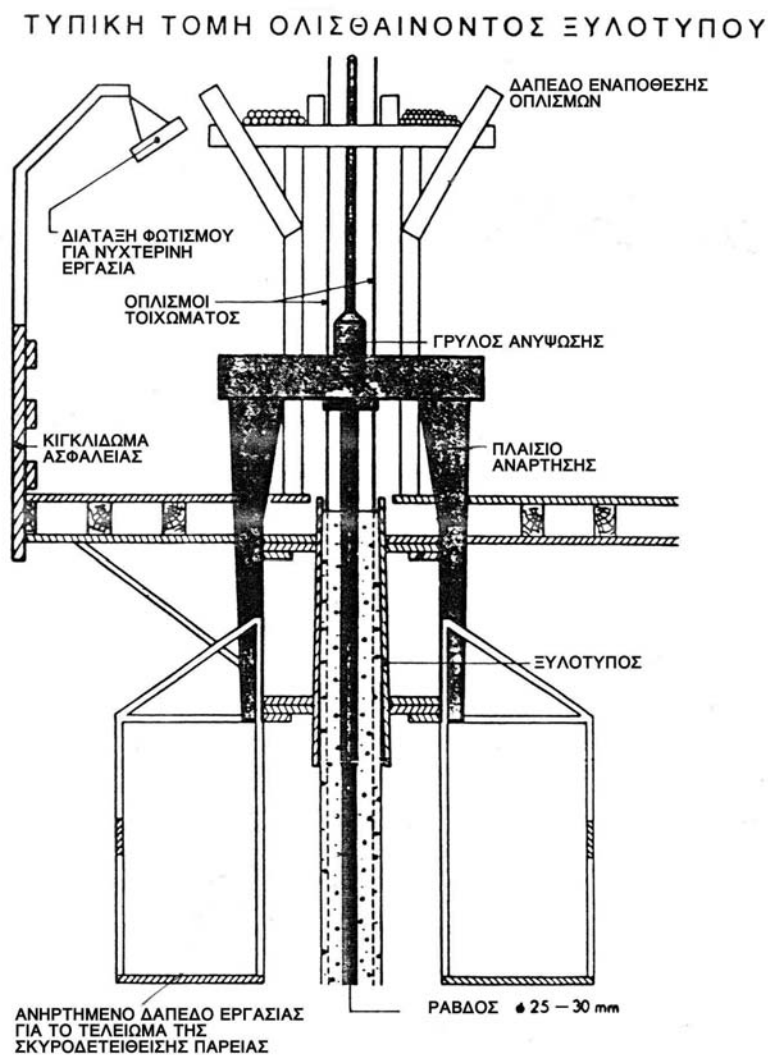
5.9.1. Εισαγωγή - Γενικές πληροφορίες

- (1) Η μέθοδος πρωτοεμφανίστηκε στην Αμερική (1886 Texas, Carrico). Στην Ευρώπη η εφαρμογή αρχίζει περί τα 1940 και αναπτύσσεται κυρίως τη δεκαετία του '60.
- (2) Κατά τη μέθοδο αυτή, η καθ' ύψος κατασκευή του βάθρου προχωρεί με μικρά αλλά συνεχή βήματα κατά τα οποία το τυπικό τμήμα του (ξυλο)τύπου ανεγκύεται με τη βοήθεια ανυψωτικού συστήματος που αποτελείται από:
 - Γρύλους
 - Ράβδους ανύψωσης (μεταφέρουν το φορτίο)
 - Πλαίσιο ανάρτησης

Το όλο σύστημα συμπληρώνεται από:

- Τμήμα (ξυλο)τύπου (ύψους περί το 1.20m)
- Δάπεδα εργασίας
- Διαδρόμους επιθεώρησης
- Στηθαία ασφαλείας [βλέπε σχήμα 5.9.1.(2)]

- (3) Οι εργασίες εκτελούνται χωρίς διακοπή επί 24ώρου βάσεως.



Σχήμα 5.9.1.(2)

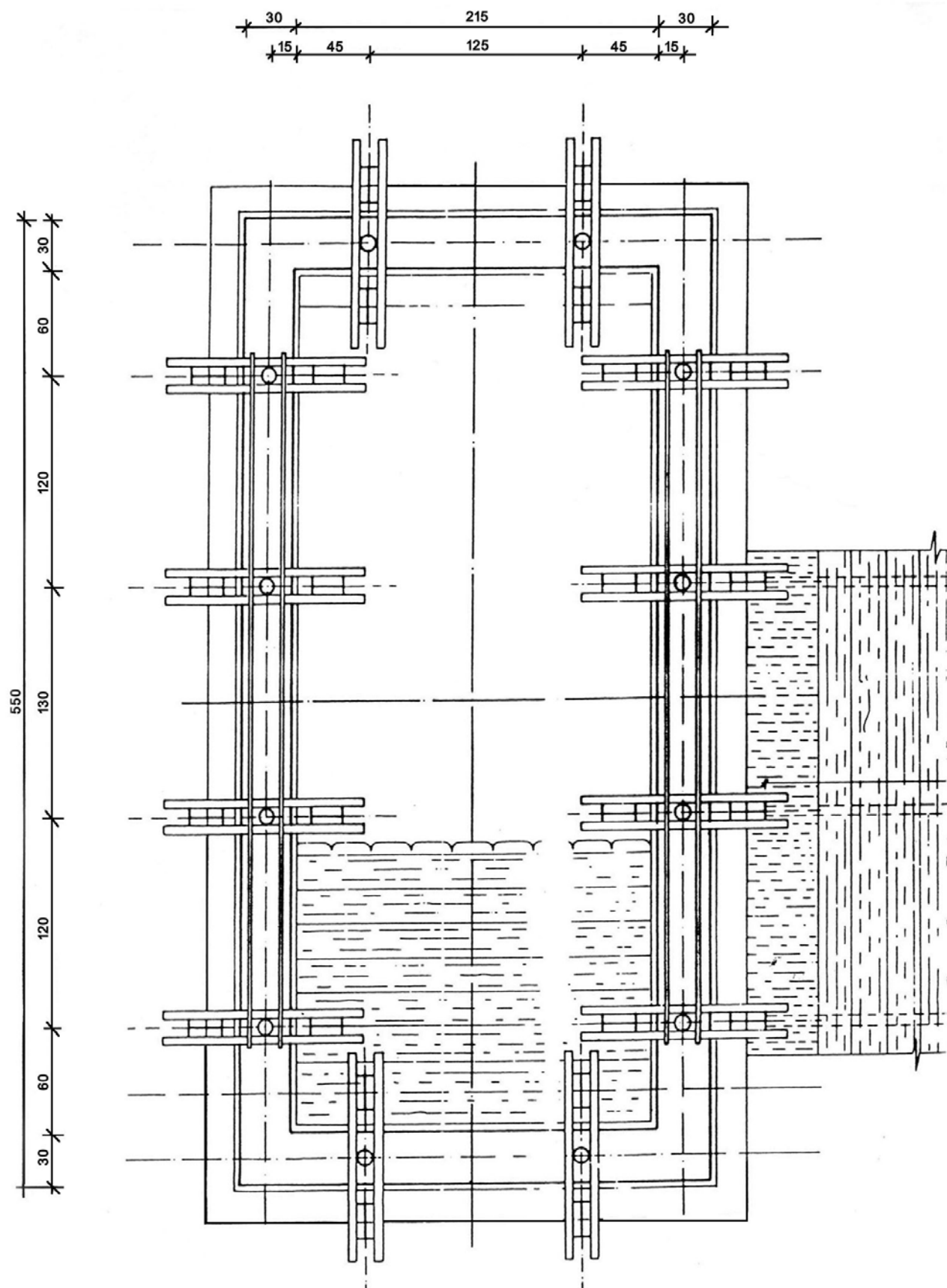
5.9.2. Αρχές σχεδιασμού αναρριχώμενου ξυλοτύπου

- (1) Το περιεχόμενο σχεδιασμού ενός αναρριχώμενου ξυλοτύπου περιλαμβάνει:
 - α) Εκτίμηση φορτίων – Φορτίων γρύλων
 - β) Εκτίμηση της τριβής μεταξύ σκυροδέματος – καλουπιού
 - γ) Πίεση νωπού σκυροδέματος
- (2) Σημειώνεται ότι η πίεση του νωπού σκυροδέματος, θέμα πολυσύνθετο ακόμη και στη σταθερή (χωρίς κίνηση του καλουπιού) μορφή, επιβαρύνεται παραπάνω από την αποκόλληση των επιφανειών του καλουπιού από το σκληρυνόμενο σκυρόδεμα και εξαρτάται από:
 - α) Τη σύνθεση σκυροδέματος

- β) Το είδος επιφάνειας (στεγανότητα)
 - γ) Το πάχος του στοιχείου
 - δ) Το ρυθμό σκυροδέτησης
 - ε) Την πυκνότητα οπλισμού
- (3) Το Αποτέλεσμα του ορθού σχεδιασμού είναι:
- α) Η κατασκευαστική ακρίβεια
 - β) Η γενική βελτίωση δομήματος
 - γ) Το ελεγχόμενο κόστος

5.9.3. Σύντομη Περιγραφή

- (1) Η ανέλκυση ξεκινά όταν το σκυρόδεμα που έχει ήδη χυτευθεί στο κατώτερο μισό του ύψους αποκτήσει επαρκή αντοχή. Η ταχύτητα ανέλκυσης πρέπει να διατηρείται, κατά το δυνατόν, σταθερή καθ' όλο το 24ωρο.
- (2) Οι ρυθμοί προόδου της τοποθετήσεως του οπλισμού και της σκυροδετήσεως οφείλουν να ακολουθούν το ρυθμό της ανέλκυσης.
- (3) Η σκυροδέτηση γίνεται ομοιόμορφα κατά μήκος της περιμέτρου του βάθρου σε πάχη 20-30cm. Στο σχήμα 5.9.3.(3) δίνεται η διάταξη ολισθαινόντων ξυλοτύπων σε κιβωτιοειδές βάθρο.
- (4) Η δόνηση γίνεται αποκλειστικά με εσωτερικούς δονητές (κατάλληλου μήκους)
- (5) Η επιφάνεια του αποκαλυπτόμενου σκυροδέματος παρακολουθείται από ειδικό προσωπικό και οι μικροατέλειες της επιφάνειας (που προκαλούνται από το σύρσιμο του καλουπιού) επιδιορθώνονται και τρίβονται.



Σχήμα 5.9.3.(3)

5.9.4. Ειδικές Απαιτήσεις

5.9.4.1. Γενικά

- (1) Λόγω της συνεχούς προόδου των εργασιών απαιτείται η λήψη μιας σειράς ειδικών μέτρων για την εξασφάλιση της ποιότητας της κατασκευής, η οποία καλύπτει την προετοιμασία, την επίβλεψη και την εργασία.
- (2) Είναι απαραίτητη η λεπτομερής εξέταση των ειδικών συνθηκών του έργου, καιρικών συνθηκών, ανέμων, προσβάσεων και της εξασφάλισης ενέργειας. Θα πρέπει να εξασφαλίζεται ο απαραίτητος ρυθμός παραγωγής και άφιξης του σκυροδέματος. Απαιτείται η λεπτομερειακή μελέτη σύνθεσης του σκυροδέματος και του ρυθμού ανάπτυξης των αντοχών του.
- (3) Η παρουσία εμπείρου προσωπικού, Μηχανικών, Εργοδηγών και Τεχνιτών είναι απαραίτητη σε 24ώρη βάση.

5.9.4.2. Οπλισμός

- (1) Απαιτείται η κατάλληλη διαμόρφωση των ράβδων οπλισμού του βάθρου ώστε να μην παρεμποδίζεται η όλη διαδικασία. Το ελεύθερο μήκος των κατακορύφων οπλισμών του βάθρου περιορίζεται περίπου στα 2,0m ή 150 Φ.
- (2) Απαιτείται συντονισμός για την τοποθέτηση των οριζοντίων ράβδων οπλισμού και επισήμανση των θέσεων τους πάνω στις κατακόρυφες ράβδους.
- (3) Τα μήκη αγκυρώσεων/επικαλύψεων υπολογίζονται για τη δυσμενή περιοχή των τάσεων συναφείας.

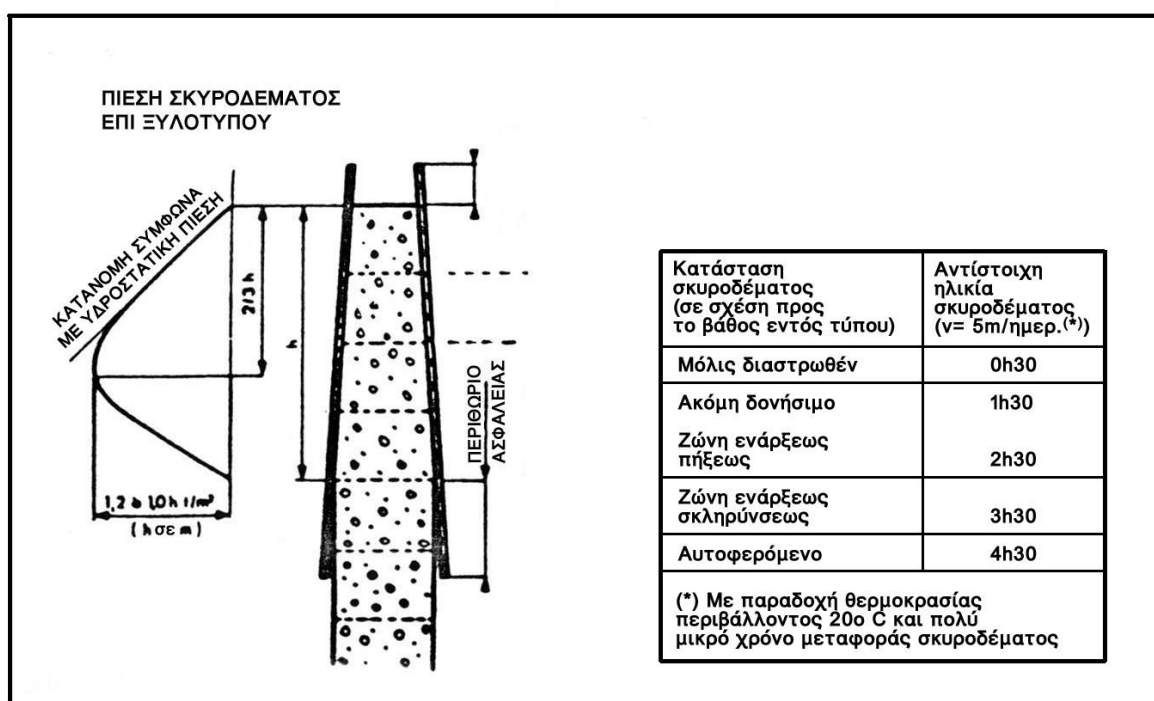
5.9.4.3. Σκυρόδεμα

- (1) Το ελάχιστο απαιτούμενο πάχος του τοιχώματος του βάθρου, για λόγους που αφορούν τη μέθοδο και μόνο, είναι 18cm. Σημειώνεται ότι το ελάχιστο πάχος, σύμφωνα με την Ε39/99 § 4.3, είναι 35cm.
- (2) Οι συνήθως χρησιμοποιούμενες κατηγορίες σκυροδεμάτων είναι Β25 και Β35. Ανώτερης κατηγορίας σκυρόδεμα (σπάνια περίπτωση για βάθρα) μπορεί να χρησιμοποιηθεί αλλά μετά από λήψη ειδικών μέτρων στη σύνθεσή του για την αποφυγή ανάπτυξης μεγάλης τριβής. Η συνήθης κάθιση είναι 35 έως 45mm. Η χρήση ρευστοποιητών δεν είναι επιθυμητή. Η σκυροδέτηση γίνεται με κάδους.
- (3) Στο σχήμα 5.9.4.3.(3) δίνεται η κατάσταση στην οποία ευρίσκεται το σκυρόδεμα από άποψη εργασιμότητας, σε συσχετισμό με τη θέση του εντός του ξυλοτύπου και το χρόνο σκυροδέτησης.
- (4) Η ασκούμενη πίεση από το νωπό σκυρόδεμα στον ξυλότυπο και η αναπτυσσόμενη κατά την καθ' ύψος μετακίνηση του τριβή εξαρτώνται από:
 - Το πάχος του στοιχείου
 - Την ταχύτητα ανέλκυσης

- Την επιφάνεια του καλουπιού
- Τη σύσταση και συμπύκνωση του σκυροδέματος
- Διαφορές στις διαδρομές ανύψωσης του συστήματος
- Τον άνεμο

Τονίζεται ότι το τελείωμα της επιφάνειας του καλουπιού και η στεγανότητά του παίζουν σημαντικό ρόλο στο μέγεθος της αναπτυσσόμενης τριβής. Στα καλούπια από σανίδες στους αρμούς συγκεντρώνεται τσιμεντοπολτός με αποτέλεσμα την αύξηση της τριβής.

- (5) Σε κάθε περίπτωση, το βάρος του προς διάστρωση σκυροδέματος πρέπει να είναι μεγαλύτερο από την τριβή που θα αναπτυχθεί κατά την ανέλκυση του συστήματος.



Σχήμα 5.9.4.3.(3)

- (6) Στις πολυγωνικές επιφάνειες και γωνίες γενικότερα, συνιστάται να μην είναι οι γωνίες οξύτερες των 45° (ή 135ο ή 225ο ανάλογα με την πολυγωνική). Επίσης, ελάχιστη διάσταση εσοχών (σκοτίες) ή προεξοχών συνιστάται να είναι τουλάχιστον 4cm και η ακτίνα $R > 2D$, όπου R η ακτίνα του εγγεγραμμένου κύκλου και D η μέγιστη διάσταση του αδρανούς του σκυροδέματος.
- (7) Ελάχιστες φορτίσεις κινητού για δάπεδα εργασίας θα λαμβάνεται 2KN/m^2 .

5.9.4.4. Ρυθμοί ανέλκυσης - Διακοπές

- (1) Οι ρυθμοί σκυροδέτησης οι οποίοι επιτυγχάνονται, συνήθως κυμαίνονται από 3 έως 5m/ημέρα. Το βήμα ολίσθησης του ξυλοτύπου είναι της τάξεως $1\frac{1}{5} \div 15\text{min}$
- (2) Μικροδιακοπές είναι αποδεκτές. Για μεγαλύτερες διακοπές (π.χ. για μάτισμα οπλισμών) απαιτείται προσοχή να μη φρακάρει το καλούπι.

Για απρόβλεπτες διακοπές, π.χ. 24h, απαιτείται και επεξεργασία του αρμού διακοπής.

5.9.5. Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα

- (1) Τα πλεονεκτήματα της μεθόδου είναι:
 - Ακρίβεια στην κατασκευή
 - Μονολιθικότητα, γεγονός ιδιαίτερης σημασίας για τη σεισμογενή χώρα μας
 - Ταχύτητα
 - Ποικιλία μορφών
 - Οικονομία για ύψη βάθρων $h > 30\text{m}$

(2) Τα μειονεκτήματα της μεθόδου είναι:

- Απαιτείται υψηλό επίπεδο οργάνωσης και συντονισμού
- Σημαντικός βοηθητικός εξοπλισμός
- Έμπειρο προσωπικό
- Εργασία πέρα από τις συνήθεις συνθήκες (μέρα- νύχτα, καιρός)
- Εργοταξιακά προβλήματα από την παρουσία υπεργολάβου και κοινωνικά προβλήματα από τη συνεχή εργασία.

5.10. ΜΕΘΟΔΟΣ ΑΝΑΡΡΙΧΩΜΕΝΟΥ ΞΥΛΟΤΥΠΟΥ

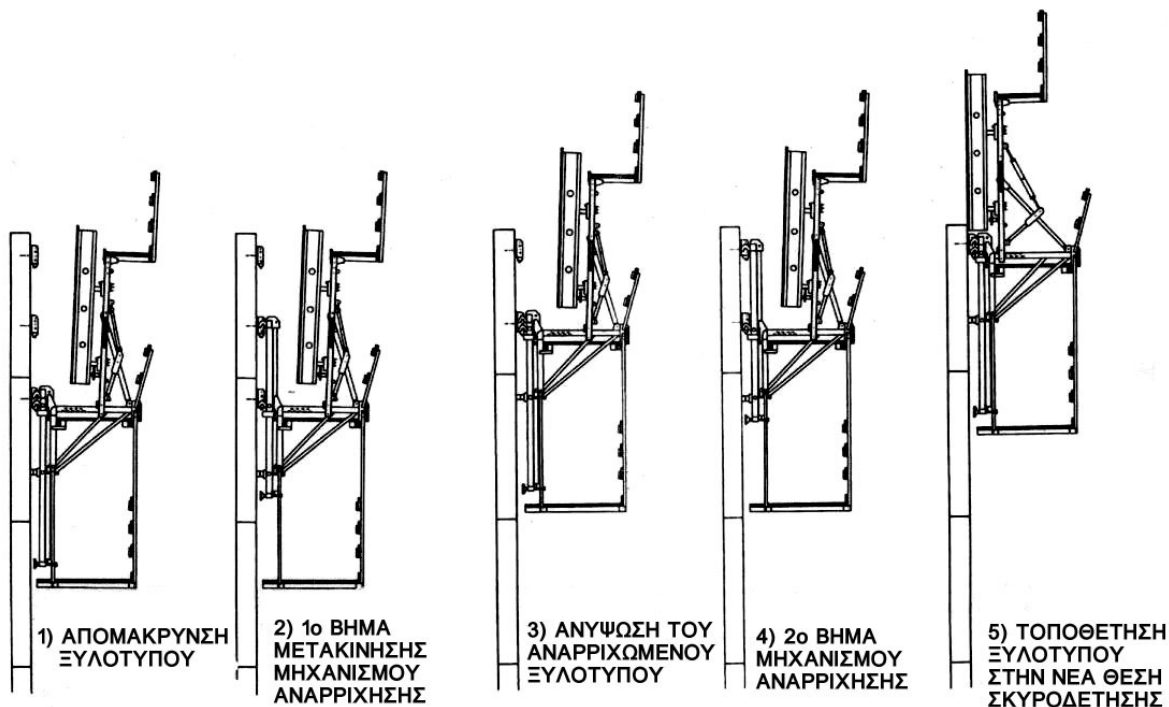
5.10.1 Εισαγωγή - Γενικές πληροφορίες

- (1) Κατά τη μέθοδο αυτή, η σκυροδέτηση κάθε επιμέρους τμήματος γίνεται εντός προτοποθετημένων, σταθερών τμημάτων ξυλοτύπου καταλλήλου ύψους (π.χ. 3,0 έως 6,0m).
- (2) Μετά τη σκλήρυνση του σκυροδέματος, τα τμήματα του καλουπιού αποδεσμεύονται και προωθούνται (αναρριχώνται) στην επόμενη στάθμη, επανασυνδέονται και είναι έτοιμα για τον επόμενο κύκλο.
- (3) Η κίνηση ξυλοτύπου εδώ είναι σημαντικά ασυνεχής (κατ' αντίθεση προς τον ολισθαίνοντα) και η ανύψωση γίνεται με οικοδομικούς γερανούς ή με ειδικούς μηχανισμούς προσαρτημένων στο σύστημα (αυτο-αναρρίχηση).
- (4) Με την ανάπτυξη των αυτο-αναρριχομένων συστημάτων, η χρήση της μεθόδου αυτής ανεξαρτητοποιήθηκε από τους περιορισμούς ύψους εξυπηρέτησης των γερανών και συναγωνίζεται τη μέθοδο του ολισθαίνοντος ξυλοτύπου σε όλο το εύρος των υψών και πρακτικά τείνει να την αντικαταστήσει.

5.10.2. Σύνομη Περιγραφή

- (1) Το σύστημα περιλαμβάνει δύο πανομοιότυπες διατάξεις για την εξωτερική και εσωτερική πλευρά του σκυροδετουμένου στοιχείου. Η διάταξη κάθε πλευράς αποτελείται από:
 - α) Τμήμα (ξυλο)τύπου
 - β) Φορείο εργασίας δικτυωτής διάταξης με ρυθμιζόμενη μέλη. Προσαρτημένα στο φορείο αυτό ευρίσκονται:
 - Δάπεδα και διάδρομοι εργασίας
 - Διατάξεις καθοδήγησης
- (2) Το όλο σύστημα στηρίζεται επί των ήδη σκυροδετηθέντων τμημάτων με διατάξεις αγκύρωσης που ενσωματώνονται στο σκυρόδεμα. Τέλος, με την προσθήκη ενός οδηγού αναρρίχησης και την πρόβλεψη πελμάτων ανάρτησης, το σύστημα

μετατρέπεται σε αυτο-αναρριχόμενο. Στο σχήμα 5.10.2.(2) απεικονίζεται η λειτουργία του συστήματος.



Σχήμα 5.10.2.(2)

5.10.3. Ειδικές απαιτήσεις - Ρυθμός προόδου

- (1) Δεν υπάρχουν ουσιαστικά δεσμεύσεις οι οποίες να επιβάλλονται από την κατασκευαστική διαδικασία.
- (2) Η χρήση ρευστοποιητών για την εξασφάλιση της εργασιμότητας δεν δημιουργεί ειδικά προβλήματα.
- (3) Ένας τυπικός κύκλος εργασιών που απαιτείται για την κατασκευή τμήματος μήκους 3 έως 5m, διαρκεί συνήθως 4-6 ημέρες. Στην εικόνα 5.10.3.(3) απεικονίζεται η χρήση αναρριχώμενου ξυλοτύπου σε μια από της χαραδρογέφυρες της παράκαμψης Καβάλας στον άξονα της Εγνατίας οδού.



Εικόνα 5.10.3.(3)

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Γ. ΠΕΝΕΛΗΣ, Μαθήματα σιδηροπαγούς σκυροδέματος - Τόμος IV Γέφυρες, 1973.
2. F.LEONHARDT, Vorlesungen uebermassivbau-Sechster Teil, Springer-Verlag, 1978
3. Vorlaeufige Richtlinien fuer Strassen und Wegebruecken aus Spann- und Stahlbeton - Fertigteilen, 1979
4. J. SCHLEICH - H. SCHEEF, Betonhohlkastenbruecken, Internationale Vereinigung fuer Brueckenbau und Hochbau, 1982
5. H. WEIDEMANN, Brueckenbau, Werner - Verlag, 1982
6. C. MENN, Stahlbetonbruecken, Springer - Verlag, 1986
7. W. ROSSNER, Bruecken aus Spannbeton - Fertigteilen, Ernst & Sohn – Verlag, 1988
8. K. H. HOLST, Bruecken aus Stahlbeton und Spannbeton, Ernst & Sohn – Verlag, 1998
9. M. ROSIGNOLI, Launched Bridges, 1998
10. B.GOEHLE, Brueckenbaomit dem Taktschiebeverfahren, Ernst & Sohn – Verlag, 1999
11. "Διαχείριση τεχνικών έργων", Σεμινάριο που οργανώθηκε από την "ΕΓΝΑΤΙΑ ΟΔΟΣ Α.Ε.", σε συνεργασία με το Α.Π.Θ. και στο οποίο αναπτύχθηκαν θέματα σχετικά με τις μηχανοποιημένες μεθόδους κατασκευής γεφυρών από τους Β. Κόλια, Δ. Μπαιρακτάρη, Ι. Σιγάλα, Σ. Σταθόπουλο, Ι.Τέγο, 2000
12. DIN 4227/88 Teil 1, Beuth Bauverlag, 1989
13. Zusaetzliche Technische Vertragsbedingungen fuer Kunstbauten ZTV-K, 1996

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ – ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

6. ΓΕΦΥΡΕΣ ΣΗΜΑΝΣΗΣ	6
6.1 ΓΕΝΙΚΑ- ΟΡΙΣΜΟΙ –ΜΟΡΦΕΣ- ΠΕΔΙΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ	6
6.2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ	6
6.3. ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ	7
6.4. ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ	8
6.5. ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ ΦΟΡΤΙΩΝ	21
6.6. ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ - ΕΛΕΓΧΟΙ	30
6.7. ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ –ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΖΩΗΣ – ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ	33
6.8. ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ – ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ- ΟΔΗΓΙΕΣ	34

6. ΓΕΦΥΡΕΣ ΣΗΜΑΝΣΗΣ

6.1 ΓΕΝΙΚΑ- ΟΡΙΣΜΟΙ –ΜΟΡΦΕΣ- ΠΕΔΙΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

- (1) Το κεφάλαιο αυτό πραγματεύεται βασικές αρχές σχεδιασμού γεφυρών σήμανσης. Με τον όρο γέφυρα σήμανσης νοείται φέρουσα κατασκευή πάνω από το χώρο κυκλοφορίας από την οποία αναρτώνται πινακίδες οπισθοανακλαστικές ή μεταβλητής ένδειξης, καθώς και σηματοδότες σε περιοχές κυρίως εντός σχεδίου πόλεων κ.λ.π.
- (2) Οι βασικές μορφές γεφυρών είναι Π, Γ, Τ και συνδυασμοί αυτών.
- (3) Η χρήση γεφυρών σήμανσης συνιστάται στις παρακάτω περιπτώσεις:
 - Όταν ο κυκλοφοριακός φόρτος της οδού εγγίζει τα όρια της κυκλοφοριακής ικανότητας
 - Όταν υπάρχουν δύο ή περισσότερες λωρίδες κυκλοφορίας ανά κατεύθυνση
 - Όταν υπάρχει μεγάλο ποσοστό βαρέων οχημάτων
 - Όταν δεν υπάρχει διαθέσιμος πλευρικός χώρος για τοποθέτηση πλευρικών πινακίδων

6.2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

6.2.1. Μεταλλικά τμήματα

- (1) Τα μεταλλικά μέρη της γέφυρας θα κατασκευάζονται είτε από χάλυβα, είτε από κράματα αλουμινίου, κατά την απόλυτη κρίση του Κ.τ.Ε.
- (2) Για τον χάλυβα θα χρησιμοποιούνται αποκλειστικά οι παρακάτω αναγραφόμενες ποιότητες σύμφωνα με το DIN EN 10025:

ΟΝΟΜΑΣΙΑ κατά DIN EN 10025	ΠΑΛΑΙΟΤΕΡΗ ΟΝΟΜΑΣΙΑ
S 235 JR	St 37-2
S 235 JR G1	USt 37-2
S 235 JR G2	RSt 37-2
S235 JO	St 37-3U
S 235 J2 G3	St 37-3N
S 355 JO	St 52-3U
S 355 J2 G3	St 52-3N

- (3) Για το αλουμίνιο θα χρησιμοποιούνται αποκλειστικά οι παρακάτω ποιότητες σύμφωνα με το DIN 1725 Μέρος 1:
 - AlMgSi1-F30
 - AlMgSi1-F31

▪ $AlM_g 4,5M_n - F27$

- (4) Για την πλάκα έδρασης των ορθοστατών γεφυρών από κράματα αλουμινίου θα χρησιμοποιείται αποκλειστικά ποιότητα $AlM_g 4,5M_n - F27$.
- (5) Θα χρησιμοποιούνται επιψευδαργυρωμένοι κοχλίες ή κοχλίες από ανοξείδωτο χάλυβα A4-70 κατά DINISO 3506

Για τους κοχλίες αγκύρωσης στη βάση της γέφυρας, θα χρησιμοποιούνται αποκλειστικά επιψευδαργυρωμένοι κοχλίες ποιότητας 5.6 κατά DIN 267 - Μέρος 3.

6.2.2. Βάθρα – θεμέλια

- (1) Τα βάθρα θα κατασκευάζονται από σκυρόδεμα B35
- (2) Τα θεμέλια θα κατασκευάζονται από σκυρόδεμα B25
- (3) Το σκυρόδεμα καθαριότητας θα είναι B10

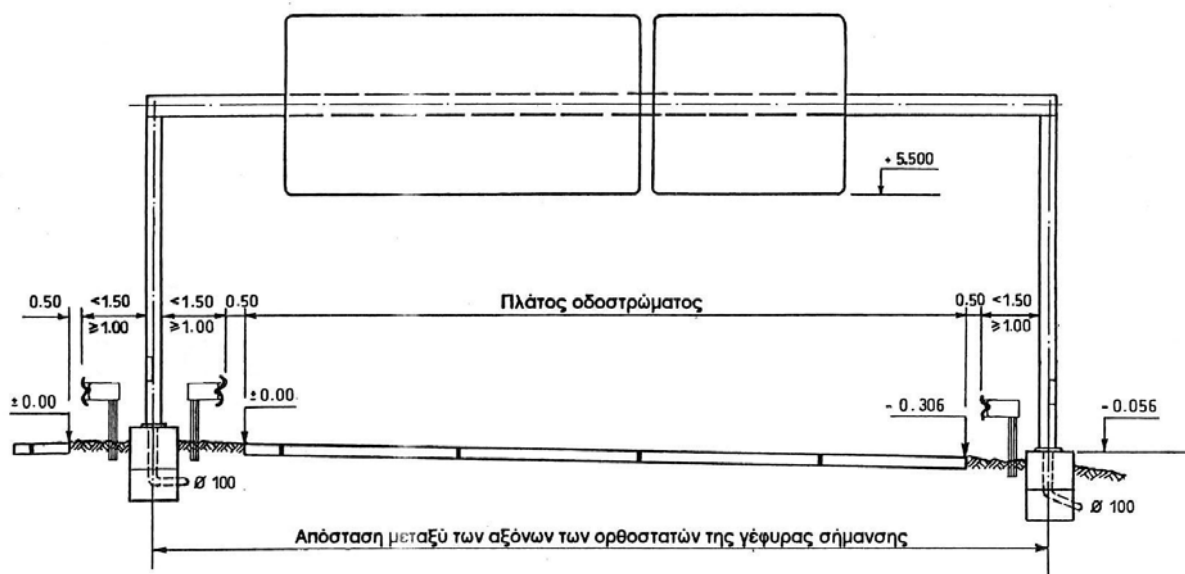
6.3. ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ

6.3.1. Πλευρικές αποστάσεις

Η απόσταση μεταξύ των εμπρόσθιων επιφανειών του ορθοστάτη και του παρακειμένου χαλύβδινου στηθαίου πρέπει να είναι τουλάχιστον 1,0m (βλέπε σχήμα 6.3.1). Για τα απαιτούμενα μέτρα ασφαλείας σε σχέση με την απόσταση του ορθοστάτη από το παρακείμενο στηθαίο ασφαλείας, βλέπε παράγραφο 6.5.7.

6.3.2. Ελεύθερο ύψος

Το ελεύθερο ελάχιστο ύψος μεταξύ της κάτω παρειάς της πινακίδας/σηματοδότη και της επιφάνειας του σταθεροποιημένου οδοστρώματος πρέπει να είναι τουλάχιστον 5,50 m (βλέπε επίσης σχήμα 6.3.1).



Σχήμα 6.3.1

6.4. ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

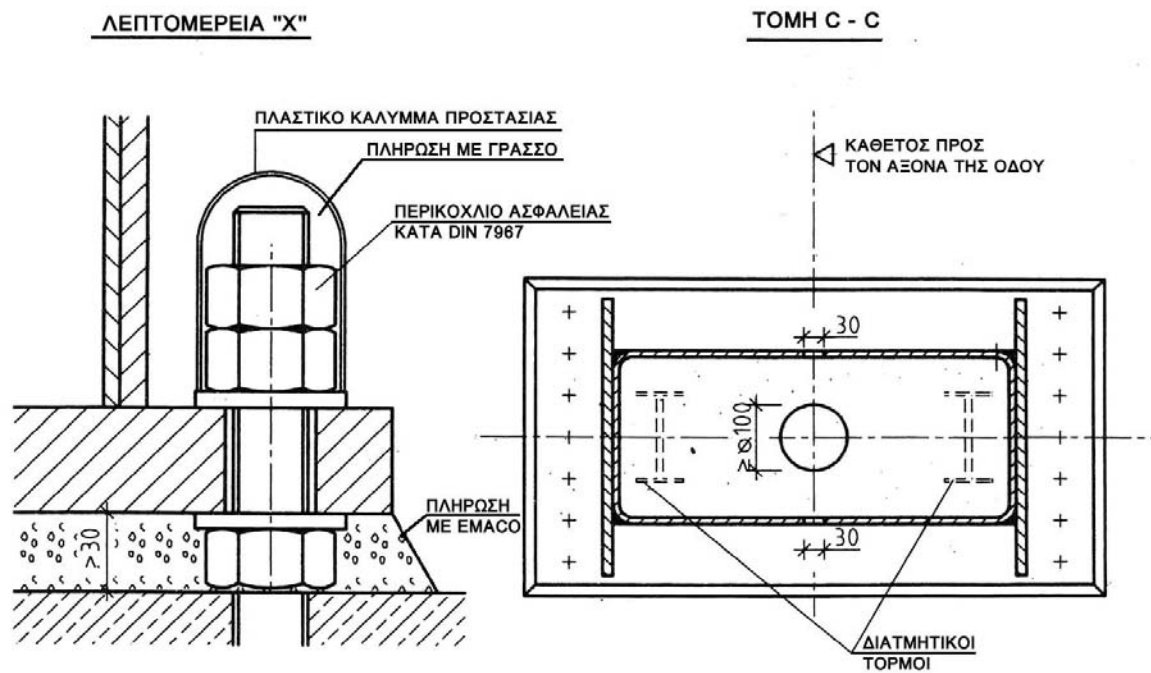
6.4.1. Γενικά

- (1) Κατά την εκπόνηση της μελέτης πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή, έτσι ώστε η όλη κατασκευή να είναι απλή στον έλεγχο και εύκολη στη συντήρηση.
- (1) Για τη διαμόρφωση των γεφυρών θα χρησιμοποιούνται κοίλες διατομές ή σύνθετα δομικά στοιχεία κοίλης διατομής. Οι αιχμηρές ακμές θα στρογγυλεύονται με $r = 50\text{mm}$.
- (2) Σημειώνεται ότι δεν επιτρέπεται η χρήση δικτυωμάτων.
- (3) Ο σχεδιασμός της γέφυρας θα πρέπει να γίνεται κατά τρόπο ώστε να είναι δυνατή η αντικατάσταση φερόντων στοιχείων της για οποιαδήποτε αιτία.
- (4) Κατά τον καθορισμό της μορφής του φορέα θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατασκευαστικά οι έντονα εναλλασσόμενες τάσεις λόγω ανέμου. Ο σχεδιασμός θα πρέπει να είναι τέτοιος που να διατηρεί σε χαμηλά επίπεδα την ανάπτυξη τοπικών μεγίστων τάσεων.
- (5) Στα ζυγώματα των πλαισίων Π καθώς και στους προβόλους των γεφυρών Γ και Τ θα εφαρμόζεται αρνητικό βέλος.
- (2) Γωνίες ανοιγμάτων σε ελάσματα γεφυρών θα στρογγυλεύονται με ακτίνα τουλάχιστον 30mm (βλέπε σχήμα 6.4.4α).
- (3) Το ελάχιστο πάχος ελασμάτων τα οποία χρησιμοποιούνται για κατασκευή γεφυρών σήμανσης είτε από χάλυβα είτε από αλουμίνιο, ανέρχεται σε 6 mm. Για ελάσματα από χάλυβα θα ισχύει η αναλογία $b/t \leq 70$.
- (4) Τα στοιχεία ακαμψίας και ενίσχυσης πρέπει κατά το δυνατόν να τοποθετούνται εσωτερικά. Τμηματικές αλλαγές πάχους δομικού στοιχείου θα γίνονται εσωτερικά.
- (5) Στα χαμηλότερα σημεία, καθώς και στο μέσον και στα άκρα του ζυγώματος γέφυρας μορφής Π, θα διατάσσονται οπές διαμέτρου 30 mm για την αποστράγγιση [βλέπε σχήματα 6.5.1.(4)α και β]. Για τη στάλαξη των σταγόνων θα προβλέπονται τεμάχια σωλήνων που προεξέχουν της επιφανείας του δομικού στοιχείου κατά 15 mm. Στον πόδα των ορθοστατών θα διατάσσονται 2 οπές για αποστράγγιση [βλέπε σχήμα 6.4.2.(3)]. Πάνω από τις θυρίδες που εξυπηρετούν τον έλεγχο και τη συντήρηση θα προβλέπονται ελάσματα αποστράγγισης [βλέπε σχήματα 6.4.4α, β και γ].
- (6) Δεν επιτρέπονται εργοταξιακές ή διακεκομμένες ραφές συγκόλλησης.
- (7) Για τη συναρμολόγηση ορθοστατών και ζυγώματος στο εργοτάξιο πρέπει να χρησιμοποιούνται κοχλίες ως στοιχεία σύνδεσης.

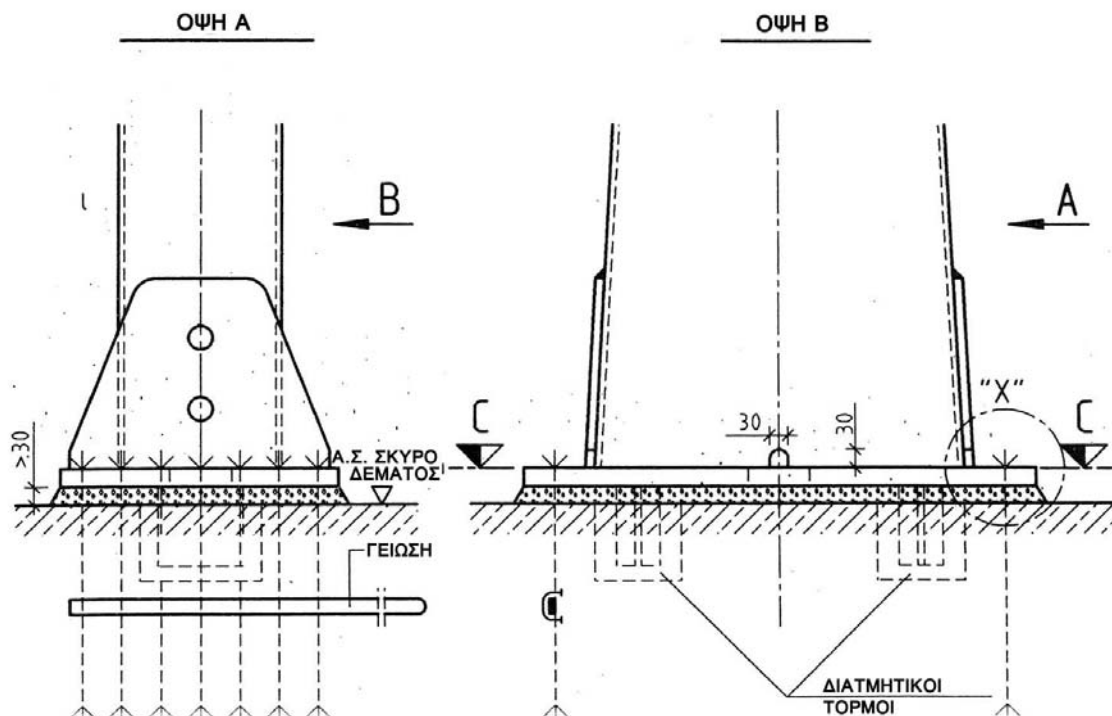
- (8) Ραφές συγκόλλησης συνδεδεμένων τμημάτων πρέπει κατά το δυνατόν να εκτείνονται περιμετρικά.
- (9) Ο αριθμός των ραφών εγκάρσια προς τη ροή των τάσεων πρέπει να είναι περιορισμένος.
- (10) Οι εγκοπές πρέπει να λειαίνονται.
- (11) Το χρώμα του μεταλλικού μέρους της γέφυρας θα είναι αλαμπές (περίπου το χρώμα γαλβανισμένης επιφανείας), εκτός αν ορισθεί διαφορετικά από τον Κ.τ.Ε.

6.4.2. Έδραση – αγκύρωση της γέφυρας

- (1) Το επίπεδο έδρασης/αγκύρωσης του ορθοστάτη της γέφυρας (εφόσον δεν προβλέπεται η κατασκευή βάθρου) θα ευρίσκεται τουλάχιστον 25 cm ψηλότερα από το περιβάλλον έδαφος [βλέπε σχήμα 6.5.7.(1).α].
- (2) Θα χρησιμοποιούνται διατάξεις αγκύρωσης οι οποίες θα προκατασκευάζονται και θα ενσωματώνονται κατά τη σκυροδέτηση του βάθρου. Τα περικόχλια της αγκύρωσης πρέπει να εξασφαλίζονται έναντι χαλάρωσης με περικόχλια ασφαλείας. Η όλη σύνδεση θα καλύπτεται με πλαστικό κάλυμμα και θα προστατεύεται με αντιδιαβρωτικό υλικό (π.χ. γράσο) [βλέπε σχήμα 6.4.2.(2)].
- (3) Ο αρμός μεταξύ πλάκας έδρασης και του θεμέλιου θα πληρούται με αδιάβροχο μη συρρικνούμενο συνθετικό κονίασμα (απαιτείται πιστοποιητικό) πάχους τουλάχιστον 3cm [βλέπε σχήμα 6.4.2.(3)].
- (4) Όταν το περιθώριο των οπών των αγκυρίων έδρασης είναι μεγαλύτερο από 2mm, πρέπει να τοποθετούνται πρόσθετοι διατμητικοί σύνδεσμοι με τη μορφή πρότυπων διατομών συγκολλημένων στην κάτω παρειά της πλάκας έδρασης του στύλου [βλέπε σχήματα 6.4.2.(2) και (3)].



Σχήμα 6.4.2.(2)

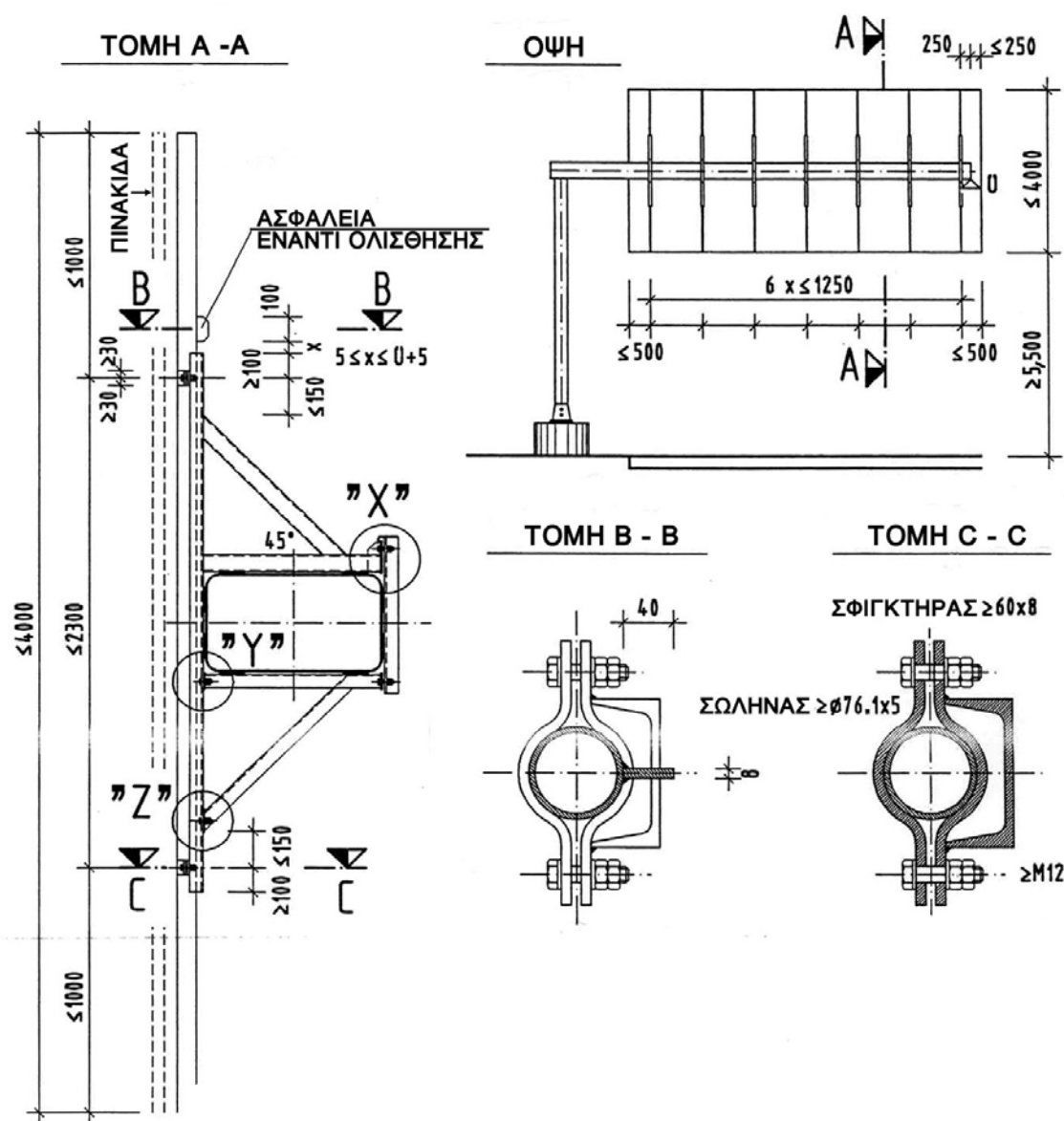


Σχήμα 6.4.2.(3)

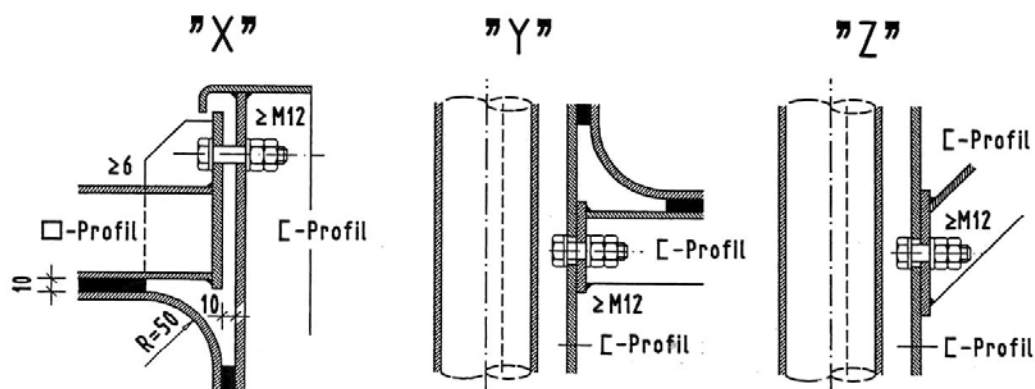
6.4.3. Διατάξεις στερέωσης πινακίδων - σηματοδοτών

- (1) Οι διατάξεις στήριξης των πινακίδων/σηματοδοτών πρέπει να διαμορφώνονται σαν πλαίσια με μικρές παραμορφώσεις. Η στερέωσή τους στη φέρουσα κατασκευή δεν επιτρέπεται να γίνεται με μόνιμη κοχλίωση ή συγκόλληση, ώστε να είναι δυνατή ενδεχόμενη μελλοντική αλλαγή.
- (2) Για την ακριβή μεταβίβαση του φορτίου θα προβλέπονται μεταξύ ζυγώματος και διάταξης στερέωσης πινακίδων ελαστομερή παρεμβλήματα ώστε να είναι δυνατή η ανάληψη οριζοντίων μετακινήσεων λόγω παραμορφώσεων του ζυγώματος χωρίς υπερκαταπονήσεις μερών της κατασκευής και βλάβη της αντιδιαβρωτικής προστασίας.
- (3) Όλοι οι κοχλίες θα εξασφαλίζονται έναντι χαλάρωσης.

Στα σχήματα 6.4.3.(3)α και β δίνεται παράδειγμα διάταξης στερέωσης πινακίδων.



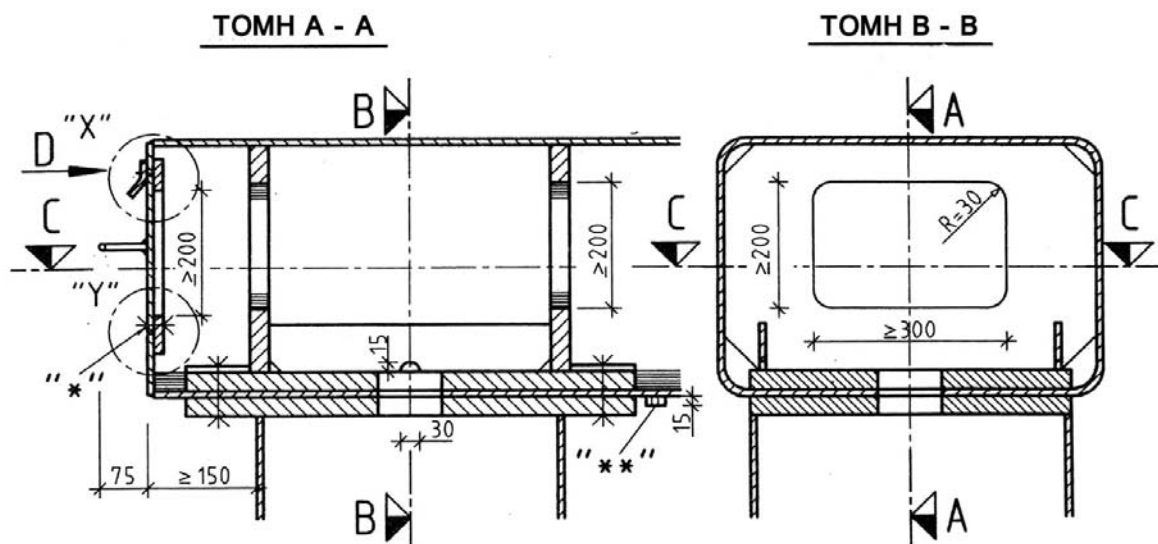
Σχήμα 6.4.3.(3)α

ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ

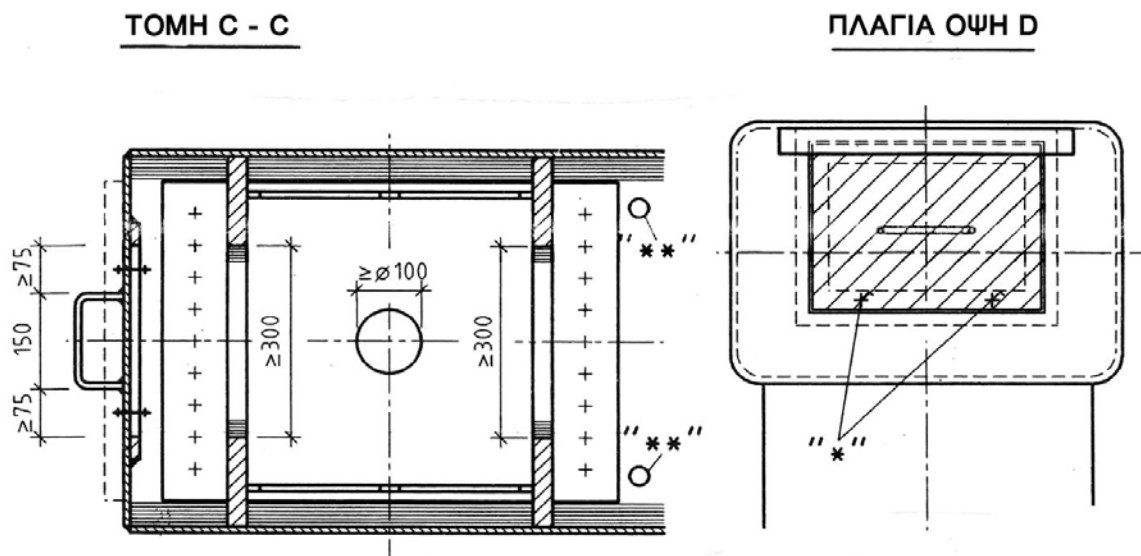
Σχήμα 6.4.3.(3)β

6.4.4. Σύνδεση ζυγώματος και ορθοστάτη

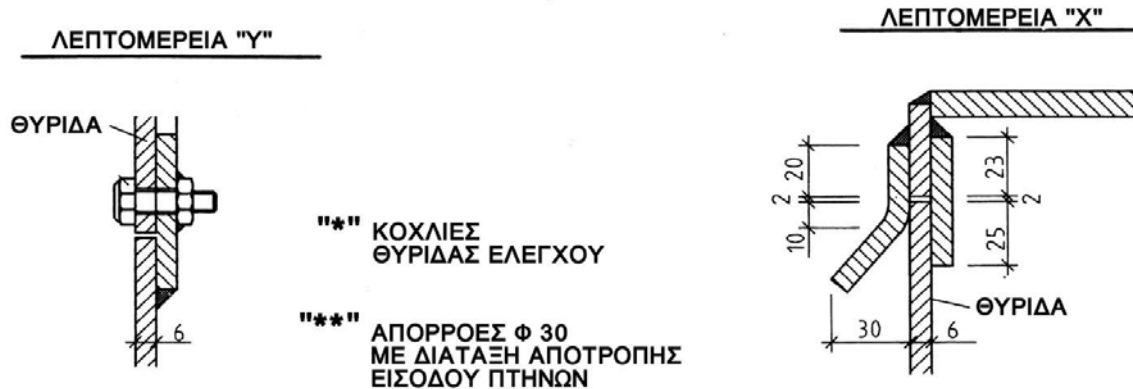
Οι κοχλίες στη σύνδεση ζυγώματος και ορθοστάτη πρέπει να διατάσσονται έτσι ώστε να είναι προσιτοί και να παρέχεται δυνατότητα ελέγχου κατά τις επιθεωρήσεις της κατασκευής (Βλέπε σχήματα 6.4.4α, β και γ).



Σχήμα 6.4.4α



Σχήμα 6.4.4β



Σχήμα 6.4.4γ

6.4.5. Αντιδιαβρωτική προστασία

- (1) Η αντιδιαβρωτική προστασία των χαλύβδινων στοιχείων πρέπει να γίνεται σύμφωνα με τις διατάξεις ZTV-KOR.
- (2) Ο Κ.Τ.Ε. θα καθορίζει εάν οι προστατευτικές επιστρώσεις βαφής θα γίνονται εξ ολοκλήρου στο εργοστάσιο ή εάν η τελευταία επιφανειακή επίστρωση βαφής επιτρέπεται να γίνει στο εργοτάξιο.

- (3) Εάν οι προστατευτικές επιστρώσεις μπορούν να γίνουν μετά από τη συναρμολόγηση της γέφυρας στο εργοτάξιο, πρέπει να προτιμάται η χρήση προστατευτικού συστήματος σύμφωνα με τις διατάξεις ZTV – KOR, παράρτημα 1, πίνακας 1.1, αριθμός δομικού στοιχείου 6.1, σειρά 1. Εάν η αντιδιαβρωτική προστασία γίνεται στο εργοστάσιο, πρέπει να χρησιμοποιείται προστατευτικό σύστημα σύμφωνα τη σειρά 2.
- (4) Οι επιφάνειες των στοιχείων πρέπει να διαμορφώνονται κατά τρόπο ώστε η απορροή των νερών να γίνεται κατά τρόπο ανεμπόδιστο.
- (5) Τα χαλύβδινα στοιχεία πρέπει να επιψευδαργυρώνονται εν θερμώ σύμφωνα με το DIN 50976 και να επιστρώνονται επιπρόσθετα εξωτερικά σύμφωνα με τις διατάξεις ZTV – KOR.
- (6) Τα ανοίγματα για την επιψευδαργύρωση πρέπει κατά το δυνατόν να είναι έτσι διατεταγμένα, ώστε στην κατάσταση λειτουργίας να εξασφαλίζουν την αποστράγγιση των χαμηλών σημείων.
- (7) Όλα τα διαφράγματα και τα ελάσματα ακαμψίας πρέπει να διατάσσονται έτσι, ώστε να επιτυγχάνεται κανονικά η επιψευδαργύρωση και των εσωτερικών επιφανειών κατά την εμβάπτιση του στοιχείου στο λουτρό ψευδαργύρου.
- (8) Όλα τα ελαττωματικά σημεία της επιψευδαργύρωσης, ειδικά στις περιοχές των ραφών συγκόλλησης, πρέπει να επιδιορθώνονται με ψεκασμό ψευδαργύρου εν θερμώ, σύμφωνα με το DIN 8565. Το απαιτούμενο πάχος στρώσης είναι 100 μm . Κατά την εργασία αυτή, οι παρακείμενες επιφάνειες πρέπει να προστατεύονται με επικάλυψη.
- (9) Όλες οι κοχλιωτές συνδέσεις πρέπει να προβλέπονται με δακτυλίους για την προστασία της επίστρωσης.
- (10) Φθορές των επιστρώσεων πρέπει να διορθώνονται με το ίδιο υλικό.
- (11) Εάν δεν είναι δυνατόν να προετοιμασθεί με την κατάλληλη επεξεργασία η επιφάνεια, τότε πρέπει να προσκομισθεί αποδεικτικό επαρκούς επικόλλησης της επίστρωσης επί επιψευδαργυρωμένων εν θερμώ επιφανειών σύμφωνα με την παρ. 7.2.7 των "Πρόσθετων συμβατικών όρων για την εγκατάσταση ηχοπροστατευτικών πετασμάτων σε οδούς" (ZTV–Lsw) (έλεγχος καταλληλότητας σύμφωνα με την παρ. 8.2.1 ZTV – KOR).
- (12) Φορείς από αλουμίνιο πρέπει να επιστρώνονται στο κατώτερο τμήμα των ορθοστατών, 2,0m πάνω από το παρακείμενο κυκλοφορούμενο οδόστρωμα. Η επιφάνεια πρέπει να προετοιμάζεται. Η επίστρωση θα γίνεται σύμφωνα με τους κανονισμούς ZTV-KOR αναλογικά με τις επιψευδαργυρωμένες επιφάνειες. Απαιτούνται τουλάχιστον δύο στρώσεις πάχους 80 μm η κάθε μία.

6.4.6. Όδευση καλωδίων

- (1) Θα πρέπει να σταθμίζεται εκ των προτέρων αν σε όλα τα ζυγώματα και τους ορθοστάτες θα προβλεφθούν κενοί σωλήνες για τη διέλευση καλωδίων με σκοπό την εξυπηρέτηση μελλοντικού εξοπλισμού.
- (2) Στην περίπτωση που προβλέπονται αγωγοί για όδευση καλωδίων ισχύουν οι ακόλουθοι κανόνες:
 - Οι κενοί σωλήνες στο θεμέλιο ή στο βάθρο θα περατώνονται τουλάχιστον 50mm πάνω από την πλάκα έδρασης.
 - Η πλευρική είσοδος στο θεμέλιο ή στο βάθρο πρέπει να είναι στεγανή.
- (3) Στα εγκάρσια διαφράγματα και ελάσματα ακαμψίας πρέπει να προβλέπονται ανοίγματα έτσι ώστε να επιτυγχάνεται η διέλευση των κενών σωλήνων χωρίς τοπικές κάμψεις.
- (4) Στην περιοχή σύνδεσης του ορθοστάτη με το ζύγωμα πρέπει να διατάσσονται τα ανοίγματα επιθεώρησης με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι δυνατή η απρόσκοπτη διέλευση των καλωδίων.

6.4.7. Κατακόρυφες κλίμακες

Στην περίπτωση που προβλέπονται κατακόρυφες κλίμακες ισχύουν οι ακόλουθοι κανόνες:

- Οι κλίμακες πρέπει να στερεώνονται στους ορθοστάτες των γεφυρών σήμανσης.
- Κατά κανόνα οι κλίμακες πρέπει να τοποθετούνται στην παρειά του ορθοστάτη προς την εξωτερική πλευρά του οδοστρώματος.
- Οι χειρολισθήρες της κλίμακας θα είναι σωλήνες, κλειστοί επάνω και ανοιχτοί κάτω. Η μεταξύ τους αξονική απόσταση πρέπει να είναι ίση τουλάχιστον με 500mm.
- Για την αποτροπή ανόδου στη γέφυρα σήμανσης αναρμοδίων ατόμων, θα υπάρχει, σε ύψος 3,0m από το περιβάλλον έδαφος, κατάλληλα διαμορφωμένη θυρίδα η οποία θα ασφαρίζεται.
- Στην περιοχή εξόδου προς το διάδρομο επιθεώρησης, για την ασφαλή άνοδο και κάθοδο του προσωπικού, οι χειρολισθήρες θα φθάνουν μέχρι το ύψος των κιγκλιδωμάτων του διαδρόμου, διαμορφούμενοι κατάλληλα και συνδεδεμένοι με αυτά.
- Η ελάχιστη ελεύθερη απόσταση μεταξύ του ορθοστάτη και των βαθμίδων πρέπει να είναι τουλάχιστον 150mm στη στενότερη θέση.
- Οι κατακόρυφες αποστάσεις μεταξύ των βαθμίδων δεν επιτρέπεται να υπερβαίνουν τα 280mm. Η απόσταση μεταξύ της υψηλότερης βαθμίδας και του επιπέδου εξόδου δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 150mm.

- Οι βαθμίδες θα έχουν πλάτος τουλάχιστον 25mm (βλέπε σχήμα 6.4.7)

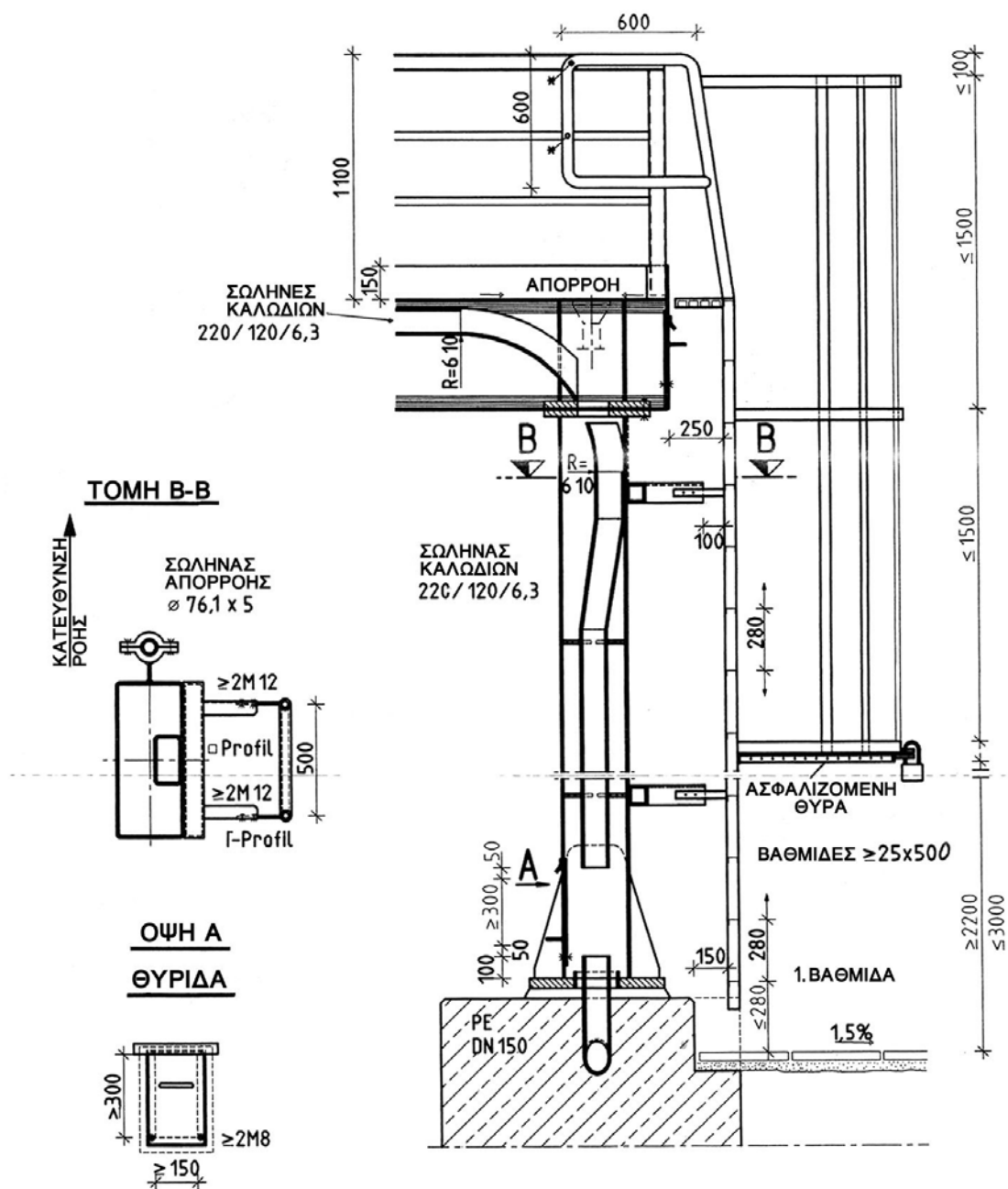
6.4.8. Διάδρομοι επιθεώρησης

- (1) Όλες οι γέφυρες σήμανσης στις οποίες οι εργασίες επιθεώρησης και συντήρησης μπορούν να διεκπεραιωθούν μόνο με αποκλεισμό της κυκλοφορίας ή οι γέφυρες οδών με υψηλό κυκλοφοριακό φόρτο ή με αυξημένο κίνδυνο ατυχημάτων και /ή με περισσότερες από δύο λωρίδες κυκλοφορίας ανά κλάδο, θα εφοδιάζονται με διαδρόμους επίσκεψης.

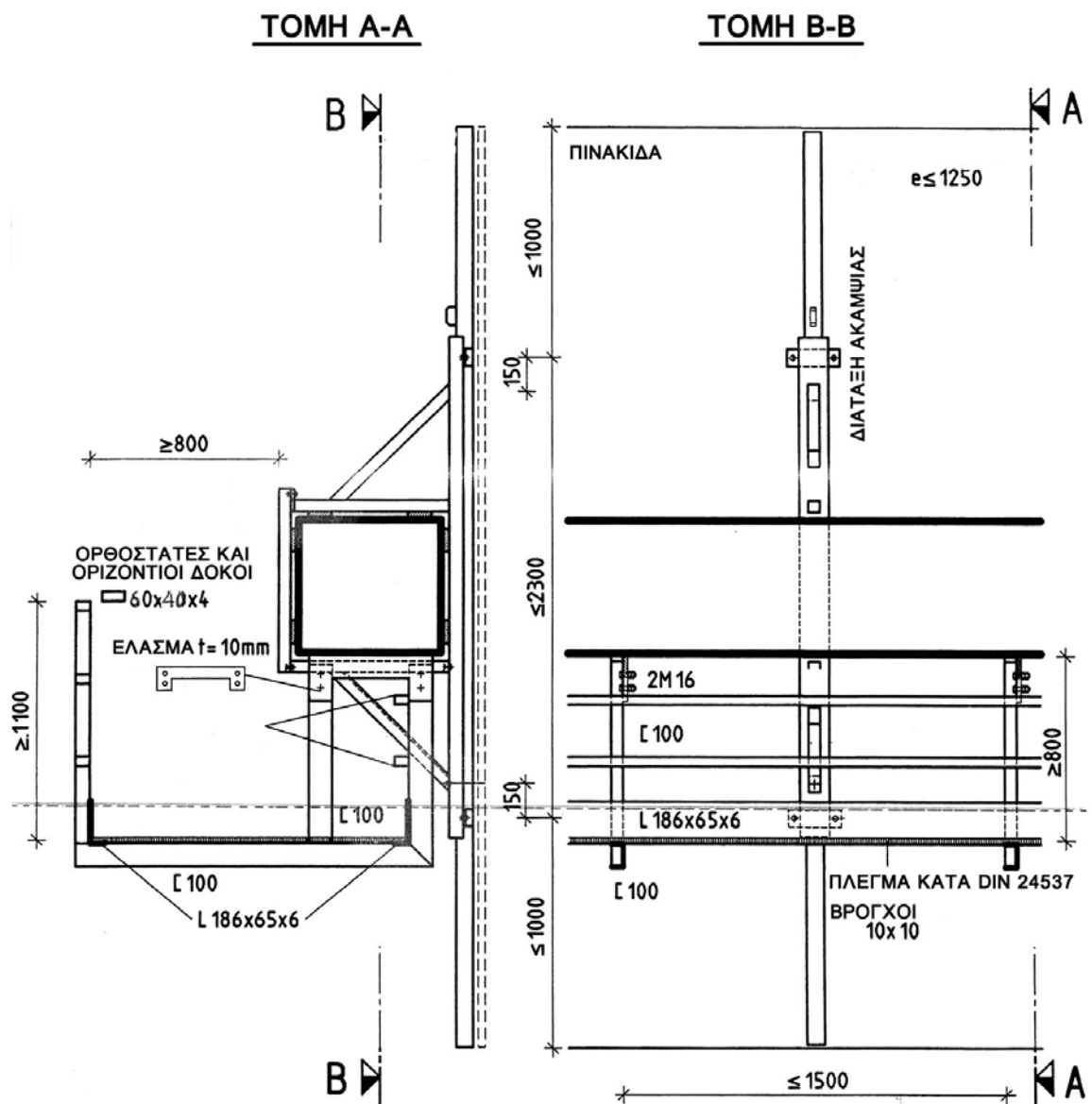
Ανεξάρτητα από τα παραπάνω, πρέπει κατά κανόνα οι γέφυρες σήμανσης που φέρουν εγκαταστάσεις ελέγχου κυκλοφορίας να εξοπλίζονται με διαδρόμους επίσκεψης. Στα σχήματα 6.4.8α, β και γ δίνονται βασικά στοιχεία διαδρόμων επίσκεψης γεφυρών σήμανσης, τόσο με οπισθοανακλαστικές πινακίδες όσο και με πινακίδες μεταβλητών ενδείξεων.

- (2) Κατά κανόνα, δεν προβλέπονται διάδρομοι επίσκεψης σε γέφυρες σήμανσης με λεπτά ζυγώματα ή σε γέφυρες με προβόλους.
- (3) Το ελεύθερο πλάτος του διαδρόμου δεν πρέπει να είναι μικρότερο από 800mm. Προκειμένου να εμποδίζεται η πτώση μικροαντικειμένων και εργαλείων, πρέπει στο δάπεδο των διαδρόμων επίσκεψης να προβλέπεται κατάλληλο πλέγμα, κατά DIN 24537, με μικρούς βρόγχους (διαστάσεις βρόχων 10x10mm) και περιμετρικό παραπέτο ύψους 15cm [βλέπε σχήμα 6.4.8β].
- (4) Στην αρχή του διαδρόμου επίσκεψης πρέπει να αναγράφεται κατά τρόπο ευκρινή και μόνιμο το μέγιστο επιτρεπόμενο φορτίο.
- (5) Εάν υπάρχει η δυνατότητα να χρησιμοποιηθεί το ίδιο ζύγωμα ως διάδρομος επίσκεψης, πρέπει να προβλέπεται αντιολισθηρή επίστρωσή του. Σημειώνεται ότι διάδρομος επίσκεψης μπορεί να διαταχθεί και κάτω από το επίπεδο του ζυγώματος [βλέπε επίσης σχήμα 6.4.8β].
- (6) Οι διάδρομοι επίσκεψης πρέπει να διατάσσονται κατά τέτοιο τρόπο ώστε τα στοιχεία στερέωσης και η κατασκευή της γέφυρας σήμανσης να είναι προσιτά, χωρίς να απαιτούνται αλλά βοηθητικά μέσα.
- (7) Η βατή επιφάνεια του διαδρόμου πρέπει να εξασφαλίζεται από όλες τις πλευρές με κιγκλίδωμα, εφόσον η υπάρχουσα κατασκευή δεν παρέχει προστασία στον ίδιο βαθμό με το κιγκλίδωμα.
- (8) Το κιγκλίδωμα πρέπει να υποδιαιρείται καθ ύψος με δύο ενδιάμεσες οριζόντιες δοκούς. Το ύψος του κιγκλιδώματος θα ανέρχεται σε 1,10m πάνω από τη βατή επιφάνεια.

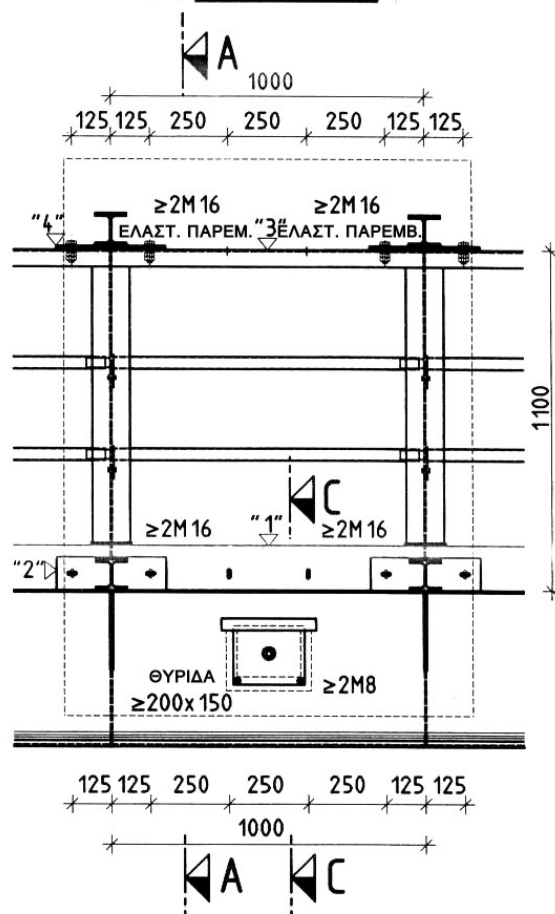
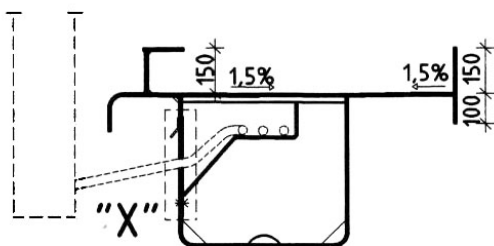
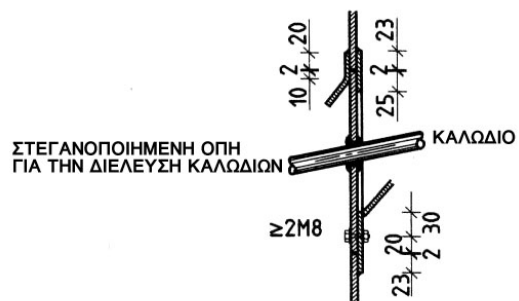
ΤΟΜΗ ΖΥΓΩΜΑΤΟΣ ΟΡΘΟΣΤΑΤΗ



Σχήμα 6.4.7



Σχήμα 6.4.8β

ΤΟΜΗ Α-Α**ΤΟΜΗ Β-Β****ΤΟΜΗ C-C****ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΑ "X"**

Σχήμα 6.4.8γ

6.5. ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ ΦΟΡΤΙΩΝ

6.5.1. Ίδια βάρη

- (1) Το ίδιο βάρος της κατασκευής προσδιορίζεται κατά DIN 1055. Επίσης πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα βάρη των ηλεκτρικών καλωδίων και των μικροσυνδέσμων, π.χ. στις ενώσεις, με κατάλληλες προσαυξήσεις.
- (2) Με την προϋπόθεση ότι δεν θα προκύψουν δυσμενέστερα φορτία από τις πραγματικές διαστάσεις και τα φορτία εφαρμογής, ισχύουν οι ακόλουθες τιμές:

α) για πινακίδες

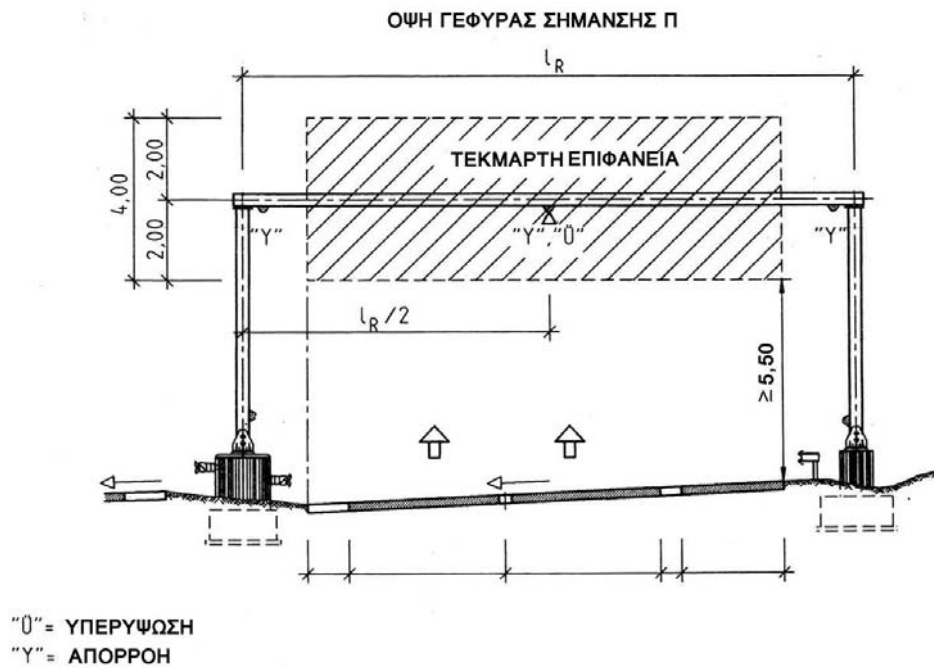
- ύψος τεκμαρτής επιφανείας $h = 4,00 \text{ m}$
- ισοδύναμα φορτία για:

οπισθοανακλαστικές πινακίδες	$g = 0,2 \text{ KN/m}^2$
εξωτερικά φωτιζόμενες πινακίδες	$g = 0,2 \text{ KN/m}^2$
εσωτερικά φωτιζόμενες πινακίδες	$g = 0,5 \text{ KN/m}^2$

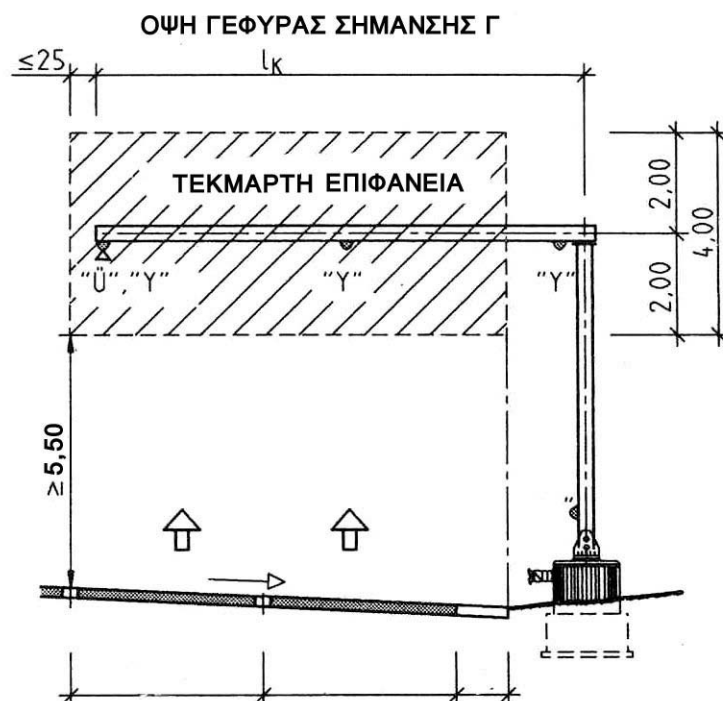
β) για πινακίδες μεταβλητής ένδειξης

- ύψος τεκμαρτής επιφανείας $h = 1,5 \text{ m}$
- ισοδύναμο φορτίο $g = 1,0 \text{ KN/m}^2$

- (3) Τα υπόψη ισοδύναμα φορτία περιλαμβάνουν τα φορτία των κατά περίπτωση διατάξεων στερέωσης πινακίδων /σηματοδοτών.
- (4) Η τεκμαρτή επιφάνεια ορίζεται ως συνεχής ζώνη υπεράνω του σταθεροποιημένου οδοστρώματος [βλέπε σχήματα 6.5.1.(4)α και β]. Απόκλιση από τον κανόνα αυτό θα υπάρχει όταν η θεώρηση φόρτισης τμήματος της τεκμαρτής επιφανείας δίνει δυσμενέστερα αποτελέσματα σε συγκεκριμένους ελέγχους. Τέτοια περίπτωση θα ήταν η θεώρηση φόρτισης μόνο του ενός προβόλου σε γέφυρες σήμανσης μορφής T.
- (5) Η οριζόντια και η κατακόρυφη διάταξη των πινακίδων/σηματοδοτών θα καθορίζεται στη μελέτη.



Σχήμα 6.5.1.(4)α



Σχήμα 6.5.1.(4)β

6.5.2. Φορτία ανέμου

- (1) Εφόσον με βάση τις πραγματικές διαστάσεις δεν προκύπτουν μεγαλύτερες καταπονήσεις, θα ισχύουν τα φορτία που προκύπτουν από τις τεκμαρτές επιφάνειες, όπως αυτές προσδιορίζονται στα εδάφια (2) και (4) της παραπάνω παραγράφου 6.5.1.
- (2) Θα λαμβάνεται υπόψη οριζόντια ανεμοπίεση $w = 1,50 \text{ KN/m}^2$ κάθετα προς την προσβαλλόμενη επιφάνεια. Στην τιμή αυτή συμπεριλαμβάνεται ο αεροδυναμικός συντελεστής c_f .
- (3) Σε πυκνοδομημένες περιοχές εντός πόλεων είναι δυνατή η μείωση της τιμής w κατά 20% ύστερα από τη σύμφωνη γνώμη του Κ.Τ.Ε.
- (4) Ως προσβαλλόμενη από τον άνεμο επιφάνεια για το στατικό υπολογισμό λαμβάνεται η προσβαλλόμενη επιφάνεια της κατασκευής στην εκάστοτε κατεύθυνση του ανέμου, καθώς και οι τεκμαρτές επιφάνειες οι καθοριζόμενες στην παράγραφο 6.5.1. Οι τεκμαρτές επιφάνειες πρέπει να θεωρούνται με τέτοιο τρόπο ώστε να προκύπτει ανά περίπτωση ελέγχου η δυσμενέστερη καταπόνηση. Τα τμήματα της κατασκευής που βρίσκονται σε υπήνεμα σημεία θεωρείται ότι δεν φορτίζονται από άνεμο.
- (5) Για τη διαστασιολόγηση των διατάξεων στερέωσης πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ανεμοπίεση ανομοιόμορφα κατανεμημένη επί της επιφανείας που καθορίζεται στην παράγραφο 6.5.1. Γι αυτό η μικρότερη τιμή της ανεμοπίεσης πρέπει να λαμβάνεται ίση με το ήμισυ της μέγιστης τιμής, έτσι ώστε να προκύπτει η δυσμενέστερη καταπόνηση για τις διατάξεις στερέωσης.
- (6) Παράλληλα προς το επίπεδο των πινακίδων, στον άξονα του ζυγώματος, θα λαμβάνονται υπόψη κατά τη φόρτιση λόγω ανεμοπίεσης, εκτός των δυνάμεων που ασκούνται στα προσήνεμα μέλη του φορέα, και δυνάμεις τριβής όπως παρακάτω:
 $W_1 = 12 \text{ KN}$ για βατές (με διάδρομο επιθεώρησης) γέφυρες σήμανσης
 $W_2 = 8 \text{ KN}$ για μη βατές γέφυρες σήμανσης
 Το ισοδύναμο αυτό φορτίο ανέμου επιτρέπεται να υποδιπλασιάζεται για γέφυρες σήμανσης με μονοπροέχοντα πρόβολο.
- (7) Για τον επανέλεγχο τυχόν υφισταμένων δικτυωτών κατασκευών θα λαμβάνονται υπόψη οι διατάξεις του ENV 1991, Μέρη 2-4(ΕC 1).

6.5.3. Φορτίο χιονιού

Το φορτίο χιονιού υπολογίζεται σύμφωνα με το DIN 1055, μέρος 5. Συνιστάται να λαμβάνεται υπόψη ομοιόμορφα κατανεμημένο φορτίο χιονιού $0,75 \text{ KN/m}^2$. Σημειώνεται ότι το φορτίο χιονιού λαμβάνεται υπόψη και στην οριζόντια προβολή επιφανειών με κλίση $< 45^\circ$.

6.5.4. Θερμοκρασιακή μεταβολή

Θα λαμβάνεται υπόψη ομοιόμορφη μεταβολή της θερμοκρασίας $\pm 35^{\circ}\text{C}$.

6.5.5. Ισοδύναμα φορτία ατόμων και υλικών

Ως ισοδύναμα φορτία ατόμων (τεχνίτες) και υλικών λαμβάνονται 2 μοναχικά φορτία, 1,50 KN το καθένα, σε απόσταση 1,0m μεταξύ τους και εφαρμόζονται στη στατικά δυσμενέστερη θέση.

6.5.6. Οριζόντια ώθηση κιγκλιδωμάτων

Θα λαμβάνεται υπόψη οριζόντια ώθηση 0,50 KN/m με κατεύθυνση προς τα μέσα ή έξω στο ύψος του χειρολισθείρα.

6.5.7. Πρόσκρουση οχημάτων

(1) Για γέφυρες σήμανσης σε περιοχές με επιτρεπομένη ταχύτητα $V_{\text{ΕΠΙΤΡ}} > 50\text{Km/h}$ και σε ό,τι αφορά την πρόσκρουση οχημάτων θα λαμβάνονται υπόψη τα παρακάτω:

- α) Εάν ο ορθοστάτης της γέφυρας σήμανσης βρίσκεται πίσω από στηθαίο ασφαλείας από σκυρόδεμα (ελάχιστο μήκος 20m) ή πίσω από ηχοπροστατευτικό πέτασμα, δεν απαιτείται κανένα περαιτέρω μέτρο [βλέπε σχήματα 6.5.7.(1).α1 και α2].
- β) Εάν η απόσταση μεταξύ της εμπρόσθιας όψης του ορθοστάτη και του χαλύβδινου στηθαίου ασφαλείας είναι μεγαλύτερη από 1.50m, δεν απαιτείται η κατασκευή βάθρου από σκυρόδεμα. Επί του ορθοστάτη εφαρμόζεται στη στάθμη της κορυφής του στηθαίου ασφαλείας ισοδύναμο φορτίο πρόσκρουσης ίσο με 100 KN, χωριστά στο επίπεδο του πλαισίου και κάθετα σε αυτό [βλέπε σχήμα 6.5.7.(1).β].
- γ) Εάν η απόσταση μεταξύ της εμπρόσθιας όψης του ορθοστάτη και του χαλύβδινου στηθαίου ασφαλείας είναι μεταξύ 1.00m και 1.50m, πρέπει να προβλέπεται βάθρο σκυροδέματος με τις ακόλουθες διαστάσεις:
 - Ύψος ανάλογο της άνω παρειάς του στηθαίου ασφαλείας (0.75m)
 - Πλάτος τουλάχιστον ίσο με 0.80m και μήκος τουλάχιστον 1.00m
 - Περιθώριο γύρω από την πλάκα έδρασης του ορθοστάτη τουλάχιστον 15cm
 - Επί του βάθρου, στο ύψος της άνω παρειάς του στηθαίου (0.75m), θα επιβάλλεται ισοδύναμο φορτίο κρούσης ίσο με 200 KN, χωριστά στο επίπεδο του πλαισίου και κάθετα σε αυτό [βλέπε σχήματα 6.5.7.(1).γ1 και γ2]
 - Οι μετωπικές επιφάνειες του βάθρου θα στρογγυλεύονται

δ) Εάν η απόσταση μεταξύ της εμπρόσθιας όψης του ορθοστάτη και του χαλύβδινου στηθαίου ασφαλείας είναι μικρότερη από 1,00m, πρέπει τότε το βάθρο να διαταχθεί σύμφωνα με το DIN 1072 (Δεκ. 1985), παρ. 5.3, Υποσημείωση 5 (ή την παράγραφο 2.5.3 του κεφαλαίου 2 "ΦΟΡΤΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ") [βλέπε σχήματα 6.5.7.(1).δ1, δ2, για την περίπτωση μεταλλικών στηθαίων και δ3, δ4 για την περίπτωση στηθαίων από σκυρόδεμα].

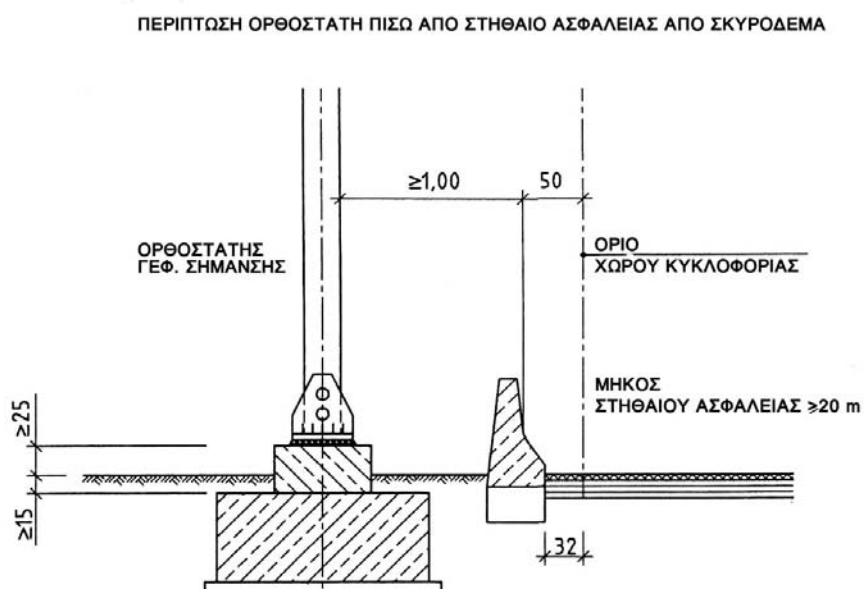
- (2) Για γέφυρες σήμανσης σε περιοχές με επιτρεπομένη ταχύτητα $V_{\text{ΕΠΙΤΡ}} \leq 50 \text{ Km/h}$ δεν απαιτείται καμμία προστατευτική διάταξη. Σε αυτή την περίπτωση θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ισοδύναμο φορτίο πρόσκρουσης στον ορθοστάτη ίσο με 100KN και σε ύψος 0.75m πάνω από την επιφάνεια κύλισης, στο επίπεδο του πλαισίου η κάθετα σε αυτό [βλέπε σχήμα 6.5.7.(2)].

6.5.8. Φορτία συναρμολόγησης

Θα λαμβάνονται υπόψη φορτία τα οποία επιβάλλονται κατά τη συναρμολόγηση, ανάλογα με τα ακολουθούμενα στάδια.

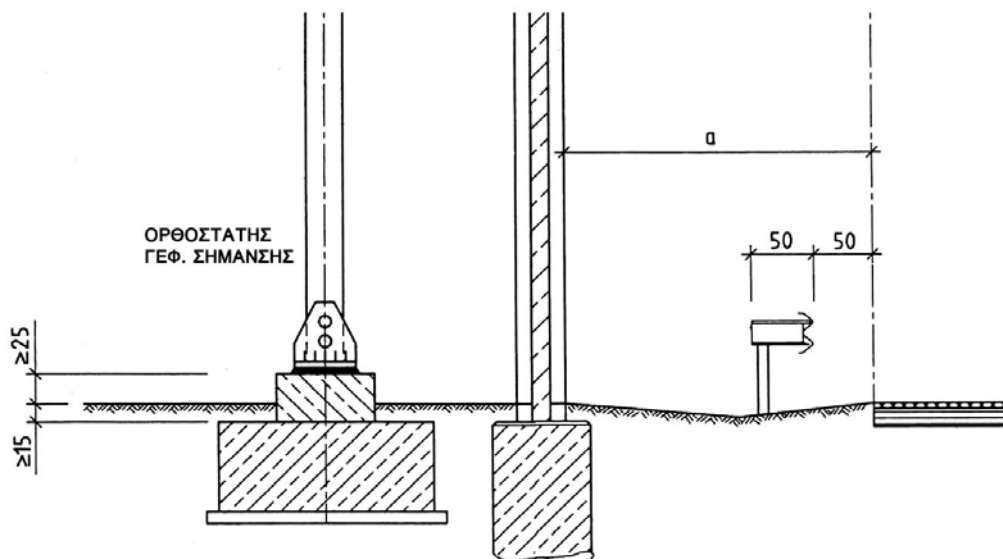
6.5.9. Σεισμικά φορτία

Ο έλεγχος για σεισμική φόρτιση είναι απαραίτητος όταν το φορτίο ανέμου $1,5 \text{ KN/m}^2$ εφαρμόζεται σε επιφάνεια $\leq 5 \text{ m}^2$.



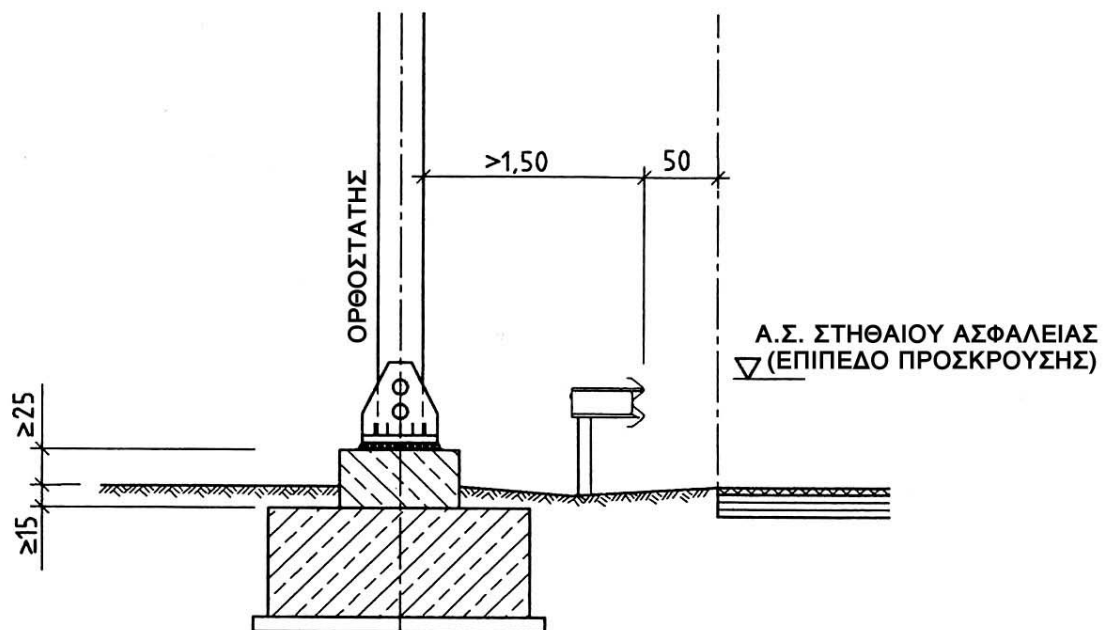
Σχήμα 6.5.7.(1).α1

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΣΤΗΘΑΙΟΥ ΠΙΣΩ ΑΠΟ ΗΧΟΦΡΑΓΜΑ
($1,75 \text{ m} \leq a < 2,5 \text{ m}$)

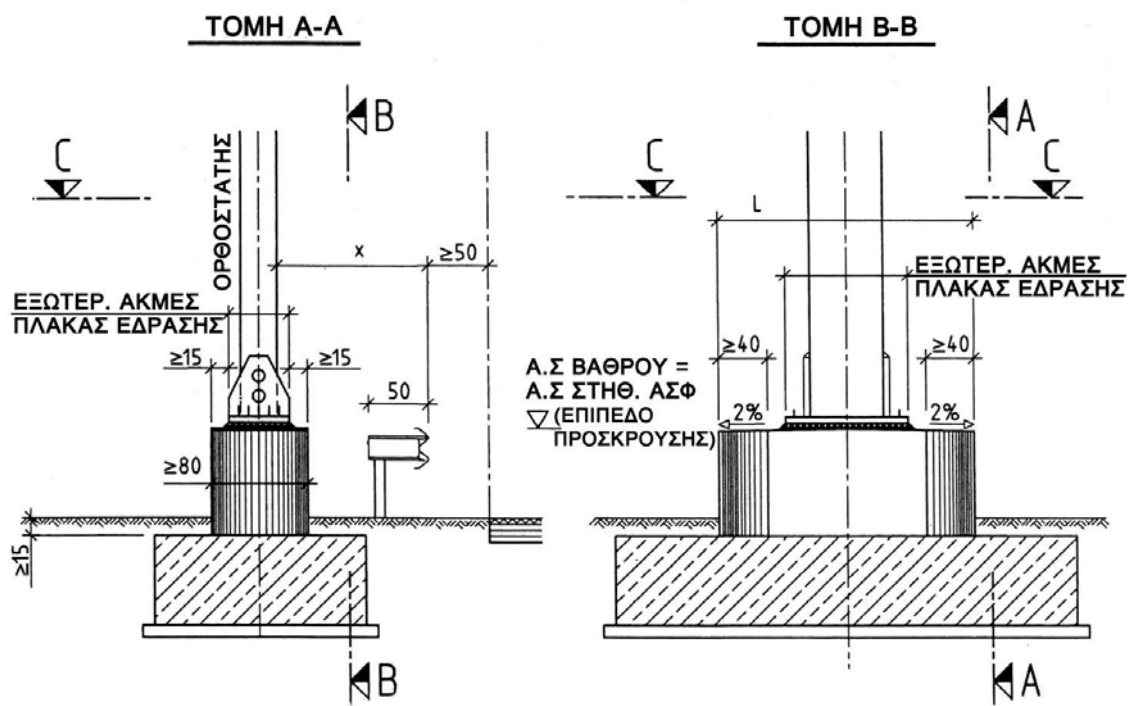


Σχήμα 6.5.7.(1).α2

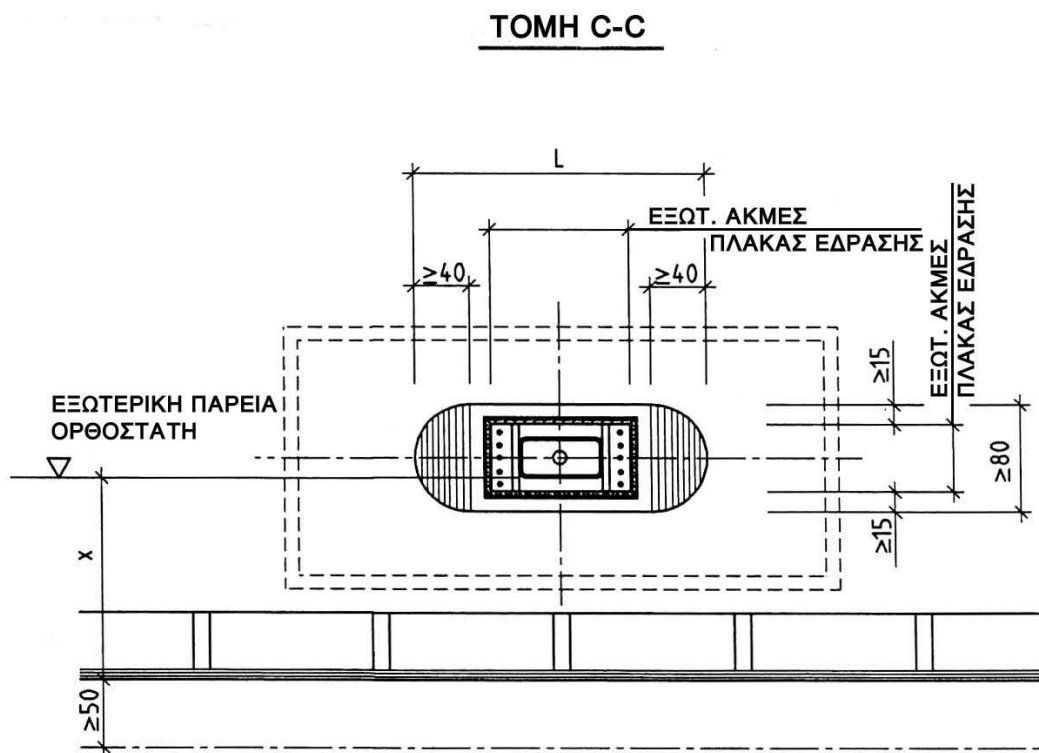
ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΟΡΘΟΣΤΑΤΗ
ΠΙΣΩ ΑΠΟ ΧΑΛΥΒΔΙΝΟ ΣΤΗΘΑΙΟ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ



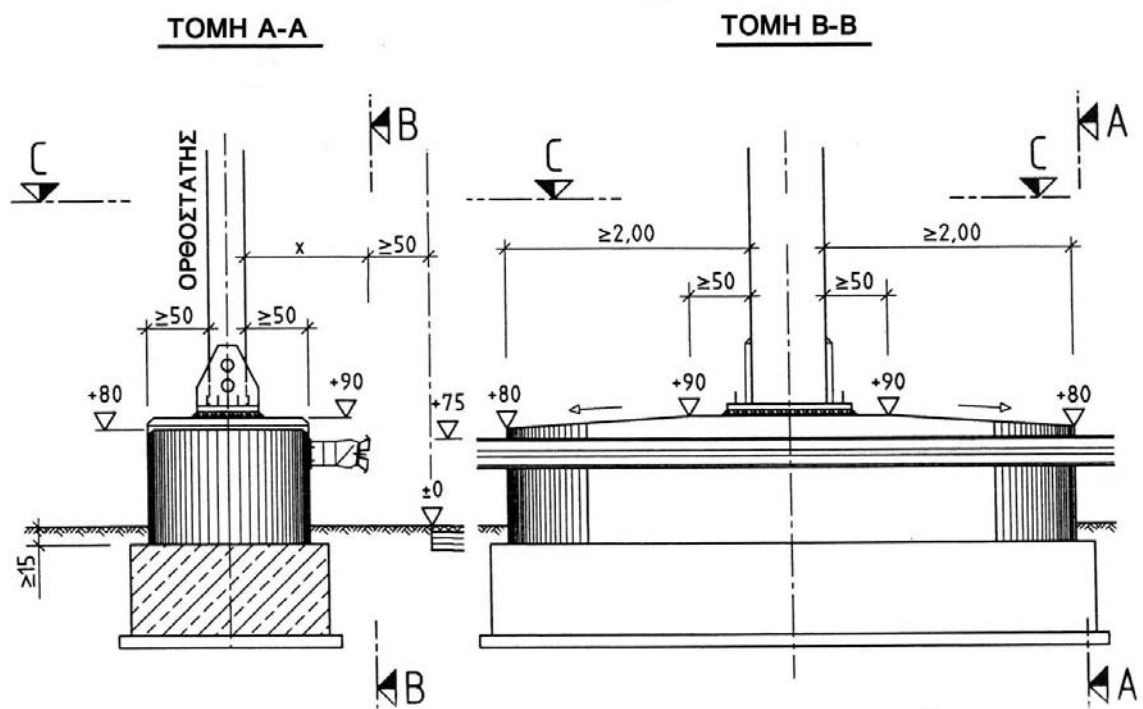
Σχήμα 6.5.7.(1).β



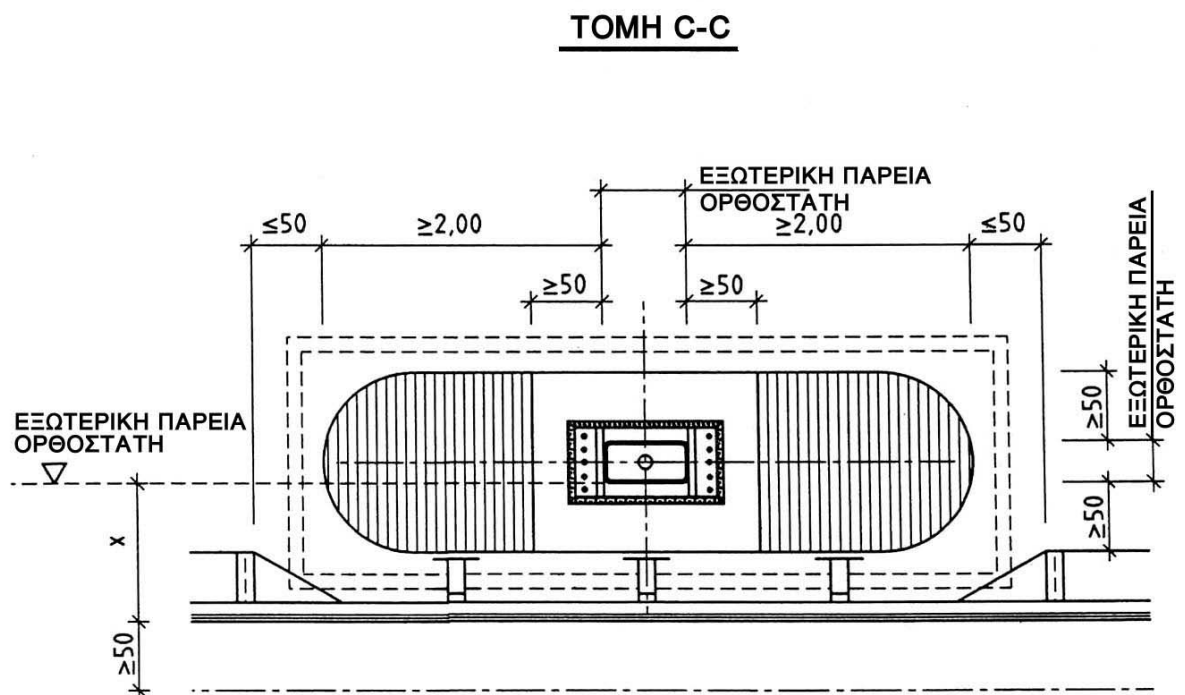
Σχήμα 6.5.7.(1).γ1



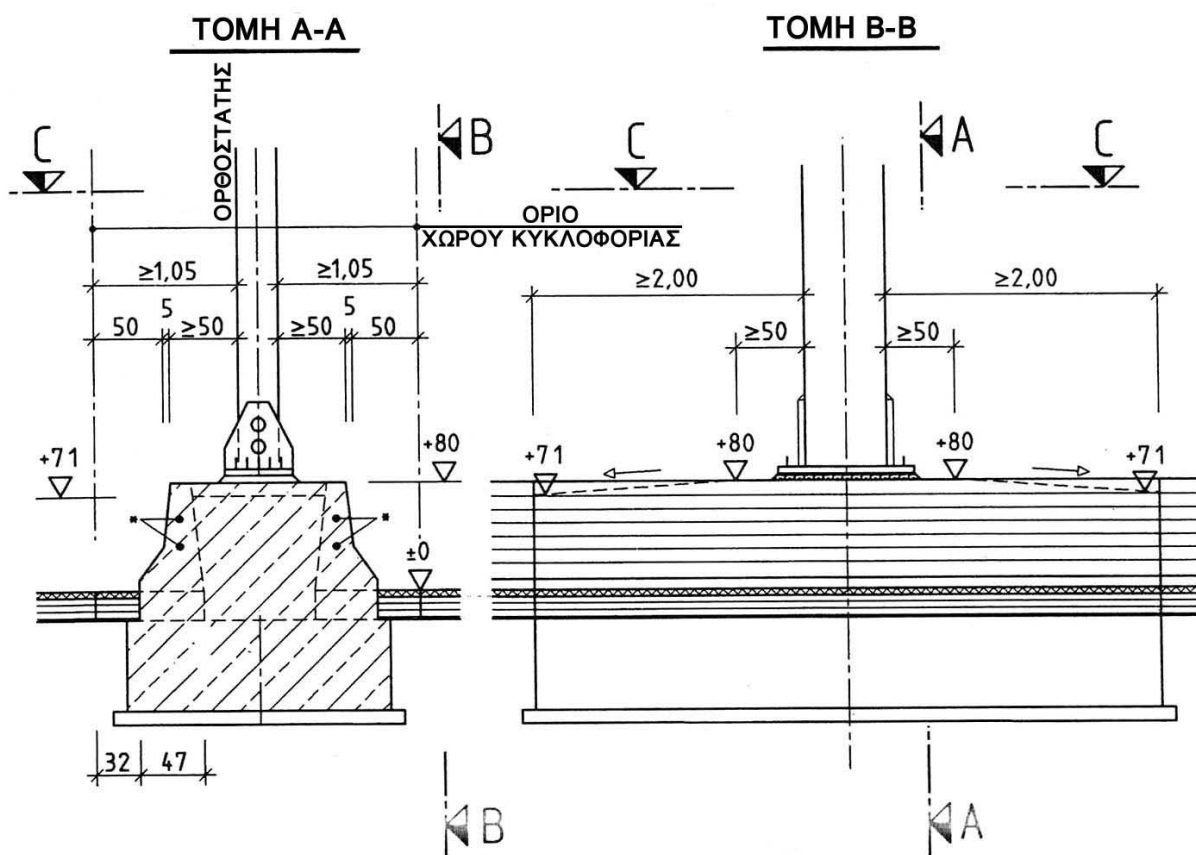
Σχήμα 6.5.7.(1).γ2



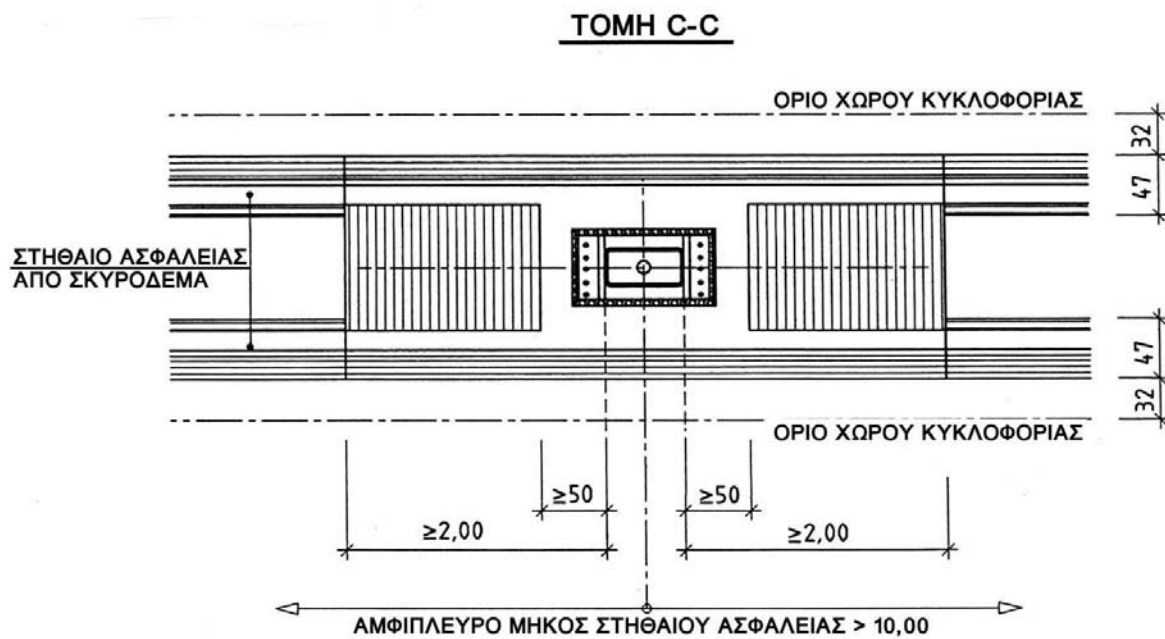
Σχήμα 6.5.7.(1).δ1



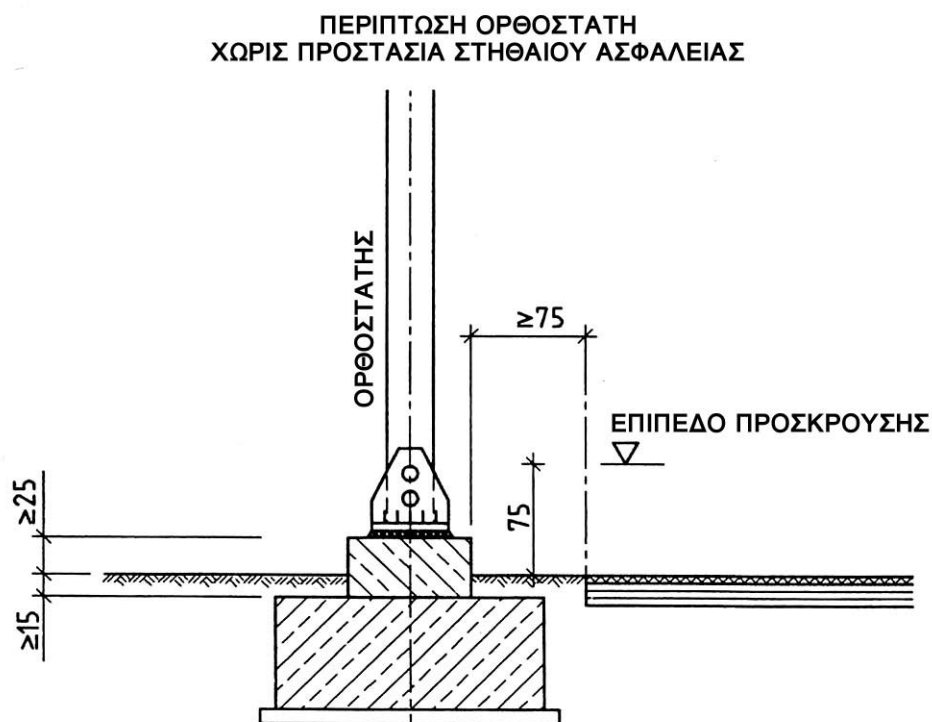
Σχήμα 6.5.7.(1).δ2



Σχήμα 6.5.7.(1).δ3



Σχήμα 6.5.7.(1).δ4



Σχήμα 6.5.7.(2)

6.6. ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ - ΕΛΕΓΧΟΙ

6.6.1. Γενικά

(1) Θα ελέγχονται:

- Η κύρια φέρουσα κατασκευή
- Οι διατάξεις στερέωσης πινακίδων/σηματοδοτών και των άλλων πρόσθετων κατασκευών
- Το βάθος
- Η θεμελίωση

(2) Για τη διαστασιολόγηση και τους ελέγχους της κύριας φέρουσας κατασκευής από χάλυβα και των στοιχείων στερέωσης ισχύει το DIN 18800, Μέρη 1 έως 3, (έκδοση Νοεμβρίου 1990). Για κύριες φέρουσες κατασκευές από αλουμίνιο ισχύει το DIN 4113 Μέρος 1 και Ε DIN 4113 Μέρος 2 (Σχέδιο Μαρτίου 1993), σε συνδυασμό με το DIN 4114 και την οδηγία 012 "Έλεγχος ύβωσης πλακών" του Γερμανικού Ινστιτούτου Σκυροδέματος (DafStb Ri 012). Για τον έλεγχο κόπωσης κατά τη λειτουργία των αγκυρίων και των στοιχείων σύνδεσης, ισχύει η

παράγραφος 6.6.7. του παρόντος. Για τους ελέγχους οπλισμένου σκυροδέματος ισχύει το DIN 1045/88.

- (3) Για τους ελέγχους του εδάφους, βάθος θεμελίωσης κ.λ.π., ισχύει το DIN 1054.
- (4) Για τους συνδυασμούς δράσεων με πλήρες φορτίο ανέμου επιτρέπεται να λαμβάνεται υπόψη το μισό φορτίο χιονιού. Για τους συνδυασμούς δράσεων με πλήρες φορτίο χιονιού, αρκεί να ληφθούν υπόψη τα μισά κινητά φορτία της παραγράφου 6.5.5 του παρόντος.
- (5) Οι δράσεις των ισοδυνάμων φορτίων πρόσκρουσης πρέπει να ακολουθούνται ως τα θεμέλια. Έλεγχοι στη στάθμη θεμελίωσης με αυτές δεν απαιτούνται. Αυτό σημαίνει ότι ο τυχηματικός συνδυασμός φορτίσεων που περιλαμβάνει και το φορτίο πρόσκρουσης θα χρησιμοποιείται κατά τον προσδιορισμό του οπλισμού των θεμελίων και τον έλεγχο της επάρκειας της διατομής του βάθρου από σκυρόδεμα, εφόσον αυτό υπάρχει.
- (6) Οι κρίσιμοι συνδυασμοί δράσεων θα σχηματίζονται χωριστά και για τις δύο κατευθύνσεις:
 - στο επίπεδο του πλαισίου και
 - κάθετα στο επίπεδο του πλαισίου

6.6.2. Έλεγχος οριακής κατάστασης αστοχίας σε μέλη από χάλυβα

Για τον υπολογισμό των φορτίων διατομής από τα αναφερόμενα στην παράγραφο 6.5 φορτία ισχύει ο ακόλουθος διαχωρισμός:

α) Μόνιμες δράσεις (Μόνιμα φορτία)

Ίδια βάρη παρ. 6.5.1

β) Μεταβλητές δράσεις (Μεταβλητά φορτία)

Φορτία ανέμου	παρ. 6.5.2
Φορτία χιονιού	παρ. 6.5.3
Θερμοκρασιακές μεταβολές	παρ. 6.5.4
Ισοδύναμα φορτία ατόμων και υλικών	παρ. 6.5.5
Οριζόντια ώθηση κιγκλιδωμάτων	παρ. 6.5.6.
Φορτία συναρμολόγησης	παρ. 6.5.8

γ) Τυχηματικές δράσεις (Εκτάκτως δρώντα φορτία)

Πρόσκρουση οχημάτων	παρ. 6.5.7
Σεισμικά φορτία	παρ. 6.5.9

6.6.3. Έλεγχος οριακής κατάστασης αστοχίας σε μέλη από αλουμίνιο

- (1) Για τους ελέγχους ισχύει ο παρακάτω διαχωρισμός των φορτίων:

α) Κύρια φορτία (H)

Ίδια βάρη	παρ. 6.5.1
Φορτία ανέμου	παρ. 6.5.2
Οριζόντια ώθηση κιγκλιδωμάτων	παρ. 6.5.6
Φορτία συναρμολόγησης	παρ. 6.5.8

β) Πρόσθετα φορτία (Z)

Φορτία χιονιού	παρ. 6.5.3
Θερμοκρασιακές μεταβολές	παρ. 6.5.4
Ισοδύναμα φορτία ατόμων και υλικών	παρ. 6.5.5

γ) Εκτάκτως δρώντα φορτία (S)

Πρόσκρουση οχημάτων	παρ. 6.5.7
Σεισμικά φορτία	παρ. 6.5.9

- (2) Τα ισοδύναμα φορτία ατόμων και υλικών θα θεωρούνται κύρια φορτία κατά τη διαστασιολόγηση των διαδρόμων επίσκεψης.
- (3) Τα κύρια φορτία σχηματίζουν κατά το δυσμενέστερο συνδυασμό τους τη φόρτιση H, τα κύρια και τα πρόσθετα κατά το δυσμενέστερο συνδυασμό τους επίσης σχηματίζουν τη φόρτιση HZ.
- (4) Τα εκτάκτως δρώντα φορτία σχηματίζουν μαζί με τα δυσμενώς δρώντα κύρια φορτία τη φόρτιση HS. Συντελεστής ασφαλείας για την περίπτωση αυτής της φόρτισης $\gamma=1.00$.
- (5) Σε έλεγχο του φορέα σύμφωνα με τη θεωρία 2^{ας} τάξεως, θα γίνεται παραδοχή προϋπαρχουσών παραμορφώσεως που αντιστοιχούν στην παραμορφωμένη μορφή της χαμηλότερης ιδιοτιμής. Το μέγεθος της εκτροπής στην κεφαλή του στύλου καθορίζεται κατά τον έλεγχο σε $h_s/200$.

6.6.4. Έλεγχοι λειτουργικότητας

- (1) Υπό τα φορτία λειτουργίας οι παραμορφώσεις του φέροντα οργανισμού της γέφυρας δεν πρέπει να υπερβαίνουν τα ακόλουθα όρια:
 - Κεφαλή ορθοστάτη hs /150
(στο επίπεδο και κάθετα προς το επίπεδο του πλαισίου)
 - Ζύγωμα, στην κατακόρυφη διεύθυνση LR/200
 - Ζύγωμα, στην οριζόντια διεύθυνση LR/200
(χωρίς να ληφθεί υπόψη η ταυτόχρονη παραμόρφωση του ορθοστάτη)
 - Πρόβολος, στην κατακόρυφη διεύθυνση LK /200

- Πρόβολος, στην οριζόντια διεύθυνση LK /75
(χωρίς να ληφθεί υπόψη η ταυτόχρονη παραμόρφωση του ορθοστάτη)
- (2) Διευκρινίζεται ότι h_s είναι το θεωρητικό ύψος του ορθοστάτη, L_R το θεωρητικό μήκος του ζυγώματος και L_K το θεωρητικό μήκος του προβόλου [βλέπε σχήματα Σχήμα 6.5.1.(4)α και β].
- (3) Προεντεταγμένες ενώσεις δεν επιτρέπεται να ανοίγουν υπό τις δράσεις που αναφέρονται στις παραγράφους 6.5.1, 6.5.2 και 6.5.3 του παρόντος.
- (4) Εάν ο έλεγχος φορέων από χάλυβα σε οριακή κατάσταση αστοχίας γίνεται με τις μεθόδους ελαστική/πλαστική ή πλαστική/πλαστική, πρέπει επιπρόσθετα να ελέγχεται υπό φορτία λειτουργίας η είσοδος στην περιοχή της διαρροής.

6.6.5. Υπερύψωση

Το βέλος κάμψης του ζυγώματος ή του προβόλου της γέφυρας σήμανσης υπό τα μόνιμα φορτία της παραγράφου 6.5.1, θα πρέπει να αναιρείται με κατάλληλη υπερύψωση (αρνητικό βέλος). Θα πρέπει να εφαρμόζεται μία μόνιμη υπερύψωση ίση με $L/250$.

6.6.6. Έλεγχος κόπωσης κατά τη λειτουργία

Για τα αγκύρια και τα μέσα σύνδεσης απαιτείται ο έλεγχος κόπωσης κατά τη λειτουργία. Για τον υπολογισμό του $\Delta\sigma$ θα λαμβάνεται υπόψη το 30% των δυσμενέστερων μεγίστων φορτίων ανέμου. Ο αριθμός κύκλων φόρτισης καθορίζεται σε $n=1.5 \times 10^7$. Ο έλεγχος γίνεται σύμφωνα με το DIN V ENV 1993, Μέρος 1-1 (EC-3). Οι τιμές των επιμέρους συντελεστών ασφάλειας για τη φόρτιση κόπωσης είναι $\gamma_{Ff}=1.00$ και για την αντοχή σε κόπωση επίσης $\gamma_{Mf}=1.00$.

6.6.7. Έλεγχος έναντι ανατροπής

Για τον έλεγχο έναντι ανατροπής πρέπει να ακολουθείται το DIN 1072/85, παράγραφος 6.2 (ή η παράγραφος 2.6.2 του κεφαλαίου 2 "ΦΟΡΤΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ").

6.6.8. Τάσεις εδάφους

Ισχύει το DIN 1054. Τονίζεται ότι δεν επιτρέπεται αποκόλληση του θεμελίου (χαίων αρμός) με εφαρμογή φορτίου ίσου με το μισό του ήμισυ της ανεμοπίεσης. (Επιτρέπονται μόνο θλιπτικές τάσεις).

6.7. ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ –ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΖΩΗΣ – ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

- (1) Και για τις γέφυρες σήμανσης θα πρέπει να τηρείται βιβλίο συντήρησης με βάση το DIN 1076, που θα χρησιμοποιείται κατά τους ελέγχους της κατασκευής.
- (2) Κατά τη διάρκεια των τακτικών επιθεωρήσεων θα εξετάζεται αν τα στοιχεία αγκύρωσης, σύνδεσης (κοχλίες) κ.λ.π., έχουν χαλαρώσει ή αν έχουν εμφανισθεί φθορές από διάβρωση. Υπενθυμίζεται ότι η έδραση των γεφυρών σήμανσης

βρίσκεται πολύ κοντά (min 0,25m) στην επιφάνεια του εδάφους και εκτίθεται σε μόνιμη βάση σε υγρασία και κατά συνέπεια σε διάβρωση.

- (3) Οι γέφυρες σήμανσης από κράματα αλουμινίου εμφανίζουν μεγάλη ανθεκτικότητα σε διάβρωση και απαιτούν μικρότερη συντήρηση σε σχέση με τις χαλύβδινες, είναι όμως ευαίσθητες σε χτυπήματα. Η αναμενόμενη διάρκεια ζωής τους είναι περίπου 30 έτη.
- (4) Οι γέφυρες σήμανσης από χάλυβα απαιτούν εξυγίανση κάθε 10 περίπου χρόνια. Εξυγίανση σημαίνει πλήρη αποσυναρμολόγηση των πινακίδων, εμπειριστατωμένο καθαρισμό των επιφανειών της γέφυρας και στη συνέχεια προστατευτική επίστρωση βαφής με χρώμα υψηλής ποιότητας. Τονίζεται όμως ότι από πλευράς κόστους είναι σαφής η υπεροχή τους έναντι των γεφυρών από αλουμίνιο σε αναλογία 1:3.

6.8. ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ – ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ- ΟΔΗΓΙΕΣ

6.8.1. Γερμανικοί Κανονισμοί ¹⁾

DIN 267 Teil 3	Mechanische Verbindungselemente; Technische Lieferbedingungen; Festigkeitsklassen fuer Schrauben aus unlegierten oder legierten Staehlen
DIN EN 288 Teil 2	Anforderung und Anerkennung von Schweissverfahren fuer metalische Werkstoffe; Schweissverfahren fuer metalische Werkstoffe; Schweissanweisung fur das Lichtbogenschweissen
DIN 1045	Beton und Stahlbeton; Bemessung und Ausfuehrung
DIN 1054	Baugrund ; Zulaessige Belastungen des Baugrunds
DIN 1055 Teil 1	Lastannahmen fur Bauten; Lagerstoffe, Baustoffe und Bauteile, Eigenlasten und Reibungswinkel
DIN 1055 Teil 4	Lastannahmen fur Bauten; Verkehrslasten, Windlasten bei nicht Schwingungsanfaelligen Bauwerken
DIN 1055 Teil 5	Lastannahmen fur Bauten; Verkehrslaten, Schneelast und Eislast
DIN 1072	Strassen - und Wegbruecken; Lastannahmen
DIN 1076	Ingenieurbauwerke im Zuge von Strassen und Wegen; Ueberwachung und Pruefung
DIN 1725 Teil 1	Aluminiumlegierungen; Knetlegierungen
ENV 1991 Teil 2-4 (EC1)	Basis of Design and Actions on Structures; Wind Actions
DIN-V ENV 1993 Teil 1-1 (EC 3)	Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten; Allgemeine Bemessungsregeln, Bemessungsregeln fuer den Hochbau

DIN ISO 3506	Verbindungselemente aus nichtrostenden Staehlen; Technische Lieferbedingungen
DIN 4113 Teil 1	Aluminiumkonstruktionen unter vorwiegend ruhender Belastung, Berechnung und bauliche Durchbildung
E DIN 4113 Teil 2	Aluminiumkonstruktionen unter vorwiegend ruhender (Entwurf Maerz 1993) elastung; Berechnung, bauliche Durchbildung und Herstellung geschweisster Aluminiumkonstruktionen
DIN 4114	Stahlbau; Stabillitaetsfaelle (Knickung, Kippung, Beulung), Berechnungsgrundlagen
DIN 8565	Korrosionsschutz von Stahlbauten durch thermisches Spritzen von Zink und Aluminium; Allgemeine Grundsätze
DIN EN 10025	Warmgewalzte Erzeugnisse aus unlegierten Baustaehlen; Technische Lieferbedingungen
DIN EN 10204	Metallische Erzeugnisse; Arten von Pruefbescheinigungen
DIN 18800 Teil 1 (November 1990)	Stahlbauten; Bemessung und Konstruktion
DIN 18800 Teil 2 (November 1990)	Stahlbauten; Stabillitaetsfaelle, Knicken von Staeben und Stabwerken
DIN 18800 Teil 3 (November 1990)	Stahlbauten; Stabillitaetsfaelle, Platten beulen
DIN 18800 Teil 7 (November 1990)	Stahlbauten; Herstellen; Eignungsnachweise zum Schweissen
DIN 24 537	Gitterroste; Masse, Bezeichnungen, Belastung
DIN 50049	Metallische Erzeugnisse; Arten von Pruefbescheinigungen
DIN 50976	Korrosionsschutz; Feuerverzinken von Einzelteilen, Stueckverzinken; aufgebraachte Ueberzuege; Anforderungen und Pruefungen

6.8.2. Λοιπές Γερμανικές προδιαγραφές και οδηγίες

DAST Ri 012 ⁵⁾	Beulsicherheitsnachweis fuer Platten
RAS-Q ^{2) 3)}	Richtlinien fuer die Anlage von Strassen; Teil; Querschnitte
RPS - Bru ²⁾	Richtlinien fuer die bauliche Durchbildung und Ausstattung von Bruecken zur Ueberwachung, Pruefung und Erhaltung
RKK ²⁾	Richtlinien fuer Kontrollpruefungen von Korrosionsschutzarbeiten
RPS ^{2) 3)}	Richtlinien fuer passive Schutzeinrichtungen an Strassen

- ⁴⁾ Richtlinien zum Schweißen von tragenden Bauteilen aus Aluminium
- ZTV-K ²⁾ Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen fuer Kunstbauten
- ZTV-KOR ²⁾ Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen fuer Kunstbauten und Richtlinien fuer den Korrosionsschutz von Stahlbauten
- ZTV-Lsw ^{2) 3)} Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien fuer die Ausfuehrung von Laermschutzwaenden an Strassen
- ZTV-SA ^{2) 3)} Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien fuer die Sicherung von Arbeitsstellen an Strassen

6.8.3. Εκδοτικές πηγές

1. Beuth Verlag GmbH, Berlin
2. Verkehrsblatt-Verlag, Dortmund
3. Forschungsgesellschaft fuer Strassen – und Verkehrswesen, Koeln
4. Deutsches Insitut fuer Bautechnik, Berlin
5. Stahlbau – Verlags GmbH, Koeln

6.8.4. Ελληνικές προδιαγραφές και οδηγίες

- Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. Προδιαγραφές & Οδηγίες Κατακόρυφης Σήμανσης Αυτοκινητοδρόμων
- "ΕΓΝΑΤΙΑ ΟΔΟΣ Α.Ε." Οδηγίες Σύνταξης Μελετών Έργων Οδοποιίας.
- Ε.Υ.Δ.Ε/Π.Α.Θ.Ε. Κανονισμός Μελετών Ερευνών

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ – ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

7.	ΜΕΛΕΤΗ ΜΙΚΡΩΝ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ	38
7.1.	ΓΕΝΙΚΑ	38
7.2.	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΖΩΗΣ	38
7.3.	ΟΡΙΣΜΟΙ	38
7.4.	ΑΙΣΘΗΤΙΚΗ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΘΕΩΡΗΣΗ	38
7.5.	ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΔΙΑΒΑΣΕΩΝ ΚΑΙ ΟΧΕΤΩΝ	38
7.6.	ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΟΧΕΤΩΝ ΑΠΟ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΑΠΟΨΗ	43
7.7.	ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ	56
7.8.	ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΤΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΡΩΣΕΙΣ	3
7.9.	ΥΔΑΤΟΣΤΕΓΑΝΩΣΗ	3
7.10.	ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΕΠΙΚΑΛΥΨΕΙΣ ΚΑΙ ΕΠΙΧΩΣΕΙΣ ΔΙΑΒΑΣΕΩΝ ΚΑΙ ΟΧΕΤΩΝ ΣΤΕΨΗΣ	5
7.11.	ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ	7
7.12.	ΦΟΡΤΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ	7
7.13.	ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΔΟΜΙΚΗΣ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗΣ	7
7.14.	ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΧΑΛΑΡΟΥ ΟΠΛΙΣΜΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ	8
7.15.	ΣΩΛΗΝΩΤΟΙ ΟΧΕΤΟΙ – ΕΙΔΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ	9
7.16.	ΣΩΛΗΝΩΤΟΙ ΑΓΩΓΟΙ – ΕΙΔΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ	10

7. ΜΕΛΕΤΗ ΜΙΚΡΩΝ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

7.1. ΓΕΝΙΚΑ

Ως "μικρά" ορίζονται τα τεχνικά έργα με ελαφρύ ορθό άνοιγμα μικρότερο ή ίσο των 6,00m. Τεχνικά κυκλικής διατομής με διάμετρο μικρότερη του 1,00m θεωρούνται σωληνωτοί οχετοί αντιστήριξης μέχρι και 8,0m ύψος.

Τα μικρά τεχνικά είναι συνήθως οχετοί ή διαβάσεις μικρών οχημάτων ή/και πεζοδιαβάσεις ανεξαρτήτου μήκους.

7.2. ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΖΩΗΣ

Όλα τα κατασκευαστικά στοιχεία των μικρών τεχνικών θα μελετηθούν για ελάχιστη διάρκεια ζωής 100 ετών.

7.3. ΟΡΙΣΜΟΙ

Βλέπε παράγραφο 1.3 Μελέτης Τεχνικών Έργων

7.4. ΑΙΣΘΗΤΙΚΗ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΘΕΩΡΗΣΗ

Βλέπε παράγραφο 1.4.3 Μελέτης Τεχνικών Έργων

7.5. ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΔΙΑΒΑΣΕΩΝ ΚΑΙ ΟΧΕΤΩΝ

7.5.1. Διαβάσεις μικρών οχημάτων

Για την κατηγορία των "διαβάσεων μικρών οχημάτων" που θεωρούνται ότι εξυπηρετούν τις διαβάσεις πεζών και μικρών οχημάτων, τα απαιτούμενα χαρακτηριστικά του ελεύθερου χώρου έχουν ως ακολούθως:

α) "Κύριες διαβάσεις μικρών οχημάτων"

Ελεύθερο πλάτος: $L_{ελ} = 6,00m$

Ελεύθερο ύψος: $H_{ελ} = 3,00m$

β) "Δευτερεύουσες διαβάσεις μικρών οχημάτων"

Ελεύθερο πλάτος: $L_{ελ} = 4,00m$

Ελεύθερο ύψος: $H_{ελ} = 3,00m$

7.5.2. Πεζοδιαβάσεις

Για την κατηγορία των "πεζοδιαβάσεων" που κατασκευάζονται με Κάτω Διάβαση τα απαιτούμενα χαρακτηριστικά του ελεύθερου χώρου έχουν ως ακολούθως:

α) "Πεζοδιαβάσεις μεγάλου μήκους" (Μήκους $M > 40,0m$)

Ελεύθερο πλάτος: $L_{ελ} = 6,00m$

Ελεύθερο ύψος: $H_{ελ} = 2,50m$

β) "Πεζοδιαβάσεις συνήθους μήκους" (Μήκους $M \leq 40,0\text{m}$)

Ελεύθερο πλάτος: $L_{\varepsilon\lambda} = 4,00\text{m}$

Ελεύθερο ύψος: $H_{\varepsilon\lambda} = 2,50\text{m}$

Για πεζοδιαβάσεις που εξυπηρετούν μεγάλη κυκλοφορία πεζών, το ελεύθερο πλάτος τους θα προκύπτει από σχετικό υπολογισμό, δεν θα μπορεί όμως να είναι μικρότερο από το παραπάνω ελάχιστο πλάτος.

7.5.3. Οχετοί

Ο γεωμετρικός σχεδιασμός των τεχνικών όσον αφορά τους οχετούς θα παίρνει υπόψη τις παρακάτω απαιτήσεις, καθώς και των Προδιαγραφών Κατασκευής Έργου.

- (1) Οι οχετοί πρέπει να σχεδιάζονται με τέτοιο τρόπο ώστε να λαμβάνονται επαρκώς υπόψη οι υδραυλικές συνθήκες του προς παροχέτευση ρέματος.
- (2) Γενικά οι οχετοί θα σχεδιάζονται κατά τρόπον ώστε να μην προκύπτει υπερύψωση της ελεύθερης επιφάνειας του νερού ανάντη του οχετού και η διατομή του οχετού να εξασφαλίζει ελεύθερη ροή με ύπαρξη ελεύθερου περιθωρίου για την παροχή υπολογισμού (βλέπε § 6.4).
Κατ' εξαίρεση είναι δυνατόν σε δυσχερείς θέσεις να περιορίζεται ή/και να μηδενίζεται το ελεύθερο περιθώριο, σύμφωνα με όσα αναφέρονται στην § 6.4 (3).
- (3) Οι άξονες εισόδου και εξόδου των οχετών πρέπει πάντοτε να ευρίσκονται στον άξονα του ρέματος.
- (4) Γενικά είναι επιθυμητό οι οχετοί να κατασκευάζονται με ευθύγραμμη χάραξη. Επιτρέπεται η κατασκευή καμπύλων οχετών με ελάχιστη ακτίνα οριζοντιογραφικής καμπύλης ίση προς το δεκαπλάσιο του ελεύθερου ανοίγματος του οχετού.

Σε δυσχερείς περιπτώσεις θα είναι δυνατόν να επιτραπεί η κατασκευή οριζοντίων καμπύλων μικρότερης ακτίνας, ύστερα από λεπτομερειακό υπολογισμό και μετά από σύμφωνη γνώμη της Υπηρεσίας.

- (5) Παραδοχές υδραυλικού υπολογισμού των οχετών

Α' Περίπτωση Υπολογισμού

Ο υδραυλικός υπολογισμός των οχετών θα γίνεται με υπολογισμό ανομοιόμορφης ροής συνεκτιμώμενης της υπερύψωσης στις καμπύλες αλλά και της εισρόφησης αέρα για ταχύτητες μεγαλύτερες των $6,00\text{m/sec}$.

Ο υδραυλικός υπολογισμός με ανομοιόμορφη ροή γίνεται είτε αναλυτικά χρησιμοποιώντας ευρύτατα αποδεκτές μεθόδους (π.χ. Standard step method ή Direct step method) με επίλυση προς τα ανάντη όταν η ροή είναι υποκρίσιμη ή προς τα κατόντη όταν η ροή είναι υπερκρίσιμη, είτε με την χρήση ευρύτατα αποδεκτών λογισμικών πακέτων.

Για την ακρίβεια των υπολογισμών θα πρέπει να καθορίζονται στα δεδομένα οι αρχικές συνθήκες ροής (βάθος - ταχύτητα) και στα αποτελέσματα οι τελικές συνθήκες ροής (βάθος - ταχύτητα).

Όμοια θα πρέπει να εισέρχονται στους υπολογισμούς οι τοπικές συνθήκες με την επιλογή κατάλληλων συντελεστών τραχύτητας (Manning) και απωλειών ενέργειας.

Για τον έλεγχο θα πρέπει όλοι οι υπολογισμοί να αναφέρονται σε συγκεκριμένες διατομές, οι οποίες θα συμπεριλαμβάνουν χαρακτηριστικά σημεία του έργου.

Στους παραπάνω υπολογισμούς πρέπει να περιλαμβάνονται επίσης και τα έργα εισόδου και εξόδου του οχετού ώστε να καθορίζεται η μηκοτομή της επιφάνειας του νερού κατά τη διαδρομή του διαδοχικά από την φυσική κοίτη προς τον οχετό μέσω του έργου εισόδου (περιοχή πτερυγοτόιχων) και στη συνέχεια προς τη φυσική κοίτη μέσω του έργου εξόδου.

Για οχετούς με παροχές μικρότερες των **5,00m³/sec** και για κατά μήκος κλίσεις μικρότερες του **5%**, ο αναλυτικός υπολογισμός μπορεί να αντικαθίσταται με απλούς ελέγχους οι οποίοι θα εξασφαλίζουν:

- ότι εντός του οχετού και των έργων εισόδου-εξόδου δεν γίνονται υδραυλικά άλματα
- ότι το μήκος της μεταβαλλόμενης ροής δεν θα ξεπερνά το μήκος του οχετού
- ότι ο οχετός θα λειτουργεί χωρίς υπερπλήρωση και συνεπώς δεν θα λειτουργεί υπό πίεση.
- ότι θα είναι γνωστές οι ταχύτητες εισόδου στο έργο εισόδου και εξόδου στο έργο εξόδου.

Για το λόγο αυτό ανάλογα με την κατάσταση της εισερχόμενης ροής πρέπει:

(i) Όταν η ροή από το υδατόρευμα έρχεται σε υποκρίσιμη κατάσταση

(i-1) Για υποκρίσιμη ροή από την είσοδο μέχρι και την έξοδο να ισχύουν οι περιορισμοί:

$$H < H^*$$

$$Y_t > Y_c$$

(i-2) Για υποκρίσιμη ροή από την είσοδο και μέσω του οχετού αλλά με υπερκρίσιμη στην έξοδο (έλεγχος στην είσοδο) να ισχύουν οι περιορισμοί:

$$H < H^*$$

$$Y_t < Y_c$$

(i-3) Για υπερκρίσιμη ροή από την είσοδο και μέσω του οχετού αλλά με υποκρίσιμη στην έξοδο (έλεγχος στην έξοδο) να ισχύουν οι περιορισμοί

$$H < H^*$$

$$Y_t < Y_c$$

Στις παραπάνω σχέσεις είναι

H: το βάθος ροής ανάντη

$$H^* : = 1,50 \times d \text{ (d είναι το ύψος του οχετού)}$$

Y_t : το βάθος ροής κατάντη

Y_c: το κρίσιμο βάθος ροής για την υφιστάμενη κλίση του οχετού

(ii) Όταν η ροή από το υδατόρευμα έρχεται σε κρίσιμη ή υπερκρίσιμη κατάσταση τότε θα πρέπει να διατηρείται σε όλες τις θέσεις ελέγχου η κατάσταση αυτή ώστε να μη συμβαίνει υδραυλικό άλμα στον οχετό ή στην περιοχή των έργων. Στην περίπτωση αυτή είναι σημαντικό οι ταχύτητες να είναι εντός των επιτρεπομένων ορίων και η ροή να έχει την απαραίτητη ενέργεια για να διέλθει από τον οχετό. Πρέπει δηλαδή να γίνεται έλεγχος της ενέργειας στις διατομές εισόδου με τη σχέση:

$$E = Y + Z + v^2 / (2 \times g)$$

Όπου:

E: το ύψος της γραμμής ενέργειας

Y: το βάθος ροής

v : η ταχύτητα ροής

g : η επιτάχυνση της βαρύτητας

z : βάθος ροής

(iii) Στις παραπάνω περιπτώσεις (i έως και ii) για το σχεδιασμό των έργων εισόδου και τον καθορισμό του μήκους της μεταβαλλόμενης ροής θα πρέπει να γίνεται χρήση των εξισώσεων:

$$\Delta x = \Delta E / (S_o - S_f)$$

$$S_f = n^2 \times V^2 / R^{2/3}$$

Όπου είναι

Δx : το μήκος μεταξύ των ελεγχόμενων διατομών

ΔE : η διαφορά στις στάθμες της γραμμής ενέργειας

S_o : η κλίση του πυθμένα

S_f : η κλίση από τις απώλειες τριβής

n : ο συντελεστής Manning

V : η ταχύτητα ροής

R : η υδραυλική ακτίνα

- (iv) Όταν η κατά μήκος κλίση του οχετού υπερβαίνει την τιμή **10%** τότε θα πρέπει να διατάσσονται βαθμίδες (πτώσεις) σε αποστάσεις μεγαλύτερες των **5,00m** και με μέγιστο ύψος **0,50m** ώστε να διατηρείται η ταχύτητα στα επιτρεπόμενα όρια (παρ. 7.6.2.3).

Εάν δεν είναι δυνατός ο έλεγχος της ροής με την διάταξη των παραπάνω βαθμίδων τότε ο σχεδιασμός του οχετού θα γίνεται με την διάταξη συνεχών βαθμίδων αλλά με μηδενική κλίση πατημάτων σύμφωνα με τα όσα αναφέρονται στην προδιαγραφή:

CIRIA REPORT 33 “The hydraulic design of stepped spillways

- (v) Για την περίπτωση επίσης που η κλίση υπερβαίνει την τιμή 12% και για αναπτυσσόμενες ταχύτητες πάνω από 7,00m/sec θα πρέπει να ελέγχεται εάν η ροή είναι εντός των παραδοχών ισχύος της γραμμικής κατανομής των πιέσεων στη διατομή της ροής (μη-μόνιμη ροή)
- (vi) Επίσης θα πρέπει σε οποιοδήποτε υπολογιστικό βήμα ή έλεγχο να υπολογίζεται ο αριθμός Froude και να εμφανίζεται στους υπολογιστικούς πίνακες ώστε να είναι γνωστή στον έλεγχο η κατάσταση της ροής.

Β' Περίπτωση Υπολογισμού

Κατά τους υδραυλικούς υπολογισμούς οχετών σε περιοχές με περιβαλλοντικά προβλήματα και για παροχές μεγαλύτερες των 50m³/sec επιβάλλεται να γίνεται συνεκτίμηση του όγκου της στερεοπαροχής και επίλυση του προβλήματος στερεοπαροχής με αποδεκτές μεθόδους (πχ σχέση $\Phi=f(\psi)$, Einstein).

Σε περίπτωση οχετών μεγάλου ελεύθερου ανοίγματος (π.χ. $L_w > 2,00m$) συνιστάται να γίνεται διαμόρφωση του οχετού με αμετάβλητη τη μέση υγρά διατομή.

Διεύρυνση της διατομής απορροής στη θέση του οχετού σε σχέση με τη διατομή του ρέματος πρέπει να αποφεύγεται γιατί παρουσιάζονται κίνδυνοι αποθέσεων.

Το στόμιο εισόδου και εξόδου των οχετών πρέπει να προστατεύονται με κατάλληλο τρόπο (π.χ. με λιθορριπές, λιθοστρώσεις και ενδεχομένως με στρώση σκυροδέματος κατάλληλα αγκυρωμένη με "χαλινούς").

Η κλίση των πρηνών του οδικού/σιδηροδρομικού έργου, βάσει της οποίας θα γίνεται η διαμόρφωση των πτερυγοτόχων των οχετών, δεν θα είναι πιο απότομη από $h:b= 1:1,5$.

Οι (ανεστραμμένοι) σίφωνες είναι τεχνικά έργα που οδηγούν υπό πίεση ένα ρέμα κάτω από διατομή ορύγματος ή κάτω από ένα εμπόδιο που βρίσκεται σε κάποιο βάθος. Στην παρούσα προδιαγραφή δεν προβλέπεται η δυνατότητα κατασκευής

ανεστραμμένων σιφώνων ομβρίων. Στην περίπτωση που γίνουν δεκτοί ανεστραμμένοι σιφώνες, ύστερα από σύμφωνη γνώμη της Υπηρεσίας, θα πρέπει να σχεδιασθούν και κατασκευασθούν κατάλληλα με πρόβλεψη όλων των αναγκαίων μέτρων για τη σωστή λειτουργία τους, συνεκτιμωμένων των προβλημάτων από τη μεταφορά φερτών. [(Πλέγματα συγκράτησης φερτών, κατασκευή φρεατίου βαθέων σημείων, παγίδα ιλύος, αναρροφητική αντλία στο βαθύ σημείο του ανερχόμενου τμήματος εκροής].

Οι οχετοί και το σύστημα αποχέτευσης της οδού δεν πρέπει να αλληλοτέμνονται. Κατά το σχεδιασμό θα πρέπει να γίνεται μέριμνα για την αποφυγή της περίπτωσης ο συλλέκτης αγωγός των ομβρίων να εκβάλλει απευθείας στο σώμα οχετού για τους παρακάτω λόγους:

Λόγω της διαφορετικής ακαμψίας των αγωγών και του οχετού υπάρχει ενδεχόμενο να θραυστεί η ένωσή τους και να διηθείται το νερό προς το επίχωμα.

Λόγω της εκβολής του αγωγού εντός του οχετού υπάρχει το ενδεχόμενο κατά την πλημμυρική παροχή να αντιστραφεί η κατεύθυνση ροής εντός του αγωγού.

Λόγω της ελεύθερης πτώσης των νερών από τον αγωγό εντός του οχετού υπάρχει κίνδυνος διάβρωσης του πυθμένα του οχετού.

Σε περίπτωση ανάγκης λήψης μέτρων για τον έλεγχο της ρύπανσης δεν είναι δυνατή η συλλογή των νερών του αγωγού μέσα από τον οχετό.

7.6. ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΟΧΕΤΩΝ ΑΠΟ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΑΠΟΨΗ

Οι οχετοί θα διαστασιολογούνται σύμφωνα με την παροχή υπολογισμού και με υπολογισμό των υδραυλικών στοιχείων, σύμφωνα με τα αναφερόμενα στις παραγράφους 7.6.1 και 7.6.2 αντίστοιχα.

Για τις ελάχιστες διαστάσεις των οχετών αποχέτευσης γίνεται αναφορά στην παράγραφο 7.6.3, ενώ για τα όρια ύψους πλήρωσης και το ελεύθερο περιθώριο (freeboard) γίνεται αναφορά στην παράγραφο 7.6.4.

7.6.1. Υπολογισμός Παροχών

7.6.1.1. Παροχή υπολογισμού αποχέτευσης ομβρίων

- (1) Ο υπολογισμός της παροχής της κρίσιμης απορροής των έργων αποχέτευσης ομβρίων, πλην οχετών της επόμενης υποπαραγράφου (2), θα γίνεται με βάση την ορθολογική μέθοδο δηλαδή τη σχέση:

$$Q = 0,278 \times C \times i \times A$$

όπου:

C : ο συντελεστής απορροής

i : η ένταση της βροχόπτωσης σε (mm/ώρα)

A : το εμβαδόν της λεκάνης (στρέμματα)

Q : η παροχή υπολογισμού (lt/s)

- (2) Εφόσον δεν υπάρχουν ακριβέστερα στοιχεία βροχοπτώσεων επιτρέπεται για μικρές και μεσαίου μεγέθους λεκάνες ($F < 20 \text{Km}^2$) η εκτίμηση της παροχής μελέτης να γίνεται, σύμφωνα με τα όσα αναφέρονται παρακάτω, με βάση τον τύπο του FULLER:

$$Q = Q_i \times F^{0,80} \times (1 + 0,80 \times \log T) \times [(1 + (2,66/F^{0,30}))]$$

Όπου: Q = η παροχή υπολογισμού σε m^3/sec

F = η επιφάνεια της λεκάνης απορροής σε χλμ^2

T = η περίοδος επαναφοράς (§ 6.1.3)

Q_i = συντελεστής εξαρτώμενος από την περίοδο επαναφοράς

Η εφαρμογή του τύπου του FULLER μπορεί να γίνεται μόνο:

- Για τον υπολογισμό της κρίσιμης παροχής των γεφυρών και οχετών από φυσικές λεκάνες βροχόπτωσης σε ΜΗ ΑΣΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ
- Για την εκτίμηση της κρίσιμης παροχής από λεκάνες απορροής μικρού και μέσου μεγέθους οποιασδήποτε διαμόρφωσης ($F < 20 \text{Km}^2$)
- Ο συντελεστής Q_i ανάλογα με περίοδο επαναφοράς λαμβάνει τις τιμές

Περίοδος επαναφοράς σε έτη	10ετία	50ετία	100ετία
Τιμή του συντελεστή Q_i	1,80	2,35	2,60

- (3) Η εφαρμογή του τύπου του FULLER θα μπορεί να γίνεται μόνον για τον υπολογισμό της παροχής της κρίσιμης απορροής των οχετών από φυσικές λεκάνες βροχόπτωσης σε ΜΗ ΑΣΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ. Λεπτομερέστερη αναφορά για τη μέθοδο υπολογισμού της παροχής των φυσικών λεκανών και την επιρροή της παροχής που προέρχεται από το δίκτυο αποχέτευσης ομβρίων των κυκλοφοριακών έργων (όμβρια που επιβαρύνουν το οδόστρωμα και τις τάφρους των κυκλοφοριακών έργων) γίνεται αναφορά στην παρακάτω υποπαράγραφο (4).

Στις περιπτώσεις οδού ή Σιδηροδρομικής Γραμμής που διέρχεται από ΜΗ ΑΣΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ και για λεκάνες επιφάνειας $F \leq 200 \text{km}^2$ όταν ο οχετός αποτελεί και αποδέκτη του δικτύου ομβρίων των κυκλοφοριακών έργων, στην παροχή που προκύπτει από τη φυσική λεκάνη βροχόπτωσης θα επαλληλίζεται η παροχή εκροής του δικτύου ομβρίων.

- (4) Στις περιπτώσεις αυτές ο υπολογισμός της παροχής θα γίνεται γενικά με την ορθολογική μέθοδο για την ενιαία πλέον λεκάνη, με ακριβή υπολογισμό της μέγιστης παροχής για την συγκεκριμένη περίοδο επαναφοράς, και μετά από

ακριβή προσδιορισμό του συντελεστή απορροής και των χρόνων συρροής, επιτρέπονται όμως να γίνονται οι παρακάτω απλοποιητικές παραδοχές:

α) Για μεγάλες λεκάνες απορροής ($20 \leq F < 200 \text{ km}^2$) ο υπολογισμός της παροχής της κρίσιμης βροχόπτωσης θα γίνεται μόνο για την απορροή από τη φυσική λεκάνη, χωρίς να συνυπολογίζεται η παροχή απορροής του δικτύου ομβρίων της οδού. Στην περίπτωση αυτή, αν δεν υπάρχουν έστω και προσεγγιστικά στοιχεία, βάσει των οποίων να είναι δυνατόν να γίνει υπολογισμός βάσει της ορθολογικής μεθόδου, επιτρέπεται να γίνεται χρήση του τύπου του FULLER που αναφέρθηκε στην παραπάνω υποπαραγράφο (2). Ως αναγκαία στοιχεία για την εφαρμογή της ορθολογικής μεθόδου στην περίπτωση αυτή θα ήταν:

- Προσεγγιστικές σχέσεις έντασης - διάρκειας βροχόπτωσης με δυνατότητα συσχετισμού τους με υπάρχουσες μελέτες υδρολογίας περιοχών εγγύς των μελετώμενων οδικών/ σιδηροδρομικών έργων.
- Προσεγγιστική εκτίμηση συντέλεσης απορροής λαμβανόμενης υπόψη της γεωλογίας, των κλίσεων, της φυτοκάλυψης κλπ.
- Υπολογισμός του χρόνου συρροής (με υποδιαίρεση σε υπολεκάνες που απορρέουν από μία μισγάγκεια και χάραξη ισόχρονων καμπυλών ως προς την εξεταζόμενη θέση).

Στην περίπτωση αυτή επιτρέπεται να ληφθεί υπόψη συντελεστής ανομοιομορφίας.

β) Για λεκάνες απορροής μέσου μεγέθους (π.χ. $5 < F < 20 \text{ km}^2$) μπορεί να χρειασθεί ιδιαίτερη διερεύνηση που να αφορά το μέγεθος και τη χρονική διακύμανση της απορροής των υψηλών παροχών της φυσικής λεκάνης, όπως και τη συνεπίδραση των απορροών της φυσικής λεκάνης και του δικτύου ομβρίων της οδού. Αν δεν γίνεται ακριβέστερος υπολογισμός, μπορεί επί το δυσμενέστερον, να αθροισθεί η παροχή εκροής του δικτύου στην παροχή απορροής της φυσικής λεκάνης, η οποία μπορεί να υπολογισθεί επί τη βάσει του τύπου του FULLER.

γ) Για μικρές λεκάνες απορροής (π.χ. $F \leq 5 \text{ km}^2$) ο υπολογισμός της παροχής της κρίσιμης βροχόπτωσης θα γίνεται με επαλληλία των απορροών του δικτύου ομβρίων της οδού και της φυσικής λεκάνης βροχόπτωσης, αφού παρθεί υπόψη η χρονική διαδοχή μεταξύ των αιχμών απορροής των επί μέρους επιφανειών.

(5) Ο υπολογισμός της παροχής της κρίσιμης απορροής, σε οδούς/Σιδηροδρομικές Γραμμές που διέρχονται από ΑΣΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ, για σημαντικούς οχετούς (πρωτεύοντες συλλεκτήρες αστικών δικτύων αποχέτευσης) θα γίνεται με εφαρμογή της ορθολογικής μεθόδου, με την προϋπόθεση ακριβή προσδιορισμού του συντελεστή απορροής, με αναλυτικό υπολογισμό του χρόνου συρροής (με

υποδιαίρεση της λεκάνης απορροής σε υπολεκάνες που απορρέουν από μία μισγάγκεια και χάραξη ισόχρονων καμπυλών ως προς την εξεταζόμενη θέση) και εφαρμογή της παρακάτω σχέσης έντασης – διάρκειας:

$$i = 30,1 \times t^{-0,63}$$

όπου:

- i Η ένταση της κρίσιμης βροχόπτωσης (χστ/.ώρα)
 T Περίοδος επανάληψης (χρόνια) που ελήφθη T=10 χρόνια
 t Η κρίσιμη διάρκεια βροχής (ώρες)

για περίοδο επαναφοράς του πίνακα της § 6.1.3. Να σημειωθεί ότι η παραπάνω σχέση έντασης διάρκειας έχει προκύψει για περίοδο επαναφοράς T=10 χρόνια και ότι η αναγωγή της έντασης βροχόπτωσης για διαφορετικές περιόδους επαναφοράς θα γίνεται με την παραδοχή ότι αυτή είναι ανάλογη του όρου '1+0.80*logT' του τύπου του FULLER.

Στην περίπτωση αυτή επιτρέπεται να ληφθεί υπόψη συντελεστής ανομοιομορφίας.

- (6) Για την εφαρμογή της ορθολογικής μεθόδου προϋποτίθεται ότι η έρευνα θα γίνεται σε τοπογραφικά διαγράμματα κατάλληλης κλίμακας, ώστε να τεκμηριώνεται η ακρίβεια του υπολογισμού σε συσχετισμό με την εποπτεία.

Επιπλέον, θα πρέπει να υπάρχουν πρόσφατες σχετικά αεροφωτογραφίες που να καλύπτουν τη λεκάνη για προσδιορισμό της φυτοκάλυψης.

7.6.1.2. Συντελεστής απορροής αποχέτευσης ομβρίων

- (1) Για οδοστρώματα και επιφάνειες καλυμμένες από οικοδομές ο συντελεστής θα λαμβάνεται: $C_1 = 0,90$.
- (2) Για πρανή ορυγμάτων κλίσης 1 : 1 ή ηπιότερης, ή ισχυρότερης κλίσης αλλά με μία τουλάχιστον βαθμίδα (μπακίνα) θα λαμβάνεται:
 $C = 0,60$ (αν θα γίνει φύτευση από την εργολαβία)
 $C = 0,75$ (αν δεν γίνει φύτευση από την εργολαβία)
- (3) Για πρανή ορυγμάτων με κλίση $\mu : \beta > 1 : 1$ χωρίς αναβαθμό θα λαμβάνεται:
 $C = 0,85$
- (4) Για εξωτερικές λεκάνες ο υπολογισμός του συντελεστή απορροής θα γίνεται από τη σχέση $C = 1-C'$ σε συνάρτηση με τη φύση του εδάφους, τις τοπογραφικές συνθήκες και τη φυτική κάλυψη, σύμφωνα με την παραγρ. 2 του άρθρου 187 του Π.Δ.696/74.

- (5) Σε εξωτερικές λεκάνες, ελάχιστες τιμές που μπορούν να εφαρμοσθούν χωρίς περαιτέρω διερεύνηση των επί μέρους συνθηκών που επηρεάζουν το συντελεστή απορροής είναι:

για ορεινές λεκάνες	(κλίσεις 20% και άνω)	$C_2 = 0.60$
για λοφώδεις λεκάνες	(κλίσεις 5 έως 20%)	$C_2 = 0.50$
για πεδινές λεκάνες	(κλίσεις 0 έως 5%)	$C_2 = 0.30$

- (6) Ειδικότερα για αστικές περιοχές θα εφαρμόζεται σύνθετος συντελεστής απορροής που θα ανταποκρίνεται στο προβλεπόμενο ποσοστό κάλυψης (δρόμοι, οικοδομές) για μελλοντικό χρονικό ορίζοντα 30 χρόνων.

Ο σύνθετος συντελεστής απορροής θα υπολογίζεται από τη σχέση:

$$C_{\text{συν}} = C_1 \times (\pi/100) + C_2 \times (100 - \pi)/100$$

όπου:

C_1 και C_2 : οι συντελεστές απορροής καλυμμένων και μη καλυμμένων επιφανειών σύμφωνα με τα προηγούμενα

π : συντελεστής κάλυψης που θα υπολογίζεται ή θα εκτιμάται από:

- α) Το νομοθετημένο συντελεστή κάλυψης σε συνδυασμό με την εκτίμηση του ποσοστού της επιφάνειας του οδικού δικτύου για περιοχές εντός σχεδίου πόλης.
- β) Την προβλεπόμενη ανάπτυξη (και τους αναμενόμενους συντελεστές κάλυψης και ποσοστό επιφάνειας οδικού δικτύου) για περιοχές εκτός σχεδίου πόλης.

7.6.1.3. Περίοδος επανάληψης αποχέτευσης ομβρίων

Η περίοδος επανάληψης της κρίσιμης βροχόπτωσης με την οποία θα διαστασιολογηθούν τα έργα αποχέτευσης, ορίζεται στον επόμενο πίνακα για τις διάφορες κατηγορίες οδικών έργων. Στον ίδιο πίνακα παρουσιάζονται και τα επιτρεπόμενα όρια κατάκλυσης του οδοστρώματος κατά την κρίσιμη βροχόπτωση.

**ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΟΔΩΝ ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ -
ΟΡΙΩΝ ΚΑΤΑΚΛΥΣΗΣ ΟΔΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ ΟΔΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ**

Χαρακτηριστικά Οδού	Κατηγορία έργου	Συχνότητα βροχόπτωσης, ανάλογα προς τα έργα (έτη)		Όρια κατάκλυσης από πλημμύρα
		Έργα υδροσυλλογής, συνδέσεων και τοπικών αγωγών	Κύριοι αγωγοί	
Κυκλοφορούμενα τμήματα, κλάδοι κόμβων, επιφάνειες καταστρώματος γεφυρών και άλλα τμήματα ίδιας σημασίας	Υπεραστικές Ελεύθερες Λεωφόροι ⁽¹⁾	10	50	Μη κατάκλυση του οδοστρώματος (στο οδόστρωμα περιλαμβάνεται και η ΛΕΑ)
	Υπεραστικές Εθνικές & Επαρχιακές οδοί ⁽¹⁾	10	25	Μη κατάκλυση του οδοστρώματος (στο οδόστρωμα περιλαμβάνεται και η ΛΕΑ)
	Αστικές Ελεύθερες Λεωφόροι ⁽²⁾	10	50	Μη κατάκλυση των λωρίδων κυκλοφορίας ⁽³⁾
	Ταχείες λεωφόροι και άλλες αρτηριακές αστικές οδοί ⁽²⁾	10	25	Κατάκλυση το πολύ μέχρι το μισό πλάτος μιας λωρίδας κυκλοφορίας
Κυκλοφορούμενα τμήματα και κλάδοι κόμβων και άλλα τμήματα ίδιας σημασίας σε βαθεία σημεία και σε ταπεινωμένα τμήματα που απαιτούν άντληση	Υπεραστικές Ελεύθερες Λεωφόροι ⁽²⁾	50	50	Μη κατάκλυση του οδοστρώματος (στο οδόστρωμα περιλαμβάνεται η και ΛΕΑ)
	Υπεραστικές Εθνικές & Επαρχιακές οδοί ⁽²⁾	25	25	Μη κατάκλυση του οδοστρώματος (στο οδόστρωμα περιλαμβάνεται η και ΛΕΑ)
	Αστικές Ελεύθερες Λεωφόροι ⁽²⁾	50	50	Μη κατάκλυση των λωρίδων κυκλοφορίας ⁽³⁾
	Ταχείες λεωφόροι και άλλες αρτηριακές αστικές οδοί ⁽²⁾	25	25	Κατάκλυση το πολύ μέχρι το μισό πλάτος μιας λωρίδας κυκλοφορίας
Παράπλευρες οδοί και εγκάρσιες δευτερεύουσες αστικές οδοί - κοινοτικές και λοιπές δευτερεύουσες υπεραστικές οδοί		10 ⁽⁴⁾	10 ⁽⁴⁾	Κατάκλυση το πολύ μέχρι το μισό πλάτος μιας λωρίδας κυκλοφορίας
Για γέφυρες και οχετούς με βάθρα εκτός κοίτης	ΜΗ ΑΣΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ Υπεραστικές Ελεύθερες Λεωφόροι Εθνικές οδοί κόμβοι και μέρη αυτών		50	
1. Για γέφυρες και οχετούς με βάθρα εντός της κοίτης ⁽⁵⁾	ΜΗ ΑΣΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ Υπεραστικές Ελεύθερες Λεωφόροι Εθνικές οδοί κόμβοι και μέρη αυτών		100	

(1) Χωρίς κρασπεδωμένα άκρα (αποχέτευση σε τάφρους)

(2) Με κρασπεδωμένα άκρα ή New Jersey

(3) Σε περιπτώσεις όπου δεν υπάρχει Λ.Ε.Α. στη θέση όπου γίνεται ο έλεγχος, τότε επιτρέπεται κατάκλυση της λωρίδας κυκλοφορίας σε πλάτος τόσο ώστε το μέγιστο ύψος νερού πλημμύρας στο άκρο της λωρίδας κυκλοφορίας να είναι το πολύ ίσο προς 0.02m.

(4) Για ειδικές περιπτώσεις στις οποίες οι κίνδυνοι από την πλημμύρα είναι μεγάλοι, θα αυξάνεται η περίοδος επανάλληψης, ύστερα από αιτιολογημένη πρόταση του μελετητή ή/και εντολή της Υπηρεσίας

(5) Στην κατηγορία αυτή δεν υπάγονται οι δίδυμες μόνο κιβωτιοειδείς διατομές

7.6.1.4. Χρόνος συρροής αποχέτευσης ομβρίων

- (1) Στις περιπτώσεις περιοχών εκτός σχεδίου πόλης που δεν προβλέπεται να ενταχθούν στο σχέδιο πόλης και να κατασκευασθούν έργα αποχέτευσης ή διευθέτησης χειμάρρων, ο υπολογισμός του χρόνου συρροής των "εξωτερικών λεκανών" (εκτός του καταστρώματος του συγκοινωνιακού έργου) θα γίνεται με την εφαρμογή της σχέσης KIRPICH

$$t_{\sigma} = 3,97 \times (L^3/H)^{0,385}$$

όπου:

t_{σ} ο χρόνος συρροής (min)

L το μήκος διαδρομής της φυσικής κοίτης (km)

H η μέγιστη υψομετρική διαφορά (km)

- (2) Για τη περίπτωση που η λεκάνη απορροής αποτελείται αποκλειστικά από κατάστρωμα οδού (π.χ. τάφος κεντρικής νησίδας) ο χρόνος συρροής στη κεφαλή του δικτύου θα λαμβάνεται ίσος με 5 πρώτα λεπτά.
- (3) Στη περίπτωση που η λεκάνη απορροής αποτελείται από τμήμα οδοστρώματος και εξωτερική λεκάνη μικρής σχετικά έκτασης που απορρέει επιφανειακά (π.χ. πρανές ορύγματος) ο χρόνος συρροής στη κεφαλή του δικτύου θα λαμβάνεται ίσος με 10 πρώτα λεπτά.
- (4) Κατά την κεφαλή του δικτύου αποχέτευσης (τάφρου ή υπονόμου) ο κρίσιμος χρόνος συρροής θα υπολογίζεται ως άθροισμα του χρόνου στην κεφαλή (5 ή 10min) και του υδραυλικού χρόνου ροής.
- (5) Στις περιπτώσεις που τα έργα αποχέτευσης ομβρίων προβλέπεται να αποχετεύσουν περιοχές εντός σχεδίου πόλεως (ή και περιοχές που αναμένεται σε μελλοντικό χρονικό ορίζοντα 30 χρόνων να ενταχθούν στο σχέδιο πόλεως):
- α) Ο χρόνος συρροής στην κεφαλή των προτεινομένων έργων θα υπολογίζεται με την παραδοχή κατασκευής δικτύου αποχέτευσης ομβρίων ανάντη (υδραυλικός χρόνος ροής στο δίκτυο).
- Κατά την κεφαλή ο χρόνος συρροής θα υπολογίζεται υδραυλικά:
- $$t_{\sigma \text{αδρ.}} (s) = L(m) / V(m/s)$$
- β) Ο σχεδιασμός των έργων συγκέντρωσης της επιφανειακής απορροής (φρεάτια υδροσυλλογής) και των σχετικών αγωγών θα γίνεται κατά τρόπο που να αντιμετωπίζει και την ΥΠΑΡΧΟΥΣΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ (χωρίς να υπάρχει το ολοκληρωμένο δίκτυο ομβρίων).
- (6) Στις περιπτώσεις τάφρων οφρύος στις οποίες καταλήγουν οι απορροές εξωτερικής λεκάνης χωρίς διαμορφωμένη μισγάγκεια θα εφαρμόζεται η σχέση Giandotti:

$$t = [4 \times (F)^{1/2} + 1,5 \times L] / [0,8 \times (z)^{1/2}]$$

όπου:

t ο χρόνος συρροής σε ώρες

F η επιφάνεια της λεκάνης σε km^2

L το μήκος της γραμμής φυσικής απορροής σε km

z η υψομετρική διαφορά του μέσου υψομέτρου της λεκάνης απορροής και του σημείου ελέγχου σε m.

7.6.1.5. Σχέσεις έντασης - διάρκειας βροχοπτώσεων

Οι σχέσεις έντασης - διάρκειας των κρίσιμων βροχοπτώσεων για τον υπολογισμό των κρίσιμων παροχών δίνονται στην παράγραφο 7.6.1.1 (5).

7.6.2. Υπολογισμός Υδραυλικών Στοιχείων

7.6.2.1. Σχέση υπολογισμού ανοικτών αγωγών

- (1) Για το σύνολο των περιπτώσεων υπολογισμού αγωγών με ελεύθερη ροή εφαρμόζεται η συνθήκη συνέχειας σε συνδυασμό με τον τύπο του MANNING - STRICKLER:

$$Q = A \times V \text{ (m}^3/\text{s)}$$

$$V = (1/n) \times R^{2/3} \times S^{1/2}$$

όπου:

Q η παροχή (m^3/s)

A η υγρά διατομή (m^2)

V η ταχύτητα ροής (m/s)

(1/n) ο συντελεστής τραχύτητας που εξαρτάται από τις ιδιότητες των τοιχωμάτων ($\text{m}^{1/3}/\text{s}$)

R η υδραυλική ακτίνα (m), όπου: $R = A/\pi$

π η βρεχόμενη περίμετρος (m)

S η κλίση της γραμμής ενέργειας σε απόλυτο αριθμητικό μέγεθος (π.χ. $S=0,01$). Για ομοιόμορφη ροή η κλίση S είναι ίση με την κλίση πυθμένα.

7.6.2.2. Συντελεστές τραχύτητας

Οι συντελεστές τραχύτητας n που θα χρησιμοποιούνται στον τύπο του Manning - Strickler θα παίρνονται από τον παρακάτω πίνακα.

**ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΩΝ ΤΡΑΧΥΤΗΤΑΣ
ΓΙΑ ΤΟΝ ΤΥΠΟ ΤΟΥ MANNING – STRICKLER**

Έργο	Ιδιότητες τοιχωμάτων	Συντελεστής n (m ^{-1/3} . s)
Επενδεδυμένες τάφροι (αποχέτευσης, συνέχειας, οφρύος, κλπ.), έγχυτοι ορθογωνικοί αγωγοί	Επιφάνεια παλαιού σκυροδέματος, καθαρές επιφάνειες	0,016
Αγωγοί με διαμόρφωση πυθμένα με κολυμβητές πέτρες εγκιβωτισμένες σε Σκυρόδεμα	Χονδρή λιθοδομή αργών λίθων	0,020
Οχετοί υπεραστικών οδών και συλλεκτήρες αποχέτευσης ομβρίων αστικών περιοχών	Επιφάνεια σκυροδέματος: Για έλεγχο πληρότητας (ανώτατη στάθμη νερού) Για έλεγχο μέγιστης ταχύτητας	0,018 0,012
Σωληνωτοί αγωγοί τσιμεντοσωλήνες δικτύου ομβρίων (για ελεύθερη ροή)	Επιφάνεια παλαιού σκυροδέματος, καθαρές επιφάνειες	0,016
Σωληνωτοί αγωγοί ακαθάρτων (για ελεύθερη ροή λυμάτων)	Πλαστικοί Αμιαντοτσιμεντοσωλήνες Τσιμεντοσωλήνες	0,014 0,015 0,016
Σιδηροσωλήνες Ελατές διατομές Χάλυβος	Γαλβανισμένες επιφάνειες Μαύρες επιφάνειες	0,012-0,016 0,013-0,017 0,012-0,015
Χυτοσιδηροί αγωγοί	Επενδεδυμένες επιφάνειες Ανεπένδυτες επιφάνειες	0,011-0,014 0,012-0,016

7.6.2.3. Μέγιστες ταχύτητες ροής

- (1) Η μέγιστη επιτρεπόμενη ταχύτητα για την παροχή σχεδιασμού των έργων, για την αποφυγή διάβρωσης, θα παίρνεται από τον παρακάτω πίνακα.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΜΕΓΙΣΤΩΝ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΟΧΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Έργο	Ιδιότητες τοιχωμάτων	Μέγιστη ταχύτητα (V_{max}) (m/s)
Επενδεδυμένες τάφροι, αγωγοί και οχετοί	Σκυρόδεμα κατηγορίας B10	5,0
	Σκυρόδεμα κατηγορίας B15	6,0
	Σκυρόδεμα κατηγορίας B25 [ανθεκτικό σε επιφανειακή φθορά ⁽¹⁾]	8,0 ⁽²⁾
	Σκυρόδεμα κατηγορίας B35 (αυξημένης αντοχής σε επιφανειακή φθορά)	9,5 ⁽²⁾
	Σκυρόδεμα κατηγορίας B45 ⁽³⁾ (υψηλής αντοχής σε επιφανειακή φθορά)	11,0 ⁽⁴⁾

- (2) Γενικά θα καταβάλλεται προσπάθεια κατά το σχεδιασμό των έργων, οι μέγιστες ταχύτητες να μην υπερβαίνουν τα 8,0m/s. Μεγαλύτερες ταχύτητες και αντίστοιχη κατασκευή καταλλήλων ανθεκτικών έργων σε επιφανειακή φθορά θα μπορεί να εφαρμοσθεί στις περιπτώσεις που ο σχεδιασμός με ταχύτητες $V \leq 8,0\text{m/s}$ οδηγεί σε αντισυμβατικές/δυσχερείς λύσεις (μεγάλα ή/και συχνά έργα πτώσης, λεκάνες ηρεμίας, απαιτήσεις καθαιρέσεων άλλων έργων, απαιτήσεις δυσχερών απαλλοτριώσεων κλπ.).
- (3) Για τα έργα στα οποία αναπτύσσονται ταχύτητες ροής, για την παροχή σχεδιασμού, $V > 9,5\text{m/s}$, θα είναι δυνατές, εναλλακτικά, και άλλες μέθοδοι προστασίας από τη διάβρωση, οι οποίες όμως θα πρέπει να υποστηρίζονται από σχετική βιβλιογραφία, και με αναφορά συμπεριφοράς σε κατασκευασμένα έργα, θα πρέπει δε να τύχουν της έγκρισης της Υπηρεσίας.
- (4) Δεν επιτρέπονται ταχύτητες ροής μεγαλύτερες των 15m/sec

(1) Ως σκυρόδεμα "ανθεκτικό στην επιφανειακή φθορά" στην παρούσα περίπτωση θεωρείται το σκυρόδεμα με τις ιδιότητες και τον τρόπο κατασκευής που περιγράφεται στην εκάστοτε Τ.Σ.Υ., αλλά γίνεται δεκτή χαρακτηριστική αντοχή 25 MPa (250 χgr/εκ2) αντί για 30 MPa.

(2) Σε περιοχές όπου παρουσιάζονται συνθήκες στροβιλώδους (turbulent) ροής (περιοχές υδραυλικού άλματος και λεκάνες ηρεμίας), η δράση του νερού, με την περιδίνιση των φερτών, ασκεί σημαντικές δυνάμεις επιφανειακής φθοράς. Στις θέσεις αυτές θα χρησιμοποιείται κατηγορίας σκυροδέματος B 35.

(3) Σε περιοχές όπου μπορούν να παρουσιαστούν φαινόμενα "σπηλαίωσης" (cavitation) θα πρέπει να παίρνονται ειδικά μέτρα προστασίας χωρίς να μπορεί να θεωρηθεί επαρκής η κατασκευή του σκυροδέματος κατηγορίας B45 με τις ειδικές απαιτήσεις υψηλής αντοχής σε επιφανειακή φθορά. [Η σπηλαίωση για ανοικτούς αγωγούς παρουσιάζεται όταν η ταχύτητα ροής υπερβαίνει τα 12 m/s και όταν παρουσιάζονται εμπόδια ή απότομες αλλαγές στη διεύθυνση, που προκαλούν μείωση των πιέσεων. Από τη μείωση αυτή δημιουργούνται φυσαλίδες με ατμό, οι οποίες, αφού περάσουν το εμπόδιο και καταλήξουν σε περιοχές με αυξημένη πίεση σε σχέση με το περιβάλλον στο οποίο σχηματίστηκαν (π.χ. όταν κτυπήσουν στην επιφάνεια σκυροδέματος) ο ατμός υγροποιείται και καταλαμβάνει μικρότερο όγκο από τον όγκο της φυσαλίδας, οπότε προκύπτει θραύση των φυσαλίδων "προς τα μέσα" που χαρακτηρίζεται ως "ενδόρρηξη" (implosion) η οποία ασκεί εξαιρετικά μεγάλες πιέσεις στο σκυρόδεμα (έχει εκτιμηθεί άσκηση πιέσεων 7.000 χgr/εκ2). Η επανηλειμμένη δράση της θραύσης των φυσαλίδων με τόσο υψηλή ενέργεια δημιουργεί τις κοιλότητες (pits) ή οπές (holes), που είναι γνωστές ως "διάβρωση σπηλαίωσης" (cavitation erosion)]. Επισημαίνεται ότι θα πρέπει να παίρνονται ειδικά μέτρα:

- Αποφυγής εμφάνισης εμποδίων
- Αποφυγής απότομων αλλαγών στη διεύθυνση ροής
- Επιμελημένη διαμόρφωσης της επιφάνειας του σκυροδέματος ώστε να μην υπάρχουν πόροι και ειδικής επεξεργασίας των αρμών εργασίας και συναρμογής

(4) Για μεγαλύτερες ταχύτητες θα γίνεται ανασχεδιασμός του έργου ή θα γίνεται ειδική προστασία της επιφάνειας

7.6.2.4. Ελάχιστες ταχύτητες ροής

Οι απαιτήσεις για τις ελάχιστες ταχύτητες ροής σε αγωγούς ομβρίων και ακαθάρτων των αντίστοιχων παραγράφων ισχύουν και στους οχετούς.

Αναγόμενη στην παροχή υπολογισμού πρέπει η ταχύτητα ροής οχετών ομβρίων να μην είναι κατώτερη από 0,5m/s.

Για λόγους αυτοκαθαρισμού, η ελάχιστη ταχύτητα ροής, για οχετούς ακαθάρτων με παροχή ίση προς το 1/10 της παροχής υπολογισμού, δεν πρέπει να είναι μικρότερη από 0,3m/s. Για ειδικές περιπτώσεις (π.χ. αποφυγής αντλιοστασίου κ.λπ) επιτρέπονται παρεκκλίσεις από τους κανόνες καθορισμού της ελάχιστης επιτρεπόμενης κατά μήκος κλίσης, απαιτείται όμως σύμφωνη γνώμη της Υπηρεσίας.

7.6.3. Ελάχιστες Διαστάσεις

- (1) Οι ελάχιστες διαστάσεις οχετών και σωληνωτών αγωγών συναρτώνται με κατασκευαστικούς περιορισμούς και με απαιτήσεις επισκεψιμότητας και συντήρησης και δίδονται στον επόμενο πίνακα.

**ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΛΑΧΙΣΤΩΝ ΔΙΑΜΕΤΡΩΝ ΣΩΛΗΝΩΤΩΝ ΑΓΩΓΩΝ ΚΑΙ ΕΛΑΧΙΣΤΩΝ
ΕΛΕΥΘΕΡΩΝ ΥΨΩΝ ΟΧΕΤΩΝ**

Έργο	Θέση - Χαρακτηριστικά	Ελάχιστη εσωτερική διάμετρος (D _i) Ελάχιστο ελεύθερο ύψος (L _h) (m)
Σωληνωτοί αγωγοί ακαθάρτων		D _i = 0,20
Σωληνωτοί αγωγοί στραγγιστηρίων		D _i = 0,20
Αγωγοί σύνδεσης φρεατίων υδροσυλλογής		D _i = 0,20
Συλλεκτήριοι αγωγοί δικτύων ομβρίων ⁽¹⁾		D _i = 0,60 ⁽²⁾
Εγκάρσιοι σωληνωτοί οχετοί στραγγιστηρίων		D _i = 0,40
Εγκάρσιοι σωληνωτοί οχετοί δικτύων ομβρίων	α. Υπεραστικές οδοί κατηγορίας AV και κατώτερης και αστικές οδοί λειτουργικής κατάταξης συλλεκτήριας και κατώτερης	D _i = 0,60
	β. Υπεραστικές οδοί κατηγορίας AIV και ανώτερης και αστικές οδοί λειτουργικής κατάταξης αρτηρίας και ανώτερης	D _i = 0,80
Ορθογωνικοί οχετοί ⁽³⁾ (Νέα έργα)	1. <u>Ελεύθερο άνοιγμα L_w = 1,00m</u>	
	α. Για μεγάλο μήκος (L > 40m)	L _h = 2,00
	β. Σε δυσχερείς περιπτώσεις για μήκος L ≤ 40m	L _h = 1,50
	γ. Σε πολύ δυσχερείς περιπτώσεις για L ≤ 15.	L _h = 1,00 ⁽⁴⁾
	2. <u>Ελεύθερο άνοιγμα 1,00 < L_w ≤ 6,00 μ.</u>	
	α. Για μεγάλο μήκος (L > 45m)	L _h = 2,50
	β. Σε δυσχερείς περιπτώσεις για μήκος 20 < L ≤ 45m	L _h = 2,00
	γ. Σε δυσχερείς περιπτώσεις για μήκος L ≤ 20m	L _h = 1,50
	δ. Σε πολύ δυσχερείς περιπτώσεις για L ≤ 10m	L _h = 1,00 ⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Πρόκειται για τους αγωγούς των δικτύων αποχέτευσης ομβρίων

⁽²⁾ Κατ' εξαίρεση στα τμήματα συλλεκτήριων αγωγών περί την κεφαλή των δικτύων θα είναι δυνατή η εφαρμογή αγωγών ελάχιστης διαμέτρου D_i = 0,40m

⁽³⁾ Το ελάχιστο ελεύθερο ύψος που αναφέρεται για την περίπτωση μεγάλου μήκους ορθογωνικών οχετών κάθε κατηγορίας ισχύει και για το ελεύθερο ύψος θολωτών και καμπυλόμορφης διατομής οχετών. (Το ελεύθερο ύψος των θολωτών και καμπυλόμορφης διατομής οχετών μετράται μεταξύ του πυθμένα και της κλείδας)

⁽⁴⁾ Απαιτείται η σύμφωνη γνώμη της Υπηρεσίας

(2) Για επιμήκυνση υπαρχόντων οχετών, θα ισχύουν σε κάθε περίπτωση οι απαιτήσεις του ελεύθερου περιθωρίου της § 7.6.4, με δυνατότητα εφαρμογής των παρακάτω μειωμένων χαρακτηριστικών:

α) Για οχετούς με ελεύθερο άνοιγμα $L_w \leq 2,0\text{m}$ θα διατηρείται το ελεύθερο άνοιγμα και θα μπορεί να περιορισθεί το ελεύθερο ύψος (L_h) σε κατ' εξαίρεση ελάχιστη τιμή:

$$L_h = 1,00\text{m} \text{ (Για } L_w = 1,00\text{m} \text{ και μήκος οχετού } L \leq 40\text{m})$$

$$L_h = 1,50\text{m} \text{ (Για } L_w = 2,00\text{m} \text{ και μήκος οχετού } L \leq 45\text{m})$$

$$L_h = 1,00\text{m} \text{ (Για } L_w = 2,00\text{m} \text{ και μήκος οχετού } L \leq 20\text{m})$$

β) Για υπάρχοντες οχετούς με ελεύθερο άνοιγμα $L_w > 2,0\text{m}$, θα μπορεί να γίνει κατάλληλη προσαρμογή με εφαρμογή νέας διατομής περιορισμένου πλάτους, με διατήρηση του υπάρχοντος ύψους. [Η συναρμογή μεταξύ υπάρχοντος και νέου ανοίγματος θα μπορεί να είναι ευθύγραμμη και να γίνεται με κατάλληλη γωνία ως προς τον άξονα (π.χ. 12°). Ο υπολογισμός θα γίνεται με ανομοιόμορφη ροή].

(3) Σύμφωνα με το DIN 19661:

- Οχετοί που διασχίζονται έρποντας δεν πρέπει να είναι χαμηλότεροι από 0,80m και στενότεροι από 0,60m
- Οι βατοί οχετοί δεν πρέπει να είναι χαμηλότεροι από 2,00m

(4) Ως συνιστώμενη ελάχιστη ελεύθερη τυπική διατομή βατού οχετού θεωρείται $L_w/L_h = 1,00/2,00\text{m}$.

7.6.4. Όρια Ύψους Πλήρωσης και Παροχευτικότητας Οχετών

(1) Το ελεύθερο ύψος οχετών (L_h) που συνεχονται προς ανοικτές τάφρους ή ρέμματα, πρέπει να τηρεί τους ακόλουθους περιορισμούς:

α) Για οχετούς ελεύθερου ανοίγματος $L_w \leq 4,0\text{m}$

$$L_h \geq H_p + 0,50 \text{ (m)}$$

β) Για οχετούς $L_w > 4,0\text{m}$

$$L_h \geq H_p + 1,00 \text{ (m)}$$

Όπου: H_p το ύψος ροής για την παροχή σχεδιασμού (m)

0.50, 1.00 το ελεύθερο περιθώριο (Freeboard) (m)

(2) Το συνολικό βάθος ροής θα προκύπτει από υπολογισμό ανομοιόμορφης ροής, λαμβάνοντας υπόψη την εισρόφηση αέρα για ταχύτητες πάνω από 7m/sec και την υπερύψωση στις καμπύλες.

- (3) Σε δυσχερείς θέσεις και ύστερα από έγκριση από την Υπηρεσία, το ελεύθερο περιθώριο είναι δυνατόν να περιορίζεται (ή/και να μηδενίζεται) στο εξωτερικό τμήμα των καμπυλών όπου προκύπτει υπερύψωση της επιφάνειας του νερού, λαμβανομένων όμως των σχετικών υπολογιστικών και κατασκευαστικών μέτρων για την αντιμετώπιση της υπερύψωσης.

7.7. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

7.7.1. Σκυροδέματα

- (1) Ο φορέας των τεχνικών, περιλαμβανομένης της θεμελίωσης και των πτερυγοτόχων, θα κατασκευάζεται από οπλισμένο σκυρόδεμα. Η ποιότητα του σκυροδέματος θα είναι B25 ή ανώτερη. Μεταλλικές κατασκευές, κατασκευές τύπου ARMCO και σύμμεικτες κατασκευές αποκλείονται.
- (2) Οι πάσσαλοι θεμελίωσης, όπου αυτοί προβλέπονται, καθώς και οι κεφαλόδεσμοι των πασσάλων θα κατασκευάζονται από οπλισμένο σκυρόδεμα. Η ποιότητα σκυροδέματος θα είναι B25 ή ανώτερη. Οι μεταλλικοί πάσσαλοι αποκλείονται.
- (3) Σε οποιαδήποτε θέση γίνεται στερέωση στηθαίου ασφαλείας σε διάβαση ή οχετό στέψης, η ελάχιστη κατηγορία του σκυροδέματος που θα χρησιμοποιείται στην περιοχή της πάκτωσης θα είναι B25 (εκτός αν προδιαγράφεται διαφορετικά στην αντίστοιχη Τ.Σ.Υ. ή/και τους λοιπούς όρους δημοπράτησης).
- (4) Κάτω από τα θεμέλια των τεχνικών θα κατασκευασθεί υποχρεωτικά εξομαλυντική στρώση από σκυρόδεμα B10 ελάχιστου πάχους 0,10m. Η στρώση αυτή θεωρείται αναγκαία ακόμη και στην περίπτωση κατασκευής των οχετών με προκατασκευασμένους σπονδύλους.
- (5) Τα τοιχώματα ή τα βάθρα των τεχνικών θα κατασκευάζονται απαραίτητα με τη χρήση πλευρικών ξυλοτύπων. Δεν θα γίνεται δεκτή λύση οχετού που θα προβλέπει σκυροδέτηση σε επαφή με μέτωπο εκσκαφής.
- (6) Επιτρέπεται η χρήση προκατασκευασμένων σπονδύλων σε τεχνικά κλειστής διατομής (κιβωτιοειδείς, καμπυλόμορφους), υπό την προϋπόθεση ότι θα γίνει κατάλληλη διαμόρφωση αρμών που θα πληροί τις προδιαγραφόμενες απαιτήσεις στεγανότητας και συνεργασίας των σπονδύλων. Επίσης θα πρέπει να γίνουν διαμορφώσεις κατάλληλων διατάξεων για την ανύψωση, μεταφορά και τοποθέτηση των σπονδύλων. Τα σχέδια της σπονδυλωτής κατασκευής με τις σχετικές λεπτομέρειές τους θα συνταχθούν από τον ανάδοχο και πρέπει να τύχουν της έγκρισης της Υπηρεσίας.

Το μήκος των προκατασκευασμένων σπονδύλων μπορεί να μειωθεί μέχρι τα 2,0m.

7.7.2. Αρμοί Διαστολής και Αρμοί Κατασκευής

Αρμοί διαστολής θα κατασκευάζονται σε αποστάσεις που δεν θα υπερβαίνουν τα 14,0m. Η απόσταση θα ορίζεται ανάλογα με το έδαφος θεμελίωσης, το ύψος του επιχώματος και την κλίση του εδάφους.

7.7.2.1. Αρμοί διαστολής

- (1) Οι αρμοί διαστολής στο φορέα και τα βάθρα θα σχεδιαστούν σύμφωνα με τα σχετικά Π.Κ.Ε. και τις συμπληρωματικές απαιτήσεις των επομένων υποπαραγράφων.
- (2) Οι αρμοί διαστολής θα διατάσσονται κατακόρυφα και θα επεκτείνονται σε όλο το ύψος του βάθρου, συμπεριλαμβανομένου του πεδίου. Η απόσταση μεταξύ δύο αρμών διαστολής δεν πρέπει γενικά να υπερβαίνει τα 14,0m. Στα ακρόβαθρα επιτρέπεται μεγαλύτερη απόσταση, με την προϋπόθεση ότι θα γίνει έλεγχος των εντατικών μεγεθών από θερμοκρασιακές μεταβολές και από συστολή πήξης του σκυροδέματος.
- (3) Οι αρμοί διαστολής διακρίνονται σε επίπεδους και οδοντωτούς. Οι αρμοί μεταξύ τμημάτων ακροβάθρων θα είναι γενικά επίπεδοι, ανεξάρτητα από το έδαφος θεμελίωσης και το ύψος του ακροβάθρου. Οι αρμοί μεταξύ τοίχων αντιστήριξης και ακροβάθρων ή πτερυγίων ακροβάθρων θα είναι γενικά επίπεδοι.
- (4) Σε ειδικές περιπτώσεις, στις οποίες εμφανίζεται έντονη διαφοροποίηση των συνθηκών έδρασης ή φόρτισης των παρακειμένων τμημάτων, θα εφαρμόζονται οδοντωτοί αρμοί με διαμόρφωση διατμητικού συνδέσμου (τόρμος – εντορμία).
- (5) Στους οδοντωτούς αρμούς η οδόντωση εκτείνεται μόνο στο ύψος του κορμού του τοίχου και θα διακόπτεται στην επίστεψη του τοίχου και τουλάχιστον 0,40m κάτω από τη στέψη του, αφήνοντας στο πάνω και κάτω άκρο της κενό 0,04m.

7.7.2.2. Αρμοί κατασκευής (διακοπής εργασίας)

- (1) Οι αρμοί κατασκευής στο φορέα και τα βάθρα θα σχεδιαστούν σύμφωνα με τις σχετικές προδιαγραφές και τις συμπληρωματικές απαιτήσεις των επομένων υποπαραγράφων.
- (2) Οι οριζόντιοι ή/και κατακόρυφοι αρμοί κατασκευής στην ανωδομή των ακροβάθρων πρέπει να αποφεύγονται. Όταν η πρόβλεψή τους επιβάλλεται από τον όγκο του προς διάστρωση σκυροδέματος, θα παίρνεται φροντίδα να συμπίπτουν με σκοτίες στην πρόσοψη του κορμού με τη διατομή που δίνεται στα Π.Κ.Ε. για τις κατακόρυφες σκοτίες. Όταν η διακοπή της σκυροδέτησης δεν μπορεί να είναι μικρότερη των 15 ωρών, συνιστάται η χρήση πρόσμικτου επιβραδυντικής πήξης.
- (3) Η πάνω επιφάνεια των αρμών κατασκευής θα μορφώνεται πάντοτε αδρή.

7.7.3. Θεμελιώσεις

- (1) Το ελάχιστο βάθος θεμελίωσης θα είναι 0,80m από την τελική στάθμη διαμορφώσεων μπροστά στο πέδιλο ή την πλάκα θεμελίωσης.
- (2) Το βάθος θεμελίωσης των βάθρων τεχνικών υγρών κωλυμάτων θα καθορίζεται με υπολογισμούς του βάθους της πιθανής διάβρωσης της κοίτης. Το ελάχιστο

βάθος θεμελίωσης θα είναι 1,0m κάτω από την πιθανή στάθμη διάβρωσης του εδάφους και τουλάχιστον 3,0m κάτω από την υπάρχουσα κοίτη ή 1,0m μέσα στον βράχο (αν η θεμελίωση γίνεται σε βράχο). Αν η θεμελίωση γίνεται σε πασσάλους, οι υπολογισμοί των πασσάλων και της ανωδομής θα περιλάβουν και τις δύο καταστάσεις, πριν και μετά την πιθανή διάβρωση. Εν πάση περιπτώσει, το τελικό βάθος θεμελίωσης θα καθορισθεί με παράλληλη θεώρηση του βάθους διάβρωσης και της φέρουσας ικανότητας και ανεκτών υποχωρήσεων του εδάφους.

- (3) Κατά τη διαμόρφωση της επιφάνειας θεμελίωσης θα τηρούνται επίσης οι προδιαγραφές σχετικά με την αφαίρεση του επιφανειακού στρώματος φυτικών γαιών και χαλαρών κλπ.

7.7.4. Μεταβατικά Έργα και Πλάκες Πρόσβασης

Πίσω από τα ακρόβαθρα των τεχνικών που φέρουν οδούς:

- (1) Θα κατασκευασθούν "πλάκες πρόσβασης", σύμφωνα με τα αντίστοιχα Π.Κ.Ε., όταν το μέγιστο ύψος H_E , όπως αυτό καθορίζεται στα παρακάτω σχήματα Α και Β, υπερβαίνει τα 4,0m και παράλληλα το πάχος της επικάλυψης πάνω από τον φορέα του τεχνικού έργου είναι ίσο ή μικρότερο του $H_E/4$. Το ύψος H_E είναι το μεγαλύτερο από τα αντίστοιχα ύψη του επιχώματος που βρίσκεται πίσω από το ακρόβαθρο, σε μια έκταση που έχει πλάτος το πλάτος του επιχώματος στη στέψη αυτού και μήκος ίσο με αυτού και μήκος ίσο με $1,5H'_E$ όπου H'_E είναι το μέγιστο ύψος του επιχώματος ακριβώς πίσω από το ακρόβαθρο.
- (2) Η δομική διαμόρφωση και η γεωμετρία των "μεταβατικών έργων" δείχνεται στα παρακάτω σχήματα Α και Β και η επιλογή του είδους και της έκτασης αυτών θα προκύπτει ύστερα από οικονομοτεχνική διερεύνηση του θέματος επί τη βάσει των τοπικών συνθηκών, συνεκτιμώμενης της δυνατότητας κατάργησης των "πλακών πρόσβασης" κλπ.
- (3) Τα "μεταβατικά έργα" της παραπάνω υποπαραγράφου (2) θα μπορούν να κατασκευάζονται, ανάλογα με τις τοπικές συνθήκες και την οικονομοτεχνική διερεύνηση, από:
 - α) Λιθορριπές⁽¹⁾ Αυτές θα κατασκευάζονται από λίθους λατομείου μέγιστης διάστασης 0,40m (ή μικρότερης εφόσον οι διαστάσεις του σκάμματος και οι τοπικές συνθήκες δεν επιτρέπουν τη χρήση τόσο μεγάλων λίθων). Οι λιθορριπές θα κατασκευάζονται σε στρώσεις μέγιστου πάχους 0,80m και το συνολικό τους ύψος δεν θα μπορεί να υπερβαίνει τα 8,00m. Σε όση έκταση δεν είναι δυνατή η χρησιμοποίηση κατάλληλων δονητικών οδοστρωτήρων, οι

⁽¹⁾ Σε κάθε περίπτωση η λιθορριπή θα θεωρείται ότι έχει τις απαιτήσεις "σφράγισης" της άνω επιφάνειάς της, όπως στα επιχώματα από βραχώδη προϊόντα ορυγμάτων και θα απαιτείται η κατασκευή "μεταβατικού τμήματος" και "στέψης" πάνω από αυτήν, σύμφωνα με την αντίστοιχη προδιαγραφή χωματουργικών εργασιών της Τ.Σ.Υ.

λιθορριπές θα συμπυκνώνονται με κατάλληλα δονητικά μηχανήματα συμπύκνωσης (δονητικοί συμπιεστές, δονητικές πλάκες, δονητικοί κύλινδροι) βαρέως τύπου (σύμφωνα με την εκάστοτε Τ.Σ.Υ.).

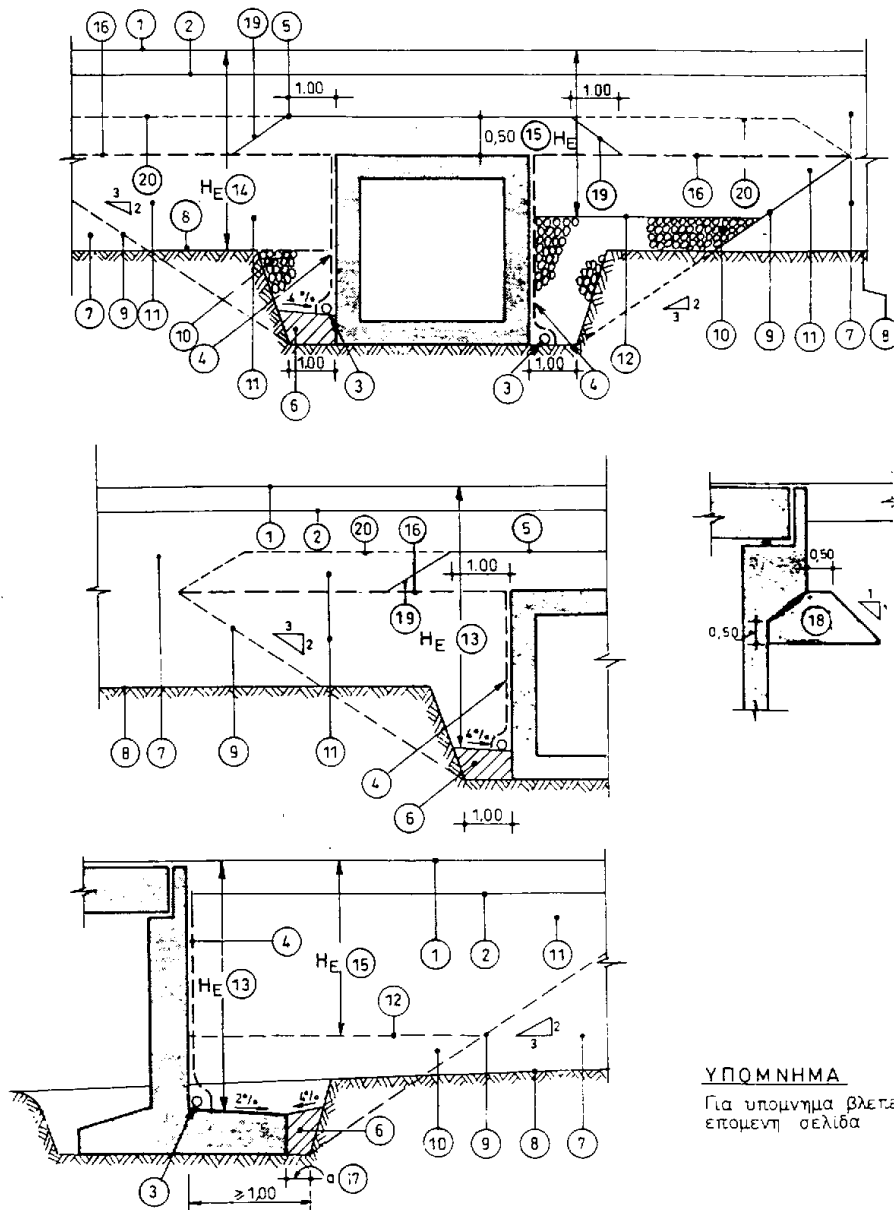
β) Σταθεροποιημένο Εδαφικό Υλικό (Σ.Ε.Υ.) με τσιμέντο, σύμφωνα με την Τ.Σ.Υ.

γ) Σκυρόδεμα κατηγορίας B10.

Ενδέχεται να αποδεικνύεται οικονομικότερη η κατασκευή υλικού επιχώματος ή λιθορριπής με παρεμβολή πλάκας ρύσεων από σκυρόδεμα B10 πάχους 0,10μ, για την έδραση των στραγγιστηρίων όπου απαιτούνται.

Η επιλογή της μεθόδου και της σχετικής διαμόρφωσης και ποσοτήτων υπόκειται στην σύμφωνη γνώμη της Υπηρεσίας.

- (4) Αν τυχόν το πλάτος εκσκαφής πίσω από τα ακρόβαθρα των τεχνικών είναι μικρότερο από 2,0m και δεν έχει γίνει πλήρωση του απομένοντος σκάμματος με “μεταβατικό έργο”, σύμφωνα με τα παραπάνω, τότε η πλήρωση θα γίνεται με μεταβατικό επίχωμα και θα κατασκευάζονται πλάκες πρόσβασης για ύψος επιχώματος μεγαλύτερο από 2,0m.
- (5) Οι “πλάκες πρόσβασης” θα κατασκευάζονται από οπλισμένο σκυρόδεμα B25 και θα έχουν μήκος (κάθετα στο τοίχωμα του ακροβάθρου) ίσο με τα δύο τρίτα ($2/3$) του ύψους του επιχώματος H_E και τουλάχιστον 4,00m. Το πάχος τους θα είναι 0,25m ο κατασκευαστικός κύριος οπλισμός τους διπλή εσχάρα (πάνω και κάτω επιφάνεια) Φ 12/20 S500s ή ανάλογος και οι πλάκες θα φέρουν αρμούς διαστολής σε αποστάσεις που δεν θα υπερβαίνουν τα 4,00m σε κάθε κατεύθυνση. Αν το μήκος τους υπερβαίνει τα 4,00m, θα διατάσσεται αρμός διαστολής στο μέσο του μήκους τους.
- (6) Στους θολωτούς οχετούς υπό επίχωση, η διάταξη “πλακών πρόσβασης” ή “φορέων πρόσβασης” παρέλκει, εκτός από ειδικές περιπτώσεις (π.χ. επέκταση θολωτού έργου με φορέα άλλου τύπου κλπ.).

ΥΠΟΜΝΗΜΑ

Για υπομνήμα βλ. επόμενη σελίδα

ΣΧΗΜΑ 7.7.4: 'ΜΕΤΑΒΑΤΙΚΑ ΕΡΓΑ' ΠΙΣΩ ΑΠΟ ΟΧΕΤΟΥΣ ΚΑΙ ΓΕΦΥΡΕΣ
(Δεν δείχνονται τυχόν απαιτούμενες πλάκες πρόσβασης)

ΥΠΟΜΝΗΜΑ ΣΧΗΜΑΤΟΣ

1. Επιφάνεια κύλισης οδού ή ανώτατη στάθμη υποστρώματος Σ. Γραμμής στον άξονα αυτής.
2. Ανώτατη στάθμη χωματουργικών [Ταυτίζεται με την Κάτω στάθμη Στρώσης Έδρασης Οδοστρώματος (Σ.Ε.Ο.)]
3. Στραγγιστήριο όταν απαιτείται. (Ενδεικτική υψομετρική τοποθέτηση ανάλογα με τις τοπικές συνθήκες)
4. Στρώση στράγγισης. (Εφαρμόζεται στην περίπτωση που τα “μεταβατικά έργα”/μεταβατικό επίχωμα δεν εξασφαλίζουν την ευχερή στράγγιση)
5. Άνω στάθμη επίχωσης με μεταβατικό επίχωμα για οχετούς υπό επίχωση. (Ισχύει και για θολωτούς οχετούς υπό επίχωση)
6. Επίχωση με αργιλικό υλικό καλά συμπυκνωμένο, ή σκυρόδεμα B5
7. Κανονικό επίχωμα
8. Στάθμη έδρασης κανονικού επιχώματος (μετά την αφαίρεση τυχόν ακαταλλήλων εδαφών)
9. Γραμμή ορίου μεταξύ “μεταβατικών έργων” και μεταβατικού επιχώματος αφ’ ενός και κανονικού επιχώματος αφ’ ετέρου. (Για την περίπτωση οδικών έργων, η κλίση $h: b = 2:3$ μπορεί να μετατραπεί σε $h: b = 1:1$ ύστερα από έγκριση της Υπηρεσίας, εφόσον η κατασκευή των “μεταβατικών έργων” / μεταβατικού επιχώματος γίνεται ταυτοχρόνως με την κατασκευή του κανονικού επιχώματος)
10. “Μεταβατικά έργα” από λιθορριπές, ή σκυρόδεμα B5. (Θα εφαρμόζονται έπειτα από οικονομοτεχνική διερεύνηση)
11. Μεταβατικό επίχωμα. (Μπορεί να αντικατασταθεί μερικά ή ολικά από “μεταβατικά έργα”, ύστερα από οικονομοτεχνική διερεύνηση)
12. Άνω στάθμη “μεταβατικών έργων” (θα εκλέγεται ύστερα από οικονομοτεχνική διερεύνηση)
13. Ύψος H_E για την περίπτωση που δεν προβλέπεται η κατασκευή “μεταβατικών έργων”
14. Ύψος H_E για την περίπτωση που προβλέπεται η κατασκευή “μεταβατικών έργων” μέχρι τη στάθμη έδρασης του κανονικού επιχώματος
15. Ύψος H_E για την περίπτωση που προβλέπεται η κατασκευή “μεταβατικών έργων” πάνω από τη στάθμη έδρασης του κανονικού επιχώματος
16. Ανώτατη στάθμη “μεταβατικών έργων”.
17. Γενικώς $\alpha=0,50m$. Για θεμέλια που σκυροδετούνται μέχρι το πρανές εκσκαφής (“κόντρα” στο πρανές), χωρίς παρεμβολή ξυλοτύπου, το πλάτος α περιορίζεται σε $0,25m$.
18. Γενική περίπτωση πέρατος “μεταβατικού επιχώματος” με εξαίρεση των επόμενη περίπτωση (παραγρ. α/α 20 υπομνήματος)
19. Σε περίπτωση που “μεταβατικό έργο” από λιθορριπές κατασκευάζεται μέχρι την άνω στάθμη του οχετού και το κανονικό επίχωμα έχει κοκκομετρική σύνθεση που να απαιτεί να γίνει “σφράγιση” της λιθορριπής, τότε το “μεταβατικό επίχωμα” της παραγράφου 19 του υπομνήματος επεκτείνεται ως “στρώση σφράγισης” όπως δείχνεται στο σχέδιο.

7.7.5. Ο ανάδοχος μπορεί να χρησιμοποιήσει τους τύπους κιβωτιοειδών οχετών της Γ.Γ.Δ.Ε. του Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε.

7.7.6. Ο σχεδιασμός των οχετών πρέπει να δίνει αισθητικά καλό αποτέλεσμα, έτσι ώστε αυτές να εναρμονίζονται με τα οδικά και σιδηροδρομικά έργα καθώς και με το περιβάλλον, και να μην οχλούν τους χρήστες της οδού ή τους περίοικους και ειδικότερα:

Η επιλογή των στηθαίων ασφαλείας θα είναι σύμφωνα με το κεφάλαιο 4 του ΟΜΟΕ στις αντίστοιχες διατάξεις. Πιο συγκεκριμένα:

α) Εφόσον προβλέπεται εφαρμογή τυπικής διατομής αυτοκινητοδρόμου ή άλλης κατηγορίας οδού (κλάδου, κόμβου, υπεραστικής οδού, αστικής οδού) με πλευρικά χαλύβδινα στηθαία ασφαλείας, τότε στην παρακάτω ανάπτυξη θα επιλέγεται σε κάθε περίπτωση ο αντίστοιχος τύπος χαλύβδινου στηθαίου (Σημειώνεται πάντως ότι είναι δυνατόν στην περίπτωση αυτή να επιλέγεται στηθαίο ασφαλείας από σκυρόδεμα τύπου NEW JERSEY στους τοίχους ολικού ύψους^(*) $H_T > 7,0m$).

β) Εφόσον προβλέπεται εφαρμογή τυπικής διατομής αυτοκινητοδρόμου ή άλλης κατηγορίας οδού (κλάδου, κόμβου, υπεραστικής οδού, αστικής οδού) με πλευρικά στηθαία ασφαλείας από σκυρόδεμα τύπου NEW JERSEY, τότε στην παρακάτω ανάπτυξη θα επιλέγεται σε κάθε περίπτωση ο αντίστοιχος τύπος στηθαίου από σκυρόδεμα τύπου NEW JERSEY.

7.7.7. Κατά την εκλογή και την κατασκευή των οχετών πρέπει να προσεχθούν οι χημικές ιδιότητες των υλικών που έρχονται σε επαφή με τον οχετό, όπως π.χ. ταινίες στεγανοποίησης.

7.8. ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΤΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΡΩΣΕΙΣ

Στα κατασκευαστικά στοιχεία, που άλλως θα φθειρόνταν, θα εφαρμοσθούν κατάλληλες προστατευτικές επιστρώσεις. Οι επιστρώσεις αυτές περιλαμβάνουν:

- (1) Συστήματα βαφής και αντιδιαβρωτικής προστασίας για κυρίως μεταλλικά και μη μεταλλικά στοιχεία
- (2) Στεγανωτικές μεμβράνες και συστήματα εμποτισμού επιφανειών από σκυρόδεμα που είναι εκτεθειμένες σε άσχημες ή πολύ άσχημες περιβαλλοντικές συνθήκες.

Για το σκοπό αυτό οι επιφάνειες σκυροδέματος στο οδόστρωμα ή σε απόσταση έως 5,0m από την άκρη του οδοστρώματος, θεωρούνται ότι εκτίθενται σε άσχημες ή πολύ άσχημες περιβαλλοντικές συνθήκες.

7.9. ΥΔΑΤΟΣΤΕΓΑΝΩΣΗ

7.9.1. Υδατοστεγάνωση Καταστρώματος

Τα καταστρώματα των τεχνικών θα στεγανοποιούνται και θα προστατεύονται από βλάβη τους με ένα κατάλληλο ανθεκτικό, αποτελεσματικό τυποποιημένο (proprietary) σύστημα, σε συμφωνία με τη Τεχνική Συγγραφή Υποχρεώσεων. Επ' αυτού θα τοποθετηθεί μία μεταβατική, προστατευτική επιφανειακή στρώση, η οποία θα επιτρέπει

αφαίρεση και αντικατάσταση της στρώσης επιφάνειας κύλισης του τεχνικού, χωρίς να βλάπτεται η μεμβράνη υδατοστεγάνωσης.

7.9.2. Τρόπος στεγάνωσης των διαφόρων κατασκευών

(1) Οριζόντιοι φορείς μικρών τεχνικών

Η πάνω επιφάνεια του οριζόντιου φορέα πλακοσκεπών και κιβωτιοειδών μικρών τεχνικών στέψης θα στεγανοποιηθεί με δύο ή με μια στρώση ειδικών μεμβρανών, αντίστοιχα σύμφωνα με την εκάστοτε Τ.Σ.Υ. Εναλλακτικά, αν δεν γίνεται ειδική διαφορετική αναφορά στους ειδικούς όρους δημοπράτησης, γίνεται δεκτή η προστασία με διπλή στρώση ασφαλτόπανου με κατάλληλη προστασία αυτού με τσιμεντοκονία ή προστατευτική στρώση σκυροδέματος B15, σύμφωνα με την εκάστοτε Τ.Σ.Υ.

Για μικρά τεχνικά υπό επίχωση, η στεγάνωση θα γίνει με μεμβράνες σύμφωνα με όσα αναφέρονται στην εκάστοτε Τ.Σ.Υ., ή με διπλή στρώση ασφαλτόπανου (αν δεν γίνεται ειδική διαφορετική αναφορά στους ειδικούς όρους δημοπράτησης) και προστασία αυτής με στρώση σκυροδέματος B15, σύμφωνα με την εκάστοτε Τ.Σ.Υ.

(2) Θολωτοί οχετοί

i. Η εξωτερική επιφάνεια του σκυροδέματος των θολωτών οχετών θα προστατευθεί με πατητή τσιμεντοκονία πάχους 1,5ε., σύμφωνα με την αντίστοιχη Τ.Σ.Υ. ή με διπλή ασφαλική επάλειψη σύμφωνα με την αντίστοιχη Τ.Σ.Υ.

ii. Αν οι εξωτερικές συνθήκες είναι ιδιαίτερα επιβαρυντικές (υδροφόρος ορίζοντας, χημικές επιδράσεις και γενικά *"πολύ ισχυρές"* συνθήκες κατά το DIN 4030) κατά την κρίση της Υπηρεσίας, η στεγάνωση θα γίνει με ειδικές μεμβράνες, σύμφωνα με την αντίστοιχη Τ.Σ.Υ.

(3) Ακρόβαθρα και πλάκες πρόσβασης

Για την περίπτωση στεγάνωσης σε περιοχές που παρουσιάζονται μικρές μόνο ποσότητες διηθούμενων υπόγειων νερών (π.χ. περιοχές έργων σε επιχώματα), τότε η επιφάνεια προς τις γαίες του σκυροδέματος του κορμού των ακροβάθρων, των πτερυγίων, καθώς και η πάνω επιφάνεια των πλακών πρόσβασης, θα στεγανοποιηθούν με διπλή ασφαλική επάλειψη, σύμφωνα με την εκάστοτε Τ.Σ.Υ.

Αν οι εξωτερικές συνθήκες είναι ιδιαίτερα επιβαρυντικές (υδροφόρος ορίζοντας, χημικές επιδράσεις και γενικά *"πολύ ισχυρές"* συνθήκες κατά το DIN 4030), κατά την κρίση της Υπηρεσίας, η στεγάνωση θα γίνει με ειδικές μεμβράνες, σύμφωνα με την εκάστοτε Τ.Σ.Υ.

(4) Όψη πασσαλοστοιχιών

Το σκυρόδεμα επένδυσης των όψεων πασσαλοστοιχιών θα στεγανοποιηθεί σύμφωνα με την εκάστοτε Τ.Σ.Υ.

(5) Οριζόντιοι φορείς υπόγειων έργων

Η άνω επιφάνεια οριζοντίων φορέων έργων υπό επίχωση θα στεγανοποιηθεί με μεμβράνη και στη συνέχεια θα προστατευθεί με μια στρώση σκυροδέματος κατηγορίας B 10 ελάχιστου πάχους 0,07m, (οπλισμένου με γαλβανισμένο σιδηρό πλέγμα που τοποθετείται στο μέσο του πάχους της στρώσης προστασίας από σκυρόδεμα). Η στρώση προστασίας από σκυρόδεμα θα έχει αρμούς και προς τις δύο κατευθύνσεις ανά 4,00m.

Αναλυτικότερα ο τρόπος της στεγάνωσης εκτίθεται στην αντίστοιχη Τ.Σ.Υ.

(6) Αρμοί Διαστολής

Οι αρμοί διαστολής του φορέα και των βάθρων θα κατασκευάζονται στεγανοί. Η στεγανότητα θα εξασφαλίζεται με στεγανωτική ταινία από PVC ελάχιστου πλάτους 240mm, με κεντρική οπή για συστολές – διαστολές. Στην περιοχή της ταινίας αυτής θα γίνεται κατάλληλη διαμόρφωση του σιδηρού οπλισμού.

Όπου εφαρμόζονται τυποποιημένοι (βιομηχανικού τύπου) αρμοί διαστολής, αυτοί θα έχουν υδατοστεγανωτικά στοιχεία που θα αποτρέπουν τη διαρροή νερού δια του αρμού προς κατασκευαστικά και μη στοιχεία, σύμφωνα με τις ισχύουσες τεχνικές προδιαγραφές.

(7) Αρμοί κατασκευής (διακοπής εργασίας)

Όταν αναμένεται ή υπάρχει κίνδυνος παρουσίας νερού με πίεση πίσω από το ακρόβαθρο, ο αρμός διακοπής εργασίας θα κατασκευάζεται στεγανός με στεγανωτική ταινία τύπου PVC.

7.10. ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΕΠΙΚΑΛΥΨΕΙΣ ΚΑΙ ΕΠΙΧΩΣΕΙΣ ΔΙΑΒΑΣΕΩΝ ΚΑΙ ΟΧΕΤΩΝ ΣΤΕΨΗΣ

7.10.1. Οι ελάχιστες επικαλύψεις διαβάσεων και οχετών συναρτώνται με τις απαιτήσεις του Κυρίου του Έργου για την προστασία της στρώσης στεγάνωσης του τεχνικού έργου από τα φορτία της κυκλοφορίας και την ομαλή λειτουργία των έργων.

Οι παρακάτω απαιτήσεις έχουν εφαρμογή για την περίπτωση που θα κατασκευασθούν “εύκαμπτα” ή “ημιδάκαμπτα” οδοστρώματα. Και στις δύο περιπτώσεις, το ανώτερο τμήμα της κατασκευής οδοστρώματος κατασκευάζεται με ασφαλικές στρώσεις. Ασφαλικές στρώσεις, όμοιες με τις ασφαλικές στρώσεις του οδοστρώματος εκτός της περιοχής των τεχνικών έργων, κατασκευάζονται και στην περιοχή των διαβάσεων και οχετών.

7.10.2. (1) Για την περίπτωση διαβάσεων και οχετών στέψης, το ελάχιστο συνολικό πάχος ασφαλικής επικάλυψης σε περιοχή οδοστρώματος είναι ίσο προς 0,10m, για την περίπτωση που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί ειδική κατηγορία μεμβράνης του συστήματος στεγάνωσης που είναι κατάλληλα κατασκευασμένη, ώστε να μη κινδυνεύει να τραυματισθεί από τις εργασίες κατασκευής των ασφαλικών στρώσεων.

(2) Αν τυχόν η μεμβράνη του συστήματος στεγάνωσης δεν πληροί την παραπάνω απαίτηση, θα πρέπει να κατασκευασθεί και πρόσθετη “προστατευτική στρώση” ελαχίστου πάχους 0,02m, από αμμάσφαλτο (ή άλλο κατάλληλο υλικό σύμφωνα με ισχύουσες προδιαγραφές χωρών - μελών της Ε.Ε. ή σύμφωνα με τις προδιαγραφές Α.Α.Σ.Η.Τ.Ο/Α.Σ.Τ.Μ.) για την προστασία της μεμβράνης από τις εργασίες κατασκευής των ασφαλικών στρώσεων.

Στην περίπτωση αυτή, το ελάχιστο πάχος επικάλυψης πάνω από τη στεγανωτική μεμβράνη θα είναι ίσο προς 0,12m.

(3) Για την περίπτωση μικρών τεχνικών που ανήκουν σε οδούς των οποίων το οδόστρωμα θα ενισχυθεί μελλοντικά, τότε η απαιτούμενη ελάχιστη επικάλυψη θα είναι ίση προς 0,10m ή 0,12m (σύμφωνα με τα προηγούμενα) προσαυξημένη κατά το πάχος d της μελλοντικής ενίσχυσης του οδοστρώματος.

7.10.3 (1) Στα πεζοδρόμια διαβάσεων και οχετών στέψης θα είναι δυνατή η κατασκευή επιφανειακής διαμόρφωσης “εύκαμπτου” τύπου. Το ίδιο ισχύει και για τις επιφάνειες των κεντρικών νησίδων και των πλευρικών φυτικών λωρίδων που διαμορφώνονται με επιφανειακή επίστρωση στις περιοχές των διαβάσεων και οχετών στέψης.

(2) Αν χρησιμοποιηθεί πλακόστρωση στα πεζοδρόμια, θα πρέπει ολόκληρο το πάχος της υποκείμενης στρώσης, μέχρι το φορέα, να κατασκευασθεί από σκυρόδεμα για να αποφευχθεί η διείσδυση νερού από τις ρωγμές που θα μπορούσαν να δημιουργηθούν στους αρμούς της πλακόστρωσης.

(3) Όταν χρησιμοποιείται υλικό επίχωσης χωρίς συνδετική ύλη κάτω από την επιφανειακή διαμόρφωση των πεζοδρομίων κ.λ.π., τότε η επιφανειακή διαμόρφωση αυτών μπορεί να κατασκευάζεται από:

- Μια κάτω στρώση ασφαλικής βάσης συμπυκνωμένου πάχους 0,05m και
- Μια άνω ασφαλική στρώση “κλειστού” τύπου συμπυκνωμένου πάχους 0,025m, ή εναλλακτικά μια στρώση ασφαλτομαστίχης κατάλληλης για οδούς και πεζοδρόμια, πάχους 0,025m.

(4) Στα πεζοδρόμια κ.λ.π. δεν είναι αναγκαία η κατασκευή “προστατευτικής στρώσης” της στεγανωτικής μεμβράνης, δεδομένου ότι δεν απαιτείται η άμεση επ’ αυτής κατασκευή ασφαλικών στρώσεων με κυλίνδρωση εν θερμώ.

7.10.4. (1) Οι παραπάνω απαιτήσεις δεν ισχύουν για την περίπτωση “πεζογεφυρών”.

(2) Για τις πεζογέφυρες θα μπορούν να εφαρμοσθούν οι ισχύουσες προδιαγραφές χωρών - μελών της Ε.Ε. ή προδιαγραφές του Α.Α.Σ.Η.Τ.Ο./Α.Σ.Τ.Μ.

(3) Αν δεν προδιαγράφονται αυστηρότερες απαιτήσεις για τις πεζογέφυρες, ορίζονται οι παρακάτω ελάχιστες απαιτήσεις:

- i. Το ελάχιστο πάχος επικάλυψης της στεγανωτικής μεμβράνης που είναι κατάλληλα κατασκευασμένη για να αντέχει στην εφαρμογή ασφαλικής στρώσης με κυλίνδρωση εν θερμώ, θα είναι ίσο προς 0,05m.
- ii. Αν η στεγανωτική μεμβράνη δεν πληροί την παραπάνω απαίτηση, θα κατασκευάζεται επ’ αυτής μιας πρόσθετη προστατευτική στρώση ελάχιστου πάχους 0,02m από αμμάσφαλτο ή άλλο ανάλογο υλικό.
- iii. Είναι δυνατή η κατασκευή επιφανειακής διαμόρφωσης του καταστρώματος της πεζογέφυρας με αντιολισθηρή πλακόστρωση ελάχιστου ολικού πάχους 0,07m.

7.11. ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ

Ολόκληρος ο σχεδιασμός θα γίνει σύμφωνα με τους ισχύοντες στην χώρα μας κανονισμούς και λοιπές κανονιστικές διατάξεις, Π.Δ., Υπουργικές Αποφάσεις, Εγκυκλίου κ.α. σε συνδυασμό με τη διάταξη του παρόντος Ο.Μ.Ο.Ε.

7.12. ΦΟΡΤΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ

Ισχύουν τα αναφερόμενα στο κεφάλαιο 2 του παρόντος Ο.Μ.Ο.Ε.

7.13. ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΔΟΜΙΚΗΣ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗΣ

Οι παρακάτω αναγραφόμενες ελάχιστες διαστάσεις δομικής διαμόρφωσης ισχύουν για δομικά στοιχεία από σκυρόδεμα κατασκευαζόμενα επί τόπου, δεν έχουν όμως εφαρμογή για προκατασκευασμένα στοιχεία, όπου ισχύουν τα DIN και οι λοιποί σχετικοί κανονισμοί.

7.13.1. Κεφαλόδεσμοι πασσάλων

Η καθαρή απόσταση μεταξύ πασσάλων στο κάτω πέλμα του κεφαλόδεσμου θα είναι τουλάχιστον 60cm. Ο κεφαλόδεσμος θα έχει ελάχιστο πάχος 60cm, αλλά όχι μικρότερο από τη μεγαλύτερη διάμετρο πασσάλου.

7.13.2. Βάθρα

Ελάχιστες διαστάσεις d:

- Εξομαλυντική στρώση (καθαριότητας) από σκυρόδεμα $d = 10\text{cm}$
- Πτερύγια στη θέση πάκτωσης $d = 30\text{cm}$
- Τοίχοι και αντηρίδες
 - Για ύψος τοίχου $\leq 1,50\text{m}$ πάνω και κάτω $d = 30\text{cm}$
 - Για ύψος τοίχου $\geq 4,50\text{m}$ κάτω $d = 50\text{cm}$
 - " " " πάνω $d = 30\text{cm}$
 - (Για ενδιάμεσες τιμές θα γίνεται γραμμική παρεμβολή)

7.13.3. Φορείς ανωδομής

Ελάχιστες διαστάσεις d:

- (1) Χωρίς επαφή με το έδαφος
 - Πλάκες καταστρώματος $d = 20\text{cm}$
- (2) Σε επαφή με το έδαφος
 - Πλαίσια, θόλοι και ανωδομές υπό επίχωση $d = 30\text{cm}$

7.14. ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΧΑΛΑΡΟΥ ΟΠΛΙΣΜΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

7.14.1. Ελάχιστη διάμετρος και μέγιστη απόσταση ράβδων

Η ελάχιστη διάμετρος χαλαρών οπλισμών σκυροδέματος είναι 10mm και η μέγιστη απόσταση ράβδων 20cm. Τούτο δεν ισχύει για τον οπλισμό μονταρίσματος, όπως τα άγκιστρα S κλπ.

Για πλέγματα οπλισμού, το άνοιγμα βροχίδας θα είναι $\leq 150\text{mm}$ και η διάμετρος των ράβδων $\geq 6\text{mm}$.

7.14.2. Ελάχιστος οπλισμός

(1) Υποδομή

Όλες οι παρειές δομικών στοιχείων μορφής δίσκων ή πλακών θα οπλίζονται με οπλισμό και στις δύο κατευθύνσεις. Κάθε παρειά θα οπλίζεται ανά κατεύθυνση με ελάχιστον οπλισμό 0,06% της επιφάνειας σκυροδέματος, αλλά τουλάχιστον $\Phi 10\text{mm}$ ανά 20cm, ή με πλέγμα της ίδιας επιφάνειας χάλυβα.

(2) Ανωδομή

- (1) Ο ελάχιστος οπλισμός θα τίθεται σε όλους τους αρμούς διακοπής εργασίας, εκτός αν απαιτείται περισσότερος για στατικούς λόγους.
- (2) Σε φορείς με διάκενα, π.χ. πλάκες με διάκενα ή κιβωτιοειδείς φορείς, θα προβλέπεται ένας ελάχιστος οπλισμός στις εσωτερικές παρειές σκυροδέματος γύρω από τα διάκενα.
- (3) Σε μία λωρίδα πλάτους 1,0m στο εξωτερικό άκρο πλακών προβόλων θα τοποθετείται ελάχιστος διαμήκης οπλισμός με συνολική επιφάνεια ίση με

0,8% της επιφάνειας σκυροδέματος της παραπάνω λωρίδας. Ο οπλισμός αυτός θα διατάσσεται και στα δύο πέλματα, πάνω και κάτω, με τις ίδιες διαμέτρους και σε αποστάσεις μικρότερες από 10cm. Σε περιπτώσεις προβολών μικρότερων του 1,0m, ο οπλισμός καθορίζεται από τη συνολική επιφάνεια σκυροδέματος.

7.14.3. Επικάλυψη οπλισμών

Γενικά, η ελάχιστη επικάλυψη οπλισμών θα είναι 4cm και η ονομαστική επικάλυψη 4,5cm. Σε περίπτωση επαφής του σκυροδέματος με το έδαφος η ελάχιστη επικάλυψη θα είναι 5,0cm και η ονομαστική 5,5cm.

7.15. ΣΩΛΗΝΩΤΟΙ ΟΧΕΤΟΙ – ΕΙΔΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ

- 7.15.1. Οι σωληνωτοί οχετοί αποχέτευσης (ομβρίων – ακαθάρτων) θα διαστασιολογούνται σύμφωνα με την παροχή υπολογισμού και με υπολογισμό των υδραυλικών στοιχείων, σύμφωνα με τα αναφερόμενα στις παραγράφους 7.6.1 και 7.6.2 αντίστοιχα.
- 7.15.2. Δεν επιτρέπεται η κατασκευή σωληνωτών οχετών αποχέτευσης ομβρίων όταν αποχετεύουν άμεσα εξωτερικές λεκάνες απορροής (Στην περίπτωση αυτή είναι δυνατή η εφαρμογή σωληνωτών οχετών μόνον όταν ανήκουν σε δίκτυα αποχέτευσης ομβρίων και η αποχέτευση γίνεται με την παρεμβολή φρεατίων υδροσυλλογής, σύμφωνα με τον πίνακα της παραγράφου 6.3 που αφορά στις ελάχιστες διαμέτρους σωληνωτών οχετών και αγωγών). Οι οχετοί, στην περίπτωση αυτή, θα πρέπει να είναι ορθογωνικής διατομής (ή θολωτής/καμπυλόμορφης διατομής) και θα πρέπει να τηρούν τις απαιτήσεις της ίδιας παραγράφου.
- 7.15.3. Επιτρέπεται η κατασκευή σωληνωτών οχετών που αποχετεύουν άμεσα εξωτερικές λεκάνες απορροής σε υπεραστικές οδούς τυπικής διατομής AV και κατώτερης και σε αστικές οδούς λειτουργικής κατάταξης συλλεκτήριας οδού και κατώτερης, κάτω από τις ακόλουθες προϋποθέσεις:
 - (1) Η ελάχιστη εσωτερική διάμετρος σωληνωτού οχετού δεν μπορεί να είναι μικρότερη από 1,00m.
 - (2) Το μέγιστο μήκος σωληνωτού οχετού δεν θα υπερβαίνει τα 20,0m.
 - (3) Απαγορεύεται η χρήση σωληνωτών οχετών σε περιπτώσεις εσχηματισμένης μισγάγκειας ή τάφρου, για την οποία εκτιμάται ότι υπάρχει κίνδυνος έμφραξης από στερεοπαροχή.
- 7.15.4. Κατ' εξαίρεση, για υπεραστικές οδούς τυπικής διατομής ή και αστικές οδούς λειτουργικής κατάταξης οδού προσπέλασης παροδίων και κατώτερης, επιτρέπεται η κατασκευή σωληνωτών οχετών εσωτερικής διαμέτρου μικρότερης από 1,00m, ακόμη και στην περίπτωση που αποχετεύουν άμεσα εξωτερικές λεκάνες απορροής, σύμφωνα με τα παρακάτω:

- (1) Επιτρέπεται ειδικά η κατασκευή σωληνωτών οχετών εσωτερικής διαμέτρου 0,60m και 0,80m για μέγιστα μήκη 10,0m και 15,0m αντίστοιχα.
- (2) Απαγορεύεται η χρήση σωληνωτών οχετών σε περιπτώσεις εσχηματισμένης μισγάγκειας ή τάφρου, για την οποία εκτιμάται ότι υπάρχει κίνδυνος έμφραξης από στερεοπαροχή.
- (3) Γενικά, σωληνωτοί οχετοί με εσωτερική διάμετρο μικρότερη από 0,80m διαμορφώνονται μόνον όταν μπορούν να καθαριστούν με μηχανικό τρόπο. Για πολύ επιμήκεις οχετούς χρειάζονται μεγαλύτερες διαστάσεις.
- (4) Οι σωληνωτοί οχετοί θα είναι σύμφωνοι με τα αναφερόμενα ακολούθως που αφορούν στους σωληνωτούς αγωγούς.

7.16. ΣΩΛΗΝΩΤΟΙ ΑΓΩΓΟΙ – ΕΙΔΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ

7.16.1. Γενικά

- (1) Σωληνωτοί αγωγοί χρησιμεύουν για την υπόγεια μεταφορά των ομβρίων. Επίσης, σωληνωτοί αγωγοί χρησιμοποιούνται στα έργα αποχέτευσης ακαθάρτων.
- (2) Η διάμετρος του σωληνωτού αγωγού προκύπτει από την παροχή υπολογισμού, την κλίση και την ταχύτητα.
- (3) Σωληνωτοί αγωγοί πρέπει να υπολογίζονται έτσι ώστε ακόμη και με την ελάχιστη ποσότητα νερού να υπάρχουν όσο το δυνατό λιγότερες αποθέσεις.
- (4) Οι σωλήνες μεταξύ των φρεατίων πρέπει να τοποθετούνται σε οριζοντιογραφία και μηκοτομή ευθύγραμμη (οριζόντιες καμπύλες ακτίνας $R > 100m$ λογίζονται ως ευθυγραμμία).
- (5) Η απαιτούμενη φέρουσα ικανότητα των σωλήνων πρέπει να υπολογίζεται με βάση τη φόρτιση από την επικάλυψη και τη φόρτιση της κυκλοφορίας.
- (6) Κατά την εκλογή και την κατασκευή των σωληνώσεων πρέπει να προσεχθούν οι χημικές ιδιότητες των υλικών που έρχονται σε επαφή με τον σωλήνα, όπως π.χ. ταινίες στεγανοποίησης.
- (7) Γενικά για την αποχέτευση ομβρίων θα χρησιμοποιούνται οι ακόλουθες κατηγορίες σωλήνων:
 - i. Άοπλοι πρεσσαριστοί τσιμεντοσωλήνες της ΠΤΠ T110 από σκυρόδεμα, κατηγορίας B15 (συνήθους αντοχής) ή B25 (υψηλής αντοχής)
 - ii. Οπλισμένοι πρεσσαριστοί τσιμεντοσωλήνες της ΠΤΠ T110 από σκυρόδεμα κατηγορίας B25
 - iii. Οπλισμένοι δονητικοί ή φυγοκεντρικοί τσιμεντοσωλήνες (χωρίς εσωτερική προστασία), σύμφωνα με την προδιαγραφή του τ. Υ.Δ.Ε. (ΦΕΚ 253 Β/84)

με "καμπάνα" με στεγανωτικό δακτύλιο από λάστιχο (σειρές 75, 100 και 150). Για την περίπτωση που οι σωλήνες αυτοί τοποθετούνται σε διαβρωτικό έδαφος, θα προστατεύονται και εξωτερικά με κατάλληλη επένδυση (άρθρο 10 προδιαγραφής τ. Υ.Δ.Ε. ΦΕΚ 253 Β/84)

- iv. Σωλήνες από σκυρόδεμα (οπλισμένο ή άοπλο), σύμφωνα με εν ισχύ προδιαγραφές χωρών μελών της Ε.Ε. ή σύμφωνα με τα Α.Α.Σ.Η.Τ.Ο/Α.Σ.Τ.Μ.
- v. Πλαστικοί σωλήνες από σκληρό PVC με πάχος ίσο ή μεγαλύτερο προς αυτό που αντιστοιχεί στη σειρά 41 του Ε.Λ.Ο.Τ., σύμφωνα με προδιαγραφές χωρών μελών της Ε.Ε. ή σύμφωνα με τα Α.Α.Σ.Η.Τ.Ο/Α.Σ.Τ.Μ.
- vi. Αμιαντοτσιμεντοσωλήνες σύνδεσης φρεατίων της σειράς III-9000 (χωρίς εσωτερική προστασία), σύμφωνα με το πρότυπο Ε.Λ.Ο.Τ. 179-79. Ισχύει και εδώ η απαίτηση εξωτερικής και εσωτερικής προστασίας. Είναι επίσης αποδεκτό να υιοθετηθούν οι προδιαγραφές χωρών μελών της Ε.Ε. ή αντίστοιχα οι προδιαγραφές Α.Α.Σ.Η.Τ.Ο/Α.Σ.Τ.Μ.

Σημείωση: Για περίπτωση τοποθέτησης των σωλήνων σε περιοχές όπου αναμένονται υποχωρήσεις (π.χ. σε επιχώματα ύψους $H > 3,0m$, συνεκτικά εδάφη για τα οποία αναμένονται καθιζήσεις κ.λπ.) θα πρέπει να χρησιμοποιούνται εύκαμπτοι σύνδεσμοι των σωλήνων με χρήση των σωλήνων των παραπάνω υποπαραγράφων iii και iv.

(8) Γενικά για την αποχέτευση ακαθάρτων θα χρησιμοποιούνται οι ακόλουθες κατηγορίες σωλήνων:

- i. Οπλισμένοι δονητικοί ή φυγοκεντρικοί τσιμεντοσωλήνες, σύμφωνα με την προδιαγραφή τ. Υ.Δ.Ε. (ΦΕΚ 253 Β/84) με "καμπάνα" με ειδικό στεγανωτικό δακτύλιο από λάστιχο κατάλληλο για ακάθαρτα, με χρησιμοποίηση τσιμέντου κατηγορίας IV, ανθεκτικού στα θειικά (SULFATE RESISTANT), με εσωτερική προστασία με εποξειδική βαφή, σύμφωνα με την προδιαγραφή του αντίστοιχου άρθρου της εκάστοτε Τ.Σ.Υ.
- ii. Οπλισμένοι δονητικοί ή φυγοκεντρικοί τσιμεντοσωλήνες κ.λπ, σύμφωνα με την παραπάνω υποπαραγράφο I και με πρόσθετη εξωτερική προστατευτική επένδυση για τοποθέτησή τους σε διαβρωτικό έδαφος (άρθρο 10 προδιαγραφής τ. Υ.Δ.Ε. ΦΕΚ 253 Β/84).
- iii. Πλαστικοί σωλήνες από σκληρό PVC της σειράς SDR 41 ή με παχύτερα τοιχώματα, σύμφωνα με το αντίστοιχο πρότυπο του Ε.Λ.Ο.Τ., με δυνατότητα χρήσης μόνο των διαμέτρων $D_{min} = 200mm$ έως και $D_{max} = 315mm$.
- iv. Αργιλοπυριτικοί σωλήνες ακαθάρτων

7.16.2. Παροχή υπολογισμού και παραδοχές υπολογισμού δικτύων αποχέτευσης ακαθάρτων

Ο υπολογισμός των παροχών των αγωγών ακαθάρτων θα γίνεται ως ακολούθως:

- (1) α) Υπολογίζεται η λεκάνη απορροής (F) που καταλήγει στο υπόψη τμήμα του αγωγού. Η λεκάνη απορροής θα περατούται στα όρια του εγκεκριμένου Σχεδίου Πόλης.

β) Ως λεκάνη απορροής (F) θα θεωρείται η επιφάνεια των Οικοδομικών Τετραγώνων, αφαιρουμένων των επιφανειών των οδών και των κοινοχρήστων χώρων για τις οποίες δεν προβλέπεται δόμηση (π.χ. πλατείες, πάρκα κ.λπ.).

γ) Για την περίπτωση περιοχών που ευρίσκονται εκτός Σχεδίου Πόλης, για τις οποίες όμως αναμένεται σε μελλοντικό χρονικό ορίζοντα 30 χρόνων να ενταχθούν στο Σχέδιο Πόλης (π.χ. ύπαρξη διαμορφωμένων ρυμοτομικών γραμμών, διαδικασία υπό εξέλιξη για ένταξη στο Σχέδιο Πόλης, εκτιμήσεις Δημοτικών/Κοινοτικών Αρχών κ.λπ.) αυτές θα περιλαμβάνονται στις λεκάνες απορροής του υπόψη αγωγού.

δ) Για τις περιοχές εκτός Σχεδίου Πόλης που δεν υπάρχουν διαμορφωμένα Οικοδομικά Τετράγωνα ή δεν υπάρχει πρόταση Ρυμοτομικού Σχεδίου, θα μπορεί να γίνεται εκτίμηση της επιφάνειας των Οικοδομικών Τετραγώνων με χρήση κατάλληλων συντελεστών (f) μετατροπής της γεωμετρικής επιφάνειας (A) σε επιφάνεια Οικοδομικών Τετραγώνων (F). (Αν δεν υπάρχουν κατάλληλες εκτιμήσεις μπορεί να παίρνεται $f = 0,70$).
- (2) α) Με εφαρμογή των επί μέρους συντελεστών δόμησης (δ_i) στις επί μέρους επιφάνειες Οικοδομικών Τετραγώνων (F_i) του Σχεδίου Πόλης υπολογίζεται η δομήσιμη επιφάνεια $\Delta i = \delta_i \times F_i$ και εξ αυτής η συνολική δομήσιμη επιφάνεια $\Delta_{ολ} = \Sigma (\delta_i \times F_i)$

β) Για τις Εκτός Σχεδίου Πόλεως επιφάνειες της παραπάνω παραγρ. (1)γ, εφόσον δεν υπάρχουν προτάσεις για συντελεστές δόμησης (π.χ. από μελέτη υπό ένταξη Ρυμοτομικού Σχεδίου), αυτοί θα εκτιμώνται με αιτιολογημένη πρόταση του μελετητή και ύστερα από συνεργασία με τις αρμόδιες Δημοτικές/Κοινοτικές Αρχές.
- (3) Υπολογίζεται ο ισοδύναμος μέγιστος πληθυσμός (P_Ο) με την παραδοχή ενός κατοίκου ανά 25 m² δομήσιμης επιφάνειας:

$$P_O = \Delta_{ολ} / 25 \text{ (κάτοικοι).}$$
- (4) Εκτιμάται κορεσμός δόμησης περίπου 90%, οπότε προκύπτει πληθυσμός κορεσμού (P) : $P = 0,9 \times P_O$ (κάτοικοι).

- (5) Υπολογίζεται η μέση κατ' άτομο ημερήσια κατανάλωση νερού (q_w) και με βάση αυτήν η μέση απορροή (Q) στο δίκτυο ακαθάρτων.

Για την περίπτωση που δεν υπάρχουν ακριβέστερα στοιχεία μέσης κατ' άτομο ημερήσιας κατανάλωσης (ειδικής κατανάλωσης) νερού από αρμόδιους Οργανισμούς (π.χ. Δήμοι, Ε.ΥΔ.Α.Π. κλπ.) τότε θα μπορεί να παίρνεται $q_w = 200$ λίτρα/άτομο/ημέρα.

Από την παραπάνω ειδική κατανάλωση νερού θα εκτιμάται η απορροή στο δίκτυο ακαθάρτων με συντελεστή απορροής (C) ίσον προς:

$$C = 0,65 \quad \text{Για αγροτική περιοχή}$$

$$C = 0,75 \quad \text{Για ημιαστική περιοχή}$$

$$C = 0,85 \quad \text{Για καθαρά αστική περιοχή}$$

Σύμφωνα με τα παραπάνω για αστική περιοχή και για την περίπτωση που δεν υπάρχουν στοιχεία ειδικής κατανάλωσης νερού προκύπτει:

$$Q = 0,85 \times 0,2 \times P = 0,17 \times P \text{ (m}^3\text{/ημέρα)}$$

- (6) Θεωρείται μέγιστη ημερήσια παροχή (Q_{\max}), (η οποία καλύπτει τις διακυμάνσεις των παροχών)

$$Q_{\max} = 1,50 \times Q \text{ (m}^3\text{/ημέρα)}$$

- (7) Παροχή υπολογισμού του δικτύου είναι η παροχή αιχμής (q_{\max}), που μπορεί να υπολογισθεί από την παρακάτω σχέση:

$$q_{\max} = K \times Q_{\max} / 86,4 \text{ (l/s)}$$

$$\text{όπου } K = 5 / (P/1.000)^{1/6}$$

- (8) Για τις περιπτώσεις που περιλαμβάνονται στις λεκάνες απορροής σημαντικές βιομηχανικές περιοχές, στρατόπεδα, μεγάλες νοσοκομειακές μονάδες, μεγάλες αθλητικές εγκαταστάσεις κλπ. παρόμοια, απαιτείται να γίνεται ειδική διερεύνηση των σχετικών απορροών που θα παίρνονται υπόψη στις συνολικές παροχές σχεδιασμού.

- (9) Στην παραπάνω παροχή υπολογισμού q_{\max} προστίθενται οι παροχές διηθήσεων που θα κυμαίνονται, ανά μέτρο μήκους ονομαστικής διαμέτρου αγωγού και χιλιόμετρο αγωγού, από 0,1 έως 1,0 m³/ημέρα. Η εκτίμηση της παροχής διηθήσεων θα γίνεται ανάλογα με την ύπαρξη ή μη υδροφόρου ορίζοντα, το είδος του αγωγού, τα χαρακτηριστικά του εδάφους, το πλήθος των κάθε είδους συνδέσεων (ιδιωτικές, ενώσεις αγωγών, φρεάτια κ.λπ.) κλπ.

7.16.3. Μέγιστο βάθος ροής (Ύψος πλήρωσης)

Το μέγιστο επιτρεπόμενο ύψος πλήρωσης (y_{\max}) των σωληνωτών αγωγών κυκλικής διατομής σε σχέση με την εσωτερική διάμετρο αυτών (D), δηλαδή ο λόγος y_{\max}/D , ορίζεται σε:

Για αγωγούς $D \leq 0,40\text{m}$: $y_{\max}/D = 0,50$

Για αγωγούς $0,40 < D \leq 0,60\text{m}$: $y_{\max}/D = 0,60$

Για αγωγούς $D > 0,60\text{m}$: $y_{\max}/D = 0,70$

7.16.4. Ελάχιστες ταχύτητες ροής

Οι σωληνωτοί αγωγοί πρέπει να υπολογίζονται έτσι ώστε ακόμη και με την ελάχιστη ποσότητα νερού να υπάρχουν όσο το δυνατόν λιγότερες αποθέσεις. Για το λόγο αυτό επιβάλλεται η ικανοποίηση των παρακάτω κριτηρίων:

- (1) Αναγόμενη στην παροχή υπολογισμού πρέπει η ταχύτητα ροής των αγωγών κάθε είδους να μη είναι κατώτερη από 0,5 m/s.
- (2) Για λόγους αυτοκαθαρισμού, η ελάχιστη ταχύτητα ροής, για τους αγωγούς κάθε είδους με παροχή ίση προς το 1/10 της παροχής υπολογισμού, δεν πρέπει να είναι μικρότερη από 0.3m/s. Για ειδικές περιπτώσεις (π.χ. αποφυγής αντλιοστασίου κ.λπ.) επιτρέπονται παρεκκλίσεις από τους κανόνες καθορισμού της ελάχιστης επιτρεπόμενης κατά μήκος κλίσης, απαιτείται όμως σύμφωνη γνώμη της Υπηρεσίας.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ – ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

8.	ΤΟΙΧΟΙ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗΣ - ΗΧΟΠΕΤΑΣΜΑΤΑ	16
8.1.	ΓΕΝΙΚΑ	16
8.2.	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΖΩΗΣ	16
8.3.	ΟΡΙΣΜΟΙ	16
8.4.	ΓΕΝΙΚΕΣ ΘΕΩΡΗΣΕΙΣ	16
8.5.	ΕΙΔΙΚΕΣ ΘΕΩΡΗΣΕΙΣ	16
8.6.	ΑΙΣΘΗΤΙΚΗ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΘΕΩΡΗΣΗ	17
8.7.	ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΟΙΧΩΝ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗΣ	17
8.8.	ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΤΥΠΟΙ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ	17
8.9.	ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ	24
8.10.	ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ	24

8.11.	ΦΟΡΤΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ	24
8.12.	ΔΟΜΙΚΕΣ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΕΙΣ	24
8.13	ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΧΑΛΑΡΟΥ ΟΠΛΙΣΜΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ	24
8.14.	ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΕΩΝ	25

8. ΤΟΙΧΟΙ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗΣ - ΗΧΟΠΕΤΑΣΜΑΤΑ

8.1. ΓΕΝΙΚΑ

Ως τοίχος αντιστήριξης νοείται κάθε τεχνικό έργο που υποστηρίζει ένα επίχωμα ύψους μεγαλύτερου από 0,50m πάνω από τη στάθμη επιχώματος ή από το φυσικό έδαφος που βρίσκεται σε άμεση επαφή με την όψη του.

8.2. ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΖΩΗΣ

Οι τοίχοι θα μελετηθούν για ελάχιστη διάρκεια ζωής 100 ετών.

8.3. ΟΡΙΣΜΟΙ

Βλέπε παράγραφο 1.3 Μελέτη Τεχνικών Έργων

8.4. ΓΕΝΙΚΕΣ ΘΕΩΡΗΣΕΙΣ

Οι Τοίχοι Αντιστήριξης μπορεί να έχουν διάφορες μορφές και να είναι κατασκευασμένοι με διάφορες μεθοδολογίες και υλικά κατασκευής, τρόπους θεμελίωσης κλπ. Έτσι, οι τοίχοι αντιστήριξης μπορεί να είναι, ενδεικτικά αλλά όχι περιοριστικά, βαρύτητας, μορφής ανεστραμμένου T ή L, αντηριδωτοί, πασσαλότοιχοι, διαφραγματικοί, συνδυασμοί αυτών ή και οπλισμένες επιχώσεις για τις οποίες γίνεται αναφορά σε ιδιαίτερο κεφάλαιο του Ο.Μ.Ο.Ε. ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ.

Η επιλογή του κατάλληλου τύπου κατασκευής θα γίνεται με βάση τη θεώρηση διαφόρων κριτηρίων, όπως:

- 8.4.1. Ελαχιστοποίηση της συνολικής δαπάνης κατά τη διάρκεια ζωής
- 8.4.2. Η μορφή κατασκευής που επιλέγεται θα λαμβάνει υπόψη τη γειτνίαση με άλλα έργα, ιδιοκτησίες και εγκαταστάσεις, ώστε να μπορεί να εκτελεσθεί το έργο χωρίς να τεθούν σε κίνδυνο η ασφάλεια, η ακεραιότητα και η κανονική λειτουργία αυτών.
- 8.4.3. Η θέση, μορφή και προβλεπόμενες μέθοδοι κατασκευής θα λαμβάνουν υπόψη τους περιορισμούς που επιβάλλονται από τα όρια της απαλλοτρίωσης ή/και τις άδειες που περιορίζουν η χρήση της.
- 8.4.4. Οι μέθοδοι κατασκευής που θα προβλέπονται στις μελέτες θα είναι κατάλληλες ώστε θα εξασφαλίζεται η δυνατότητα διευκόλυνσης της τοποθέτησης και της συμπύκνωσης των υλικών.

8.5. ΕΙΔΙΚΕΣ ΘΕΩΡΗΣΕΙΣ

Οι ειδικές θεωρήσεις αναφέρονται στη δυνατότητα χρήσης τυποποιημένων τεχνικών έργων αντιστήριξης.

- 8.5.1. Τα τυποποιημένα συστήματα θα αποτελούνται από υλικά που θα πληρούν τις απαιτήσεις διάρκειας ζωής σχεδιασμού του έργου. Όλα τα ενσωματωμένα υλικά θα απαιτείται να πιστοποιούνται από αναγνωρισμένο οργανισμό ότι η μακροπρόθεσμή τους αντοχή και ανθεκτικότητα είναι ικανοποιητική

- 8.5.2. Στις περιπτώσεις στις οποίες προτείνονται τυποποιημένα τεχνικά έργα αντιστήριξης, η μελέτη τους θα πρέπει να είναι σύμφωνη με τους αντίστοιχους κανονισμούς και με τις υποδείξεις του κατασκευαστή.

8.6. ΑΙΣΘΗΤΙΚΗ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΘΕΩΡΗΣΗ

Βλέπε παράγραφο 1.4.3 της Μελέτης Τεχνικών Έργων

8.7. ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΟΙΧΩΝ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗΣ

- 8.7.1. Οι τοίχοι αντιστήριξης θα σχεδιάζονται σύμφωνα με τις επιταγές του παρόντος Ο.Μ.Ο.Ε. ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ και των Προδιαγραφών Κατασκευής Έργου.

- 8.7.2. Η κατασκευή τοίχων υποστήριξης-αντιστήριξης με μορφή πασσαλοστοιχιών ή διαφραγματικών τοίχων συνιστάται να γίνεται όταν:

- (5) Επιζητείται η αποφυγή απαλλοτρίωσης τμήματος παρόδιας ιδιοκτησίας, η οποία θα ήταν αναγκαία αν εφαρμοζόταν συνήθης μορφή τοίχου.
- (6) Επιζητείται η αποφυγή καθαίρεσης κτίσματος/εγκατάστασης ή εξασφάλιση παρακείμενου κτίσματος/εγκατάστασης από τις υποχωρήσεις που θα προκληθούν εν καιρώ, στην περίπτωση κατασκευής τοίχου συνήθους μορφής.

(Η περίπτωση αυτή θα έχει εφαρμογή μόνον όπου η "γραμμή ασφαλούς υποσκαφής" του κτίσματος τέμνει το εκσκαπτόμενο και επανεπιχούμενο πρίσμα πίσω από τον τοίχο. Αν δεν γίνει ειδικός υπολογισμός της "γραμμής ασφαλούς υποσκαφής" με βάση σχετικά εδαφοτεχνικά κλπ στοιχεία θα λαμβάνεται:

a. Για γαιώδες έδαφος

$$h : b = 1 : 3$$

b. Για πυκνό αμμοχάλικο, ημίβραχο και βράχο $h : b = 1 : 1$)

- (7) Όταν κατασκευάζονται πλησίον οδικού έργου σε λειτουργία και εφόσον η επιτρεπόμενη μείωση του πλάτους του υποστηριζόμενου έργου κατά τη διάρκεια της κατασκευής, ή η δυνατότητα παραλλαγής της γεωμετρίας του δεν εξασφαλίζουν την επιθυμητή ασφάλεια για την κυκλοφορία, δηλαδή η "γραμμή ασφαλούς υποσκαφής" (σύμφωνα με τα παραπάνω) τέμνει την γραμμή εκσκαφής του πρίσματος που εκσκάπτεται και επανεπιχώνεται πίσω από συνήθη τοίχο, τότε, για την περίπτωση αυτή, είναι δυνατόν να επιτραπεί και κατασκευή συνήθους τοίχου κατά τμήματα ("ντουλάπια").
- (8) Όταν κρίνονται σκόπιμες να κατασκευασθούν, λόγω ειδικών υπαρχουσών συνθηκών ή γιατί προκύπτουν προσφορότερες από τεχνοοικονομική άποψη.

8.8. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΤΥΠΟΙ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

Τηρουμένων των σχετικών απαιτήσεων όσον αφορά στους τύπους των στοιχείων κατασκευής, θα πρέπει να τηρούνται και τα ακόλουθα:

8.8.1. Σκυροδέματα

- (1) Οι από οπλισμένο σκυρόδεμα τοίχοι αντιστήριξης θα κατασκευάζονται εξ ολοκλήρου (κορμοί, επιστέψεις, θεμέλια) από οπλισμένο σκυρόδεμα κατηγορίας B25
- (2) Οπλισμένο σκυρόδεμα κατηγορίας ανώτερης του B25 θα χρησιμοποιείται εφόσον προκύπτουν λόγοι διαστασιολόγησης από γεωμετρικούς ή άλλους περιορισμούς.
- (3) Οι πάσσαλοι, όπου χρησιμοποιούνται, καθώς και οι κεφαλόδεσμοί τους, θα κατασκευάζονται από οπλισμένο σκυρόδεμα ποιότητας B25 ή ανώτερης. Οι μεταλλικοί πάσσαλοι αποκλείονται.
- (4) Κάτω από τα θεμέλια των τοίχων θα κατασκευάζεται υποχρεωτικά εξομαλυντική στρώση από σκυρόδεμα κατηγορίας B10 ελάχιστου πάχους 10cm.
- (5) Η σκυροδέτηση θα γίνεται απαραίτητα με τη χρήση πλευρικών ξυλοτύπων, αποκλειόμενης κάθε περίπτωσης σκυροδέτησης σε επαφή με το μέτωπο εκσκαφής.

8.8.1. Αρμοί Διαστολής και Αρμοί Κατασκευής

Οι αρμοί διαστολής και αρμοί κατασκευής στους τοίχους αντιστήριξης θα σχεδιάζονται σύμφωνα με τις ισχύουσες προδιαγραφές και τις συμπληρωματικές απαιτήσεις των επομένων παραγράφων.

Η μελέτη θα πρέπει να επιτρέπει την τοποθέτηση των αρμών διαστολής και κατασκευής κατά τρόπο ώστε να συμπίπτουν με τα χαρακτηριστικά τελειώματος και τις σκωτίες. Οι οριζόντιοι αρμοί διαστολής θα πρέπει να αποφεύγονται.

8.8.2.1. Αρμοί Διαστολής

Ο σχεδιασμός των έργων αντιστήριξης θα γίνεται κατά τρόπο που να επιτρέπονται οι μετακινήσεις από τις επιδράσεις της θερμοκρασίας και της συστολής εκ πήξεως. Στα σημεία που προβλέπονται αρμοί διαστολής τόσο μεταξύ τμημάτων τοίχων αντιστήριξης όσο και μεταξύ τοίχων αντιστήριξης και ακροβάθρων ή πτερυγίων ακροβάθρων, αυτοί θα είναι ευθύγραμμοι και κατακόρυφοι και θα επεκτείνονται σε όλο το ύψος του τοίχου, συμπεριλαμβανομένου του πεδίου. Η απόσταση μεταξύ δύο αρμών διαστολής, ή μεταξύ ενός αρμού και του άκρου του ακροβάθρου, δεν πρέπει γενικά να υπερβαίνει τα 14m.

Σε ειδικές περιπτώσεις, στις οποίες εμφανίζεται έντονη διαφοροποίηση των συνθηκών έδρασης ή φόρτισης των παρακειμένων τμημάτων, θα εφαρμόζονται οδοντωτοί αρμοί με διαμόρφωση διατμητικού συνδέσμου (τόρμος – εντορμία).

Στους οδοντωτούς αρμούς η οδόντωση εκτείνεται μόνο στο ύψος του κορμού του τοίχου και θα διακόπτεται στην επίστεψη του τοίχου, και τουλάχιστον 0,40m κάτω από τη στέψη του, αφήνοντας στο πάνω και κάτω άκρο της κενό 0,04m.

Όλοι οι αρμοί τοίχων αντιστήριξης θα πρέπει να στεγανοποιούνται με στεγανωτική ταινία PVC του εμπορίου που θα στερεώνεται στο πίσω μέρος του αρμού, όπου είναι δυνατόν, και που θα έχει την ικανότητα να αναλάβει τις μετακινήσεις σχεδιασμού του αρμού. Οι στεγανωτικές ταινίες δεν θα τοποθετούνται σε ορατές όψεις ή σε όψεις πάνω στις οποίες τρέχουν νερά.

Ο οπλισμός θα διαμορφώνεται κατά τέτοιο τρόπο ώστε να εξασφαλίζεται επαρκής επικάλυψη με σκυρόδεμα μεταξύ των ενσωματωμένων στοιχείων του αρμού και των παρακείμενων ράβδων. Οι αρμοί θα σφραγίζονται με χρήση κατάλληλου ανθεκτικού σφραγίσματος χρώματος αναλόγου προς τις παρακείμενες επιφάνειες σκυροδέματος.

8.8.2.2 Αρμοί Κατασκευής (διακοπής εργασίας)

Οι αρμοί κατασκευής στους τοίχους αντιστήριξης θα σχεδιάζονται σύμφωνα με τις σχετικές προδιαγραφές και τις συμπληρωματικές απαιτήσεις των επόμενων υποπαραγράφων.

Οι οριζόντιοι ή/και κατακόρυφοι αρμοί κατασκευής στον κορμό των τοίχων, πρέπει να αποφεύγονται. Όταν η πρόβλεψή τους επιβάλλεται από τον όγκο του προς διάστρωση σκυροδέματος, θα παίρνεται φροντίδα να συμπίπτουν με σκοτίες στην πρόσοψη του κορμού με τη διατομή που δίνεται στις αντίστοιχες προδιαγραφές για τις κατακόρυφες σκοτίες. Όταν η διακοπή της σκυροδέτησης μπορεί να είναι μικρότερη των 15 ωρών, συνιστάται η χρήση πρόσμικτου επιβραδυντικού πηξης.

Η πάνω επιφάνεια των αρμών κατασκευής θα μορφώνεται πάντοτε αδρή.

Στις περιπτώσεις κατά τις οποίες πρόκειται να εφαρμοστούν αρμοί κατασκευής σε έργα που αντιστηρίζουν νερό ή κορεσμένη επίχωση (κάτω από τη στάθμη του υδροφόρου ορίζοντα), θα χρησιμοποιούνται συστήματα στεγάνωσης του εμπορίου ανάλογα με εκείνα που περιγράφονται στην παράγραφο 7.7.2 για αρμούς διαστολής.

Η μελέτη του οπλισμού θα πρέπει να επιτρέπει την κατασκευή του τοίχου σε διαστρώσεις κατάλληλου μεγέθους, κατά τρόπο ώστε να περιορίζονται οι επιδράσεις της θερμοκρασίας και της συστολής από πύξη. Σύμφωνα με τα παραπάνω, οι κύριοι κατασκευαστικοί αρμοί θα πρέπει να παρουσιάζονται στα σχέδια διάταξης του οπλισμού κατά το στάδιο της οριστικής μελέτης και θα πρέπει να δείχνονται και να προσδιορίζονται ανάλογα οι ποσότητες οπλισμού.

8.8.3. Θεμελιώσεις

- (1) Το ελάχιστο βάθος θεμελίωσης θα είναι 0,80m από την τελική στάθμη διαμορφώσεων μπροστά στο πέδιλο.
- (2) Στην περίπτωση παρακείμενης κοίτης το βάθος θεμελίωσης θα καθορίζεται με υπολογισμούς του βάθους της πιθανής διάβρωσης της κοίτης. Το ελάχιστο βάθος θεμελίωσης θα είναι 1,0m κάτω από την πιθανή στάθμη διάβρωσης του εδάφους και τουλάχιστον 3,0m κάτω από την υπάρχουσα κοίτη ή 1,0m μέσα στον βράχο (αν η θεμελίωση γίνεται σε βράχο). Αν η θεμελίωση γίνεται σε πασσάλους, οι

υπολογισμοί των πασσάλων και της ανωδομής θα περιλάβουν και τις δύο καταστάσεις, πριν και μετά την πιθανή διάβρωση. Εν πάση περιπτώσει, το τελικό βάθος θεμελίωσης θα καθορισθεί με παράλληλη θεώρηση του βάθους διάβρωσης και της φέρουσας ικανότητας και ανεκτών υποχωρήσεων του εδάφους.

- (3) Κατά τη διαμόρφωση της επιφάνειας θεμελίωσης θα τηρούνται επίσης οι προδιαγραφές σχετικά με την αφαίρεση του επιφανειακού στρώματος φυτικών γαιών και χαλαρών κλπ.

8.8.4. Επιχώσεις

- (1) Η επίχωση πίσω από τους τοίχους που αντιστηρίζουν "σημαντικά συγκοινωνιακά έργα" θα γίνεται ως ακολούθως:

(α) Επίχωση πλάτους $b > 3,00\text{m}$

Για το σύνολο ή τμήμα της επίχωσης πίσω από τους τοίχους, όπου το πλάτος b (μεταξύ της πίσω όψης του τοίχου¹ και της παρειάς της εκσκαφής ή του άλλου άκρου του επιχώματος) είναι $b > 3,00\text{m}$, η επίχωση θα γίνεται προϋόντα εκσκαφών κατάλληλα για την κατασκευή επιχωμάτων και οι συνθήκες συμπύκνωσης θα αναφέρονται στην κατασκευή κανονικού επιχώματος (συνήθους ή με αυξημένο βαθμό συμπύκνωσης, σύμφωνα με τις απαιτήσεις του υπολοίπου επιχώματος).

(β) Επίχωση πλάτους $b \leq 3,00\text{m}$

Για το σύνολο ή τμήμα της επίχωσης όπου το πλάτος είναι $b \leq 3,00\text{m}$, η επίχωση θα γίνεται με "μεταβατικά έργα" ή "μεταβατικά επιχώματα", όπως αυτά ορίζονται ακολούθως:

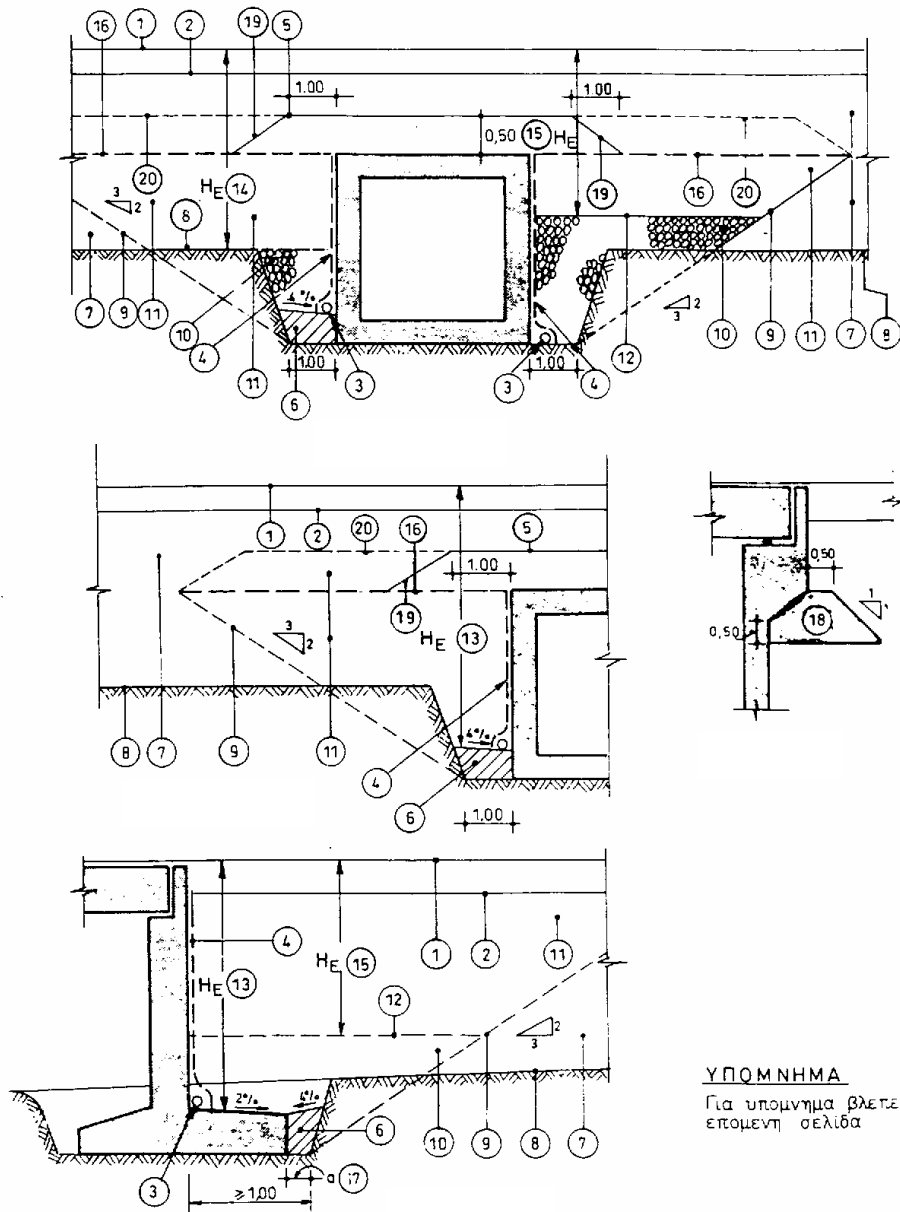
- i. Λιθορριπές²: Αυτές θα κατασκευάζονται από λίθους λατομείου μέγιστης διάστασης $0,40\text{m}$ (ή μικρότερης εφόσον οι διαστάσεις του σκάμματος και οι τοπικές συνθήκες δεν επιτρέπουν τη χρήση τόσο μεγάλων λίθων). Οι λιθορριπές θα κατασκευάζονται σε στρώσεις μέγιστου πάχους $0,80\text{m}$ και το συνολικό τους ύψος δεν θα μπορεί να υπερβαίνει τα $8,00\text{m}$.

Σε όση έκταση δεν είναι δυνατή η χρησιμοποίηση κατάλληλων δονητικών οδοστρωτήρων, οι λιθορριπές θα συμπτυκνώνονται με κατάλληλα δονητικά μηχανήματα συμπύκνωσης (δονητικοί συμπιεστές, δονητικές πλάκες, δονητικοί κύλινδροι) βαρέως τύπου, σύμφωνα με τις ισχύουσες Τεχνικές Προδιαγραφές

¹ Στην περίπτωση που πίσω από τους τοίχους προβλέπεται η κατασκευή στρώσης στράγγισης από κοκκώδες υλικό, τότε το πλάτος της επίχωσης b μετράται προς την από την επίχωση όψη της στρώσης στράγγισης

² Σε κάθε περίπτωση η λιθορριπή θα θεωρείται ότι έχει τις απαιτήσεις "σφράγισης" της άνω επιφάνειάς της, όπως στα επιχώματα από βραχώδη προϊόντα ορυγμάτων και θα απαιτείται η κατασκευή "μεταβατικού τμήματος" και "στέψης" πάνω από αυτήν, σύμφωνα με την αντίστοιχη προδιαγραφή χωματουργικών εργασιών της Τ.Σ.Υ.

- ii. Κατεργασμένο Θραυστό Αμμοχάλικο (Κ.Θ.Α.) με τσιμέντο, σύμφωνα με τις ισχύουσες Τεχνικές Προδιαγραφές.
 - iii. Σταθεροποιημένο Εδαφικό Υλικό (Σ.Ε.Υ.) με τσιμέντο, σύμφωνα με τις ισχύουσες Τεχνικές Προδιαγραφές.
 - iv. Σκυρόδεμα κατηγορίας B5.
- (2) Η επίχωση πίσω από τους τοίχους (όπως παραπάνω) που αντιστηρίζουν λοιπά έργα πλην "σημαντικών συγκοινωνιακών έργων", μπορεί να γίνεται εξ ολοκλήρου με προϊόντα εκσκαφών κατάλληλα για την κατασκευή επιχωμάτων. Οι συνθήκες συμπίκνωσης στα τμήματα όπου το πλάτος b θα είναι $b > 3,00\text{m}$ θα αντιστοιχούν σε συμπίκνωση κανονικού επιχώματος με οποιοδήποτε βαθμό συμπίκνωσης προδιαγράφεται για το υπόλοιπο κανονικό επίχωμα. Οι συνθήκες συμπίκνωσης για τμήματα όπου είναι $b \leq 3,00\text{m}$, θα αντιστοιχούν στη συμπίκνωση που προβλέπεται για επίχωση "περιοχής πάνω από τη ζώνη αγωγού", σύμφωνα με το αντίστοιχο άρθρο της Τ.Σ.Υ.
- (3) Ως "σημαντικά συγκοινωνιακά έργα" για τις ανάγκες της παραγράφου θεωρούνται:
- Αυτοκινητόδρομοι
 - Κλάδοι κόμβων (υπεραστικού ή αστικού τύπου)
 - Υπεραστικές οδοί κατηγορίας AV ή Γ₄ και ανώτερης
 - Αστικές οδοί λειτουργικής κατάταξης συλλεκτήριας οδού και ανώτερης
 - Σιδηροδρομικές γραμμές
- (4) Τεχνικά έργα αντιστήριξης που επιχώνονται θα πρέπει να περιλαμβάνουν συστήματα αποστράγγισης που συντηρούνται εύκολα, ώστε να αποφεύγεται η ανάπτυξη σημαντικών υδροστατικών πιέσεων στην αντιστηριζόμενη επίχωση.



ΤΥΠΙΚΗ ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΑ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΤΟΙΧΟΥ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗΣ

ΥΠΟΜΝΗΜΑ ΣΧΗΜΑΤΟΣ

1. Επιφάνεια κύλισης οδού ή ανώτατη στάθμη υποστρώματος Σ. Γραμμής στον άξονα αυτής.
2. Ανώτατη στάθμη χωματουργικών [Ταυτίζεται με την Κάτω στάθμη Στρώσης Έδρασης Οδοστρώματος (Σ.Ε.Ο.)]
3. Στραγγιστήριο όταν απαιτείται. (Ενδεικτική υψομετρική τοποθέτηση ανάλογα με τις τοπικές συνθήκες)
4. Στρώση στράγγισης. (Εφαρμόζεται στην περίπτωση που τα “μεταβατικά έργα”/μεταβατικό επίχωμα δεν εξασφαλίζουν την ευχερή στράγγιση)
5. Στεγανωτική επάλειψη
6. Επίχωση με αργιλικό υλικό καλά συμπτυκνωμένο, ή σκυρόδεμα Β10
7. Κανονικό επίχωμα
8. Στάθμη έδρασης κανονικού επιχώματος (μετά την αφαίρεση τυχόν ακαταλλήλων εδαφών)
9. Γραμμή ορίου μεταξύ “μεταβατικών έργων” και μεταβατικού επιχώματος αφ’ ενός και κανονικού επιχώματος αφ’ ετέρου. (Για την περίπτωση οδικών έργων, η κλίση $h: b = 2:3$ μπορεί να μετατραπεί σε $h: b = 1:1$ ύστερα από έγκριση της Υπηρεσίας, εφόσον η κατασκευή των “μεταβατικών έργων” / μεταβατικού επιχώματος γίνεται ταυτοχρόνως με την κατασκευή του κανονικού επιχώματος)
10. “Μεταβατικά έργα” από λιθορριπές, ή σκυρόδεμα Β5. (Θα εφαρμόζονται έπειτα από οικονομοτεχνική διερεύνηση)
11. Μεταβατικό επίχωμα. (Μπορεί να αντικατασταθεί μερικά ή ολικά από “μεταβατικά έργα”, ύστερα από οικονομοτεχνική διερεύνηση)
12. Άνω στάθμη “μεταβατικών έργων” (θα εκλέγεται ύστερα από οικονομοτεχνική διερεύνηση)
13. Ύψος H_E για την περίπτωση που δεν προβλέπεται η κατασκευή “μεταβατικών έργων”
14. Ύψος H_E για την περίπτωση που προβλέπεται η κατασκευή “μεταβατικών έργων” πάνω από τη στάθμη έδρασης του κανονικού επιχώματος
15. Γενικώς $\alpha=0,50m$. Για θεμέλια που σκυροδετούνται μέχρι το πρανές εκσκαφής (“κόντρα” στο πρανές), χωρίς παρεμβολή ξυλοτύπου, το πλάτος α περιορίζεται σε $0,25m$.

8.8.5. Διάφορα Προϊόντα Βιομηχανικής Κατασκευής (proprietary)

Όλα τα υλικά και προϊόντα βιομηχανικής κατασκευής που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν στα μόνιμα έργα πρέπει να συνοδεύονται από πιστοποιητικό ποιότητας από έναν από τους αναγνωρισμένους φορείς που αναφέρονται στις ισχύουσες Τεχνικές Προδιαγραφές ή/και στους λοιπούς Ειδικούς Όρους Μελέτης ή/και Κατασκευής.

8.9. ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

Ισχύουν κατ' αντιστοιχία όσα αναφέρονται στο κεφάλαιο 7.7.

8.10. ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ

Ολόκληρος ο σχεδιασμός θα γίνει σύμφωνα με τους ισχύοντες στην χώρα μας κανονισμούς και λοιπές κανονιστικές διατάξεις, Π.Δ., Υπουργικές Αποφάσεις, Εγκυκλίου κ.α. σε συνδυασμό με τη διάταξη του παρόντος Ο.Μ.Ο.Ε.

8.11. ΦΟΡΤΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ

Ισχύουν τα αναφερόμενα στην παράγραφο 2 του Ο.Μ.Ο.Ε.

8.12. ΔΟΜΙΚΕΣ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΕΙΣ

Οι παρακάτω αναφερόμενες ελάχιστες διαστάσεις δομικής διαμόρφωσης ισχύουν για τοίχους κατασκευαζόμενους "επί τόπου", δεν έχουν όμως εφαρμογή για προκατασκευασμένα στοιχεία, όπου ισχύουν τα DIN και οι λοιποί σχετικοί κανονισμοί.

- Συμβατικοί τοίχοι ελάχιστο πάχος κορμού d=30cm
- Εξομαλυντική στρώση (καθαριότητας) από σκυρόδεμα d=10cm
- Κεφαλόδεσμοι πασσάλων

Η πλάκα του κεφαλόδεσμου πασσάλων θα προεξέχει τουλάχιστον 30cm από τους πασσάλους. Η καθαρή απόσταση μεταξύ πασσάλων στο κάτω πέλμα του κεφαλόδεσμου θα είναι τουλάχιστον 60cm. Ο κεφαλόδεσμος θα έχει ελάχιστο πάχος 60cm, αλλά όχι μικρότερο από τη μεγαλύτερη διάμετρο πασσάλου.

8.13 ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΧΑΛΑΡΟΥ ΟΠΛΙΣΜΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

8.13.1. Ελάχιστη διάμετρος και μέγιστη απόσταση ράβδων

Η ελάχιστη διάμετρος χαλαρών οπλισμών σκυροδέματος είναι 10mm και η μέγιστη απόσταση ράβδων 20cm. Τούτο δεν ισχύει για τον οπλισμό μονταρίσματος, όπως τα άγκιστρα S κλπ.

Για πλέγματα οπλισμού, το άνοιγμα βροχίδας θα είναι $\leq 150\text{mm}$ και η διάμετρος των ράβδων $\geq 6\text{mm}$.

8.13.2. Ελάχιστος οπλισμός

Όλες οι παρειές των στοιχείων της κατασκευής θα οπλίζονται με οπλισμό και στις δύο κατευθύνσεις. Κάθε παρεία θα οπλίζεται ανά κατεύθυνση με ελάχιστον οπλισμό 0,06%

της επιφάνειας σκυροδέματος, αλλά τουλάχιστον Φ 10mm ανά 20cm, ή με πλέγμα της ίδιας επιφάνειας χάλυβα.

Ο ελάχιστος οπλισμός θα τίθεται σε όλους τους αρμούς διακοπής εργασίας, εκτός αν απαιτείται περισσότερος για στατικούς λόγους.

8.13.3. Επικάλυψη οπλισμών

Γενικά, η ελάχιστη επικάλυψη οπλισμών θα είναι 4cm και η ονομαστική επικάλυψη 4,5cm. Σε περίπτωση επαφής του σκυροδέματος με το έδαφος η ελάχιστη επικάλυψη θα είναι 5cm και η ονομαστική 5,5cm.

8.14. ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΕΩΝ

Οι παραμορφώσεις των τεχνικών έργων αντιστήριξης από τις επιδράσεις των λειτουργικών φορτίων σχεδιασμού συνιστάται να είναι περιορισμένες, τόσο ώστε:

Η μακροπρόθεσμη εγκάρσια παραμόρφωση στη στέψη ενός τοίχου παρατιθεμένων πασσάλων ή τοίχου τεμνομένων πασσάλων ή διαφραγματικού τοίχου ή άλλου τύπου έγχυτου τεχνικού έργου αντιστήριξης συνιστάται να περιορίζεται στο 1,0% του αντιστηριζόμενου ύψους, όπου ως αντιστηριζόμενο ύψος ορίζεται η διαφορά της στάθμης των εκατέρωθεν και αμέσως προσκειμένων προς τον τοίχο διαμορφώσεων. Σε περίπτωση που ισχύουν και άλλα όρια μικρότερων παραμορφώσεων, τότε οι μελέτες θα βασίζονται σ' αυτά τα πιο συντηρητικά όρια.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ – ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9

9.	ΥΠΟΓΕΙΑ ΕΡΓΑ ΜΕ ΕΚΣΚΑΦΗ ΚΑΙ ΕΠΑΝΕΠΙΧΩΣΗ	27
9.1.	ΟΡΙΣΜΟΙ	27
9.2.	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΖΩΗΣ	27
9.3.	ΑΙΣΘΗΤΙΚΗ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΘΕΩΡΗΣΗ	27
9.4.	ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ	29

9. ΥΠΟΓΕΙΑ ΕΡΓΑ ΜΕ ΕΚΣΚΑΦΗ ΚΑΙ ΕΠΑΝΕΠΙΧΩΣΗ

9.1. ΟΡΙΣΜΟΙ

Στα υπόγεια έργα περιλαμβάνονται έργα με εκσκαφή και επανεπίχωση ή με εκσκαφή μετά την ολοκλήρωση της κατασκευής του φορέα του τεχνικού ή και έργα μονόπλευρης ή αμφίπλευρης αντιστήριξης, καθώς και τυχόν συνδυασμός αυτών.

Τα περιεχόμενα στα Κεφάλαια 1,2 και 3 της παρούσας, θα εφαρμόζονται στη μελέτη υπόγειων έργων με εκσκαφή και επανεπίχωση, σε συνδυασμό με τα παρακάτω στοιχεία.

Αν σημειωθεί οποιαδήποτε διαφορά μεταξύ των παραπάνω Κεφαλαίων και των παρακάτω στοιχείων, τα τελευταία κατισχύουν.

9.2. ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΖΩΗΣ

100 χρόνια, εκτός αν διαφορετικά ορίζει Κ.Τ.Ε.

9.3. ΑΙΣΘΗΤΙΚΗ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΘΕΩΡΗΣΗ

9.3.1. Γενικά

Οι εκσκαφές που θα προβλεφθούν για την κατασκευή των υπαίθριων έργων θα πρέπει να είναι ελάχιστες δυνατές για την ελαχιστοποίηση του δυσμενούς αντίκτυπου στο περιβάλλον.

Για τα συγκοινωνιακά έργα που κατασκευάζονται κατά μήκος κλιτύων με μεγάλη περιβαλλοντική σημασία (π.χ. δασωμένες κλιτύες, ορατές από μεγάλο πλήθος θέσεων παρατηρητών εκτός της οδού), τα έργα με "Εκσκαφή και κάλυψη" εκτός από άλλους λόγους (ευστάθεια κλιτύος, οικονομία, διαμόρφωση ανισόπεδης διασταύρωσης κ.λ.π.), κατασκευάζονται και με σκοπό να περιοριστεί το ύψος ορατών πρανών ορυγμάτων σε ένα μέγιστο αποδεκτό και να γίνει αποκατάσταση, τμήματος τουλάχιστον του καταληφθέντος από τα έργα χώρου, με επανεπίχωση και φύτευση.

Σ' αυτές τις περιπτώσεις επιζητείται να αποκατασταθεί, στο μέγιστο δυνατό, το φυσικό ανάγλυφο πάνω από το έργο, με ανάλογη διαμόρφωση του φορέα ή/και της επίχωσης πάνω από το φορέα.

Η διαμόρφωση της άνω επιφάνειας θα γίνεται με πρόβλεψη αποκατάστασης του πρασίνου στο μέγιστο δυνατό ποσοστό της καλυπτόμενης επιφάνειας και θα υπόκειται στην έγκριση της Υπηρεσίας.

Για τα έργα αυτά θεωρείται αναγκαίο να συντάσσεται φυτοτεχνική μελέτη αποκατάστασης του τοπίου, με δυνατότητα φύτευσης δένδρων που θα αρδεύονται για να επιτευχθεί ταχεία ανάπτυξη αυτών και συντήρηση.

Θα πρέπει να γίνεται κατάλληλη αισθητική διαμόρφωση των μετώπων του υπογείου έργου και των τυχόν ορατών πλευρικών κατακόρυφων στοιχείων του φορέα (βάθρων) που θα υπόκειται στην έγκριση των Υπηρεσιών

9.3.2. Φυτική Γη

- (1) Θα γίνεται αποκατάσταση του φυσικού ανάγλυφου στο μέγιστο δυνατό βαθμό.
- (2) Η διαμόρφωση επιφανειών πρασίνου θα πρέπει να γίνεται για φύτευση δένδρων ή/και θάμνων ανάλογα με την υπάρχουσα βλάστηση.

Για το σκοπό αυτό θα κατασκευάζεται πάνω από το φορέα του υπογείου έργου επικάλυψης με φυτικές γαίες συνολικού ελάχιστου πάχους (h):

α) Για φύτευση θάμνων (αιφύλλων πλατυφύλλων): $h > 0,70\text{m}$

β) Για φύτευση δένδρων (χαλεπίου πεύκης): $h > 1,20\text{m}$

γ) Για μικτή φύτευση θάμνων και δένδρων: $h > 1,20\text{m}$

- (3) Στο πάχος αυτό δεν περιλαμβάνεται το πρόσθετο πάχος της στρώσης σκυροδέματος προστασίας της στεγάνωσης του φορέα και η επ' αυτής στρώση στράγγισης.
- (4) Στις περιοχές των υπογείων έργων κοντά στα μέτωπα αυτών, θα είναι δυνατόν να περιορισθεί το πάχος επικάλυψης με φυσικές γαίες σε $h = 0,70\text{m}$, ακόμη και στις περιπτώσεις που προβλέπεται φύτευση δένδρων που απαιτεί πάχος φυτικών γαιών $h > 1,20\text{m}$, ώστε να μπορούν να φυτευτούν μόνον θάμνοι.

(Για λόγους ασφαλείας έναντι εκρίζωσης δένδρων από τον άνεμο και πτώσης επί του οδοστρώματος κρίνεται σκόπιμο να μη φυτεύονται δένδρα κοντά στα μέτωπα των υπογείων έργων).

9.3.3. Φύτευση

Για τις επιφάνειες πρασίνου πάνω από τα υπόγεια έργα με μικρό πάχος επικάλυψης, σύμφωνα με τα παραπάνω, θεωρείται υποχρεωτικό να γίνεται άρδευση των δένδρων/θάμνων και κατά συνέπεια θα πρέπει να κατασκευάζονται και τα έργα άρδευσης, όπως επίσης και το δίκτυο πυρόσβεσης, σύμφωνα με τη σχετική μελέτη.

Για απαιτήσεις φύτευσης ειδικές σε κάθε τοποθεσία θα γίνεται αναφορά στη Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων.

Για φύτευση και άρδευση σε αστικές περιοχές χρειάζεται κατάλληλο σύστημα απορροής υδάτων εκτός έργου.

9.3.4. Μέτρα Ασφαλείας

Για μεγάλα μήκη C.C. θα λαμβάνονται τα κατάλληλα μέτρα πυροπροστασίας όπως για τα αντίστοιχα μήκη σηράγγων, (δεξαμενές νερού, δίκτυα πυρόσβεσης, θέσεις ερμαρίων ανάγκης).

Επίσης θα λαμβάνονται υπόψη μέτρα προστασίας εργαζομένων από καταπτώσεις.

9.4. ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

9.4.1. Γενικά

9.4.1.1. Ισχύουν γενικά τα αναγραφόμενα στο κεφάλαιο 4 του υπόψη Ο.Μ.Ο.Ε.

9.4.2. Φορτίσεις

9.4.2.1. Ισχύουν κατ' αρχήν τα αναφερόμενα στο Κεφάλαιο 2 του ΟΜΟΕ. Έτσι ισχύει αναλυτικά:

9.4.2.1.1. Δράσεις (Φορτία σχεδιασμού)

(1) Μόνιμες δράσεις

Στις δράσεις αυτές συγκαταλέγονται:

- Ίδια βάρη του φορέα
- Ίδια βάρη λοιπών κατασκευών, μόνιμα τοποθετημένων υλικών, εξοπλισμού, επιχώσεων κ.α. (πρόσθετα μόνιμα) που δρουν στο φορέα
- Κάθε είδους ωθήσεις γαιών οφειλόμενες στα προαναφερόμενα φορτία. Για τον υπολογισμό των ωθήσεων θα λαμβάνεται κατάλληλα υπόψη τυχόν απομείωσή τους λόγω περιορισμένου εύρους εκσκαφής (ωθήσεις σιλό).
- Τυχόν μόνιμη επιρροή του υδροφόρου ορίζοντα υπό συνθήκες κανονικής και απρόσκοπτης λειτουργίας του συστήματος αποστράγγισης και αποχέτευσης.

(2) Μεταβλητές δράσεις

Στις δράσεις αυτές συγκαταλέγονται:

- Δράσεις από κινητά φορτία κυκλοφορίας. Αυτά θα αντιστοιχούν στα προβλεπόμενα από τον κανονισμό, δηλαδή στη συγκεκριμένη περίπτωση φορτία κλάσης 60/30 (600KN/30KN) κατά DIN 1072. Τα φορτία αυτά, όσο και οι τυχόν ωθήσεις τους, επιτρέπεται να λαμβάνονται καθ' ύψος (βάθος) κατανεμημένα υπό γωνία 30ο ως προς την κατακόρυφη, σε όσο βάθος φυσικά η κατανομή αυτή παραμένει ανεμπόδιστη. Για τα (υπερυψωμένα) πεζοδρόμια επίσης θα εφαρμόζονται οι φορτίσεις που καθορίζονται στις οικείες διατάξεις του DIN 1072. Στα τμήματα που είναι διαμορφωμένα με επικάλυψη φυτικών γαιών και εγκατάσταση πρασίνου, δεν θα λαμβάνεται υπόψη κινητό φορτίο. Θα λαμβάνεται όμως υπόψη σε περιοχές διέλευσης οδών πάνω από το έργο (επιχωμένο ή μη) και τυχόν χώρων στάθμευσης.
- Συστολή ξήρανσης. Η τελική τιμή συστολής ξήρανσης που θα λαμβάνεται υπόψη στους υπολογισμούς εξομοιώνεται με ομοιόμορφη θερμοκρασιακή μεταβολή -15K ($^{\circ}\text{C}$)
- Ομοιόμορφες μεταβολές θερμοκρασίας. Αυτές θα λαμβάνονται ίσες με $+15\text{K}/-25\text{K}$. Ως θερμοκρασία αναφοράς (θερμοκρασία κατασκευής) για τη μελέτη μπορεί να ληφθεί υπόψη $+15\text{C}_0$.

- Διαφορά (γραμμική) θερμοκρασίας μεταξύ έξω και έσω ίνας της διατομής. Θα λαμβάνεται ίση με $+7.5K/-7.5K$.
- Διαφορική καθίζηση $\pm 1cm$, για τις περιπτώσεις ανοικτού πλαίσιακού φορέα (εκτός εάν με βάση τις γεωτεχνικές έρευνες και μελέτες τεκμηριώνεται διαφορετική τιμή). Επίσης, στροφή ή διαφορική μετακίνηση των απέναντι τοιχωμάτων κλειστού φορέα, εφόσον αυτό τεκμηριώνεται από τις γεωτεχνικές μελέτες και έρευνες. Θα λαμβάνεται υπόψη με εύλογες παραδοχές η τυχόν υποβάθμιση των μηχανικών χαρακτηριστικών του εδάφους κάτω από τα πέδιλα λόγω ανεπαρκούς αποστράγγισης των υδάτων και οι συνακόλουθες συνέπειές της στο σχεδιασμό και τη διαστασιολόγηση της θεμελίωσης (π.χ. ενδεχόμενο πρόβλημα ολίσθησης του θεμελίου).
- Τυχόν φορτία από κατασκευαστικές δραστηριότητες στην υπερκείμενη επιφάνεια ή σε άλλο σημείο, εφόσον η επιρροή τους δεν μπορεί να αγνοηθεί.

(3) Τυχηματικές δράσεις

Στις δράσεις αυτές συγκαταλέγονται:

- Σεισμικές δράσεις: Αυτές αποτελούν ξεχωριστή περίπτωση τυχηματικών δράσεων και θα λαμβάνονται υπόψη σύμφωνα με τα οριζόμενα στο άρθρο 1.8.4. του παρόντος Κ.Μ.Ε.
- Έκρηξη: Θα λαμβάνεται υπόψη ομοιόμορφη εσωτερική πίεση $100KPa = 0.1MPa$, απομειούμενη στην τιμή 0 σε χρόνο $0.001sec$. Η δράση αυτή θεωρείται ότι καλύπτει συμβατικά την περίπτωση έκρηξης που μπορεί να προκληθεί από τη διέλευση συνήθων επικίνδυνων φορτίων. Για την περίπτωση αυτή είναι αποδεκτή τοπική βλάβη (αστοχία) του φορέα, υπό την προϋπόθεση ότι δεν επιφέρει αλυσιδωτή κατάρρευση ή γενικευμένη αστοχία και ότι επιδέχεται και αποκατάσταση.
- Απρόβλεπτη αύξηση της υδροστατικής πίεσης, οφειλόμενη σε (τοπική) έμφραξη ή δυσλειτουργία του συστήματος αποστράγγισης/αποχέτευσης. Η εκτίμηση αυτή θα είναι εύλογη και θα στηρίζεται σε υπάρχοντα υδρογεωλογικά, γεωτεχνικά κ.λ.π. στοιχεία.
- Πρόσκρουση επί δαπέδων πεζοδρομίων. Θα λαμβάνεται υπόψη η προβλεπόμενη από τον κανονισμό (DIN 1072) φόρτιση.

(4) Τυχόν άλλες δράσεις που δεν προαναφέρονται και προκύπτουν είτε από τις φάσεις κατασκευής, είτε επισημαίνονται τεκμηριωμένα από τον Μελετητή.

9.4.2.1.2. Οι προαναφερόμενες δράσεις θα συνδυάζονται κατάλληλα μεταξύ τους σύμφωνα με τα προβλεπόμενα από τους ισχύοντες κανονισμούς, η δε επαλληλία των αποτελεσμάτων της ανάλυσης με κατάλληλη θεώρηση μεγίστων και ελαχίστων τιμών και περιβαλλουσών για τα κρίσιμα για τον σχεδιασμό και τη διαστασιολόγηση μεγέθη έντασης και παραμόρφωσης, θα

χρησιμοποιείται για τους προβλεπόμενους ελέγχους στις οριακές καταστάσεις αστοχίας, λειτουργικότητας κλπ. Εφόσον προκύψει κατά τον έλεγχο ρηγμάτωσης θέμα υπολογισμού του εύρους των ρωγμών, θεωρείται ως μέγιστη αποδεκτή (κατά την έννοια του κανονισμού) τιμή 0.25mm. Σε κάθε περίπτωση θα τίθεται ο ελάχιστος προβλεπόμενος από τους κανονισμούς κατασκευαστικός οπλισμός.

- 9.4.2.1.3.** Για το σχεδιασμό και τη διαστασιολόγηση θα λαμβάνονται κατάλληλα υπόψη οι προτεινόμενες από την οριστική μελέτη – καθώς και εύλογες εναλλακτικές – κρίσιμες φάσεις κατασκευής. Άλλες ενδιάμεσες φάσεις κατασκευής δεν χρειάζεται να αποτελούν αντικείμενο ιδιαίτερων υπολογισμών, εφόσον μπορεί να τεκμηριωθεί από τον μελετητή και γίνει δεκτό από την Υπηρεσία, ότι δεν είναι κρίσιμες για το σχεδιασμό και τη διαστασιολόγηση.
- 9.4.2.1.4.** Εφόσον τμήμα του υπόγειου έργου με σταδιακή εκσκαφή λειτουργεί προσωρινά ως έργο αντιστήριξης, για το σχεδιασμό και τη διαστασιολόγησή του θα εξετάζεται ανεξάρτητα ως έργο αντιστήριξης και ως έργο με εκσκαφή και επανεπίχωση (C&C). Σε τέτοιες περιπτώσεις, εφόσον το έργο αντιστήριξης περιλαμβάνει αγκύρια, η συμβολή τους δεν θα λαμβάνεται υπόψη για τη μόνιμη λειτουργία του έργου (C&C), εκτός εάν οδηγεί σε δυσμενέστερα αποτελέσματα.
- 9.4.2.2.** Τα υπερυψωμένα πεζοδρόμια θα σχεδιασθούν ώστε να φέρουν το φορτίο των 50 KN, σύμφωνα με τον πίνακα 2 του DIN 1072/1985. Τα κράσπεδα των πεζοδρομίων θα σχεδιασθούν έναντι οριζοντίου φορτίου 100KN, σύμφωνα με το άρθρο 5.4 του DIN 1072/1985.
- 9.4.2.3.** Στα τμήματα που είναι διαμορφωμένα με επικάλυψη φυτικών γαιών και εγκατάσταση πρασίνου δεν θα λαμβάνεται υπόψη κινητό φορτίο εφ' όσον εξασφαλίζεται η μη αλλαγή σε μακροπρόθεσμη τοποθέτηση εμποδίων, παρτεριών κ.λ.π. Αντ' αυτού, το ελάχιστο πρόσθετο πάχος φυτικών γαιών, με το οποίο υπολογίζεται ο φορέας του έργου, (συνεκτιμωμένων των ανοχών του πάχους επικάλυψης και του κινητού φορτίου), θα είναι ίσο προς 0,60m.
- 9.4.2.4.** Στα τμήματα των υπογείων έργων με “εκσκαφή και κάλυψη” που φέρουν φορτία οδογεφυρών, στα οποία θα γίνεται υπολογισμός με φόρτιση κλάσης 60/30 τ., σύμφωνα με το DIN 1072 ή με την DS. Για κάθε άλλο κινητό φορτίο ισχύει το DIN 1055.
- 9.4.2.5.** Θα πρέπει να τεκμηριώνεται η επίδραση στις ωθήσεις γαιών από την μακροπρόθεσμη συμπεριφορά του περιβάλλοντος εδάφους, π.χ. ερπυστικά φαινόμενα που μπορεί να προέλθουν από την ενεργοποίηση ολισθήσεων, παλαιών κατολισθήσεων κ.λ.π., λόγω αλλαγής του γεωστατικού πεδίου που

οφείλεται στις συνήθως επιχειρούμενες εκτεταμένες εκσκαφές στις φάσεις κατασκευής.

- 9.4.2.6.** Να εξασφαλίζεται η μη υπέρβαση της προβλεπόμενης φόρτισης λόγω επανεπίχωσης από μελλοντικές δράσεις, π.χ. αποθέσεις χωμάτων, αποφόρτιση γαιών, περιβαλλοντικές διαμορφώσεις.
- 9.4.2.7.** Η υδροστατική πίεση θα λαμβάνεται υπόψη με βάση τη μακροπρόθεσμη μεταβολή του υπόγειου ορίζοντα και λαμβάνοντας υπόψη το προβλεπόμενο στη μελέτη σύστημα στράγγισης. Επίσης, θα θεωρηθεί πλήρες υδροστατικό φορτίο αν δεν υπάρχει εξασφάλιση ότι το σύστημα αποστράγγισης πίσω από την επένδυση θα λειτουργεί αποτελεσματικά κατά τη διάρκεια ζωής σχεδιασμού του έργου.
- 9.4.2.8.** Το ίδιο βάρος της στρώσης υγρών φυτικών γαιών θα λαμβάνεται ίσο με 19KN/m^3 .
- 9.4.2.9.** (1) Γενικά το τμήμα του έργου μεταξύ δύο διαδοχικών εγκάρσιων τομών θα προσομοιώνεται με δίκτυο ραβδόμορφων ή επιφανειακών πεπερασμένων στοιχείων (με ταυτόχρονη καμπτική και μεμβρανική λειτουργία) στον τρισδιάστατο χώρο. Για επιμέρους υπολογισμούς ή ελέγχους ή ειδικές περιπτώσεις, υπό την κρίση της Υπηρεσίας, μπορεί να γίνει δεκτή προσομοίωση στο χώρο των δύο διαστάσεων.
- (2) Ο Μελετητής θα θέσει υπόψη της Υπηρεσίας έκθεση για τις προτεινόμενες μεθόδους υπολογισμού και το προς χρήση λογισμικό Η/Υ (με τα σχετικά εγχειρίδια κλπ μέσα παρουσίασης και υποστήριξής τους, σε ηλεκτρονική μορφή) πριν από την έναρξη της μελέτης. Τα προγράμματα Η/Υ πρέπει να προσομοιώνουν κατάλληλα στη συγκεκριμένη περίπτωση την αλληλουχία των φάσεων εκσκαφής και υποστήριξης.
- (3) Ο Μελετητής θα εκτελέσει, ιδιαίτερα αν του το ζητήσει η Υπηρεσία, παραμετρικές αναλύσεις μεταβάλλοντας τις τιμές των αρχικών παραμέτρων που χρησιμοποιούνται στο αριθμητικό προσομοίωμα. Το χρησιμοποιούμενο λογισμικό θα πρέπει να είναι καθιερωμένο. Η υπηρεσία δικαιούται να ζητήσει κατάλληλα πιστοποιητικά ή ειδικούς ελέγχους, καθώς επίσης και υπολογισμούς με περισσότερα του ενός λογισμικά.
- (4) Επιβάλλεται να ληφθεί υπόψη, μεταξύ των άλλων, και η επιρροή της στρώσης στεγάνωσης στη μεταφορά των εφαπτομενικών δυνάμεων. Εφόσον δεν είναι δυνατή η μονοσήμαντη εκτίμηση αυτής της επιρροής, οι αναλύσεις θα εκτελεσθούν παραμετρικά, ώστε να φανεί ο βαθμός ευαισθησίας των αποτελεσμάτων σε σχέση με τις παραδοχές.
- (5) Θα γίνονται εύλογες παραδοχές για τις μηχανικές κ.α. παραμέτρους των χρησιμοποιούμενων υλικών (π.χ. μέτρο ελαστικότητας και αντοχή του

σκυροδέματος) και σε συνάρτηση με τον χρονισμό των φάσεων κατασκευής ή την ηλικία κλπ.

(6) Οι τιμές των σταθερών τυχόν χρησιμοποιούμενων ελατηρίων και οι νόμοι μηχανικής συμπεριφοράς τους, σε συνάρτηση ενδεχομένως και με το είδος της φόρτισης και το χρόνο και τρόπο επιβολής της, θα εκτιμώνται με εύλογο τρόπο και η ευαισθησία τους στην επιρροή των αποτελεσμάτων θα ελέγχεται παραμετρικά, είτε μεταξύ αποδεκτών ορίων. Αυτό αφορά ιδιαίτερα τις τιμές των ελατηριακών σταθερών και την ενεργοποίηση ή απενεργοποίησή τους στις περιπτώσεις ομόφορων φορτίσεων (ωθήσεων). Οι συνοριακές συνθήκες επίσης, ο βαθμός πυκνότητας και οι λοιπές ιδιότητες τυχόν χρησιμοποιούμενων στις αναλύσεις δικτύων πεπερασμένων στοιχείων κλπ, θα βασίζονται στην τρέχουσα πρακτική και σε εύλογες παραδοχές και θα είναι συμβατές προς τυχόν περιορισμούς ή προϋποθέσεις εφαρμογής του αντίστοιχου λογισμικού που χρησιμοποιείται, οι οποίες θα τίθενται υπό την αποδοχή της Υπηρεσίας.

9.4.3. Υλικά

Το δομικό σκυρόδεμα θ είναι ποιότητας B25 κατά DIN 1045 (ή καλύτερα) με ελάχιστη επικάλυψη 50 χλστ.

Ο οπλισμός θα αποτελείται από κατεργασμένες εν θερμώ, ράβδους, ποιότητας B st500 ή B st500S, κατά DIN488.

Οι δομικές σιδηροκατασκευές θα σύμφωνες με το DIN 1880

9.4.4. Αρμοί

Όπου είναι δυνατόν, θα εξασφαλίζεται συνέχεια.

Όπου προβλέπονται αρμοί, θα προβλέπεται επίσης στεγανωτική ταινία ή ανάλογη διάταξη με κατάλληλα στεγανωτικά υλικά η οποία:

- Θα είναι συμβατή με τη μέθοδο κατασκευής
- Θα είναι ικανή να αναλάβει τις μετακινήσεις σύμφωνα με τη μελέτη
- Θα παραμένει στεγανή καθ' όλη τη διάρκεια ζωής της κατασκευής (εκτός αν γίνει πρόβλεψη στη μελέτη για εύκολη αντικατάσταση)

9.4.5. Στεγανοποίηση και αποστράγγιση

9.4.5.1. Γενικά

Ισχύουν DIN 18195 Μέρη 1/10, DS 835 των γερμανικών σιδηροδρόμων.

Θα εφαρμόζονται τα ακόλουθα κριτήρια:

- (1) Ανεξάρτητα από την ύπαρξη υπογείων νερών τα έργα θα επενδύονται σε όλο το μήκος τους με υδατοστεγανή μεμβράνη.

- (2) Η μεμβράνη θα καλύπτει όλο το θόλο και τα τοιχώματα της τυπικής διατομής και θα φθάνει μέχρι τους διαμήκεις αποστραγγιστικούς συλλεκτήρες σε βάση των πεζοδρομίων, συνεχιζόμενη και υπέρ τους κατασκευαστικούς αρμούς. Η επιφάνεια έδρασης της θα είναι ομαλή. Η μεμβράνη θα προστατεύεται από σκυρόδεμα προστασίας.

Μεταξύ αυτού και της επιφάνειας της επίχωσης θα τοποθετείται μία στρώση γεωυφάσματος που θα καταλήγει στους πλευρικούς αποχετευτικούς αγωγούς. Οι αγωγοί θα είναι προσπελάσιμοι από το εσωτερικό του υπόγειου έργου.

- (3) Η στρώση του γεωυφάσματος θα πρέπει να είναι ικανή να διατηρήσει την απαιτούμενη ροή ύδατος κάτω από τις προβλεπόμενες εδαφικές πιέσεις.
- (4) Το σύστημα αποστράγγισης θα είναι τέτοιο ώστε να είναι ανθεκτικό και πλήρως συντηρήσιμο καθ' όλη τη διάρκεια ζωής του έργου. Θα πρέπει να προσφέρει δυνατότητα επιθεώρησης και καθαρισμού και να μη φράσσεται από ιλύ και ασβεστούχες εναποθέσεις.
- (5) Θα είναι απαραίτητο να γίνει περαιτέρω έρευνα, συμπεριλαμβανομένων και των δοκιμών διαπερατότητας για να ληφθούν τα αναγκαία στοιχεία για τη μελέτη του συστήματος αποστράγγισης.
- (6) Το σύστημα αποστράγγισης του φορέα του υπογείου έργου θα πρέπει να σχεδιασθεί κατάλληλα και να γίνει ανάλογη επιλογή των υλικών ώστε να εξασφαλίζεται η συνεχής απορροή του υπόγειου νερού καθ' όλο τον προβλεπόμενο χρόνο ζωής του έργου.
- (7) Η απαίτηση αυτή θεωρείται ότι ισχύει για όλο το μήκος των υπογείων έργων, ανεξάρτητα από την παρουσία ή μη, σήμερα, υδροφόρου ορίζοντα.
- (8) Τα κανάλια των καλωδίων θα αποστραγγίζονται με χωριστό σύστημα αποστράγγισης.
- (9) Για την αποστράγγιση του οδοστρώματος, το σύστημα πρέπει να μελετηθεί ώστε να καλύπτει τη διάρκεια ζωής του υπογείου έργου και να παρέχει τη δυνατότητα εύκολης συντήρησης, να αποφεύγεται εναπόθεση ιλύος και έμφραξη αυτού και να συμμορφώνεται με τις απαιτήσεις μελέτης του οδοστρώματος και απομάκρυνση νερών πυρόσβεσης.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ – ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10

10. ΟΠΛΙΣΜΕΝΕΣ ΕΠΙΧΩΣΕΙΣ	36
10.1. ΠΕΡΙΟΧΗ ΙΣΧΥΟΣ	36
10.2. ΟΡΙΣΜΟΙ	37
10.3. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ – ΧΡΟΝΟΣ ΧΡΗΣΗΣ	38
10.4. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΘΕΩΡΗΣΗ	39
10.5. ΦΟΡΤΙΣΕΙΣ	40
10.6. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ	43
10.7. ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ	48
10.8. ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΤΟΥ ΧΑΛΥΒΑ ΤΟΥ ΟΠΛΙΣΜΟΥ ΑΠΟ ΔΙΑΒΡΩΣΗ	57
10.9. ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΑΠΟ ΤΟ ΝΕΡΟ	58
10.10. ΟΠΛΙΣΜΟΙ	60
10.11. ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΠΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ	61
10.12. ΣΥΝΔΕΣΜΟΙ ΟΠΛΙΣΜΟΥ - ΠΕΤΑΣΜΑΤΟΣ	61
10.13. ΑΡΜΟΙ	61
10.14. ΥΛΙΚΟ ΕΠΙΧΩΜΑΤΟΣ ΠΛΗΡΩΣΗΣ	62
10.15. ΕΠΙΧΩΣΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΥΚΝΩΣΗ	65

10. ΟΠΛΙΣΜΕΝΕΣ ΕΠΙΧΩΣΕΙΣ

10.1. ΠΕΡΙΟΧΗ ΙΣΧΥΟΣ

Το παρόν κεφάλαιο αναφέρεται στη μελέτη και κατασκευή έργων των οποίων η λειτουργία βασίζεται στη μέθοδο και θεωρία της “οπλισμένης επίχωσης” και τα οποία έχουν τη δυνατότητα να δρουν ως έργα αντιστήριξης ή και να φέρουν επ’ αυτών σημαντικά φορτία. Οι κατασκευές μπορεί να βρίσκονται και μέσα στο νερό.

Σαν τέτοια έργα αναφέρονται, ενδεικτικά, τοίχοι αντιστήριξης διαφόρων χρήσεων κλπ, και κυρίως οι τοίχοι οπλισμένης (με ελάσματα ή ράβδους οπλισμού) γης και (σε ορισμένες περιπτώσεις) οι οπλισμένες με γεωπλέγματα επιχώσεις, εφόσον η αντιστηρίζουσα επιφάνειά τους δεν έχει απόκλιση από την κατακόρυφη μεγαλύτερη από 20°. Ο σχεδιασμός και η διαστασιολόγηση τυχόν κατασκευών με γεωκυψέλες/φατνώματα, γεωυφάσματα ή ενισχυμένα επιχώματα κ.α., δεν καλύπτεται από τις παρούσες διατάξεις και θα αντιμετωπίζεται κατά περίπτωση η οποία προϋποθέτει σχετική αποδοχή της Υπηρεσίας.

Σκοπός της παρούσας είναι η παροχή οδηγιών μέσα στα πλαίσια των οποίων θα γίνεται η διαστασιολόγηση και η κατασκευή των έργων αυτών και οι οποίες έχουν προκύψει με βάση επιστημονική ανάλυση, πειράματα και την εμπειρία από την κατασκευή πολυαριθμών τέτοιων έργων στο εξωτερικό.

Σύμφωνα με την προδιαγραφή αυτή γίνονται αποδεκτές κατασκευές με υλικά επίχωσης κυρίως κοκκώδη, οπλισμό από χαλύβδινες ταινίες ή πλέγματα ράβδων και πετάσματα (πλάκες) από σκυρόδεμα.

Τα σχετικά με το κατασκευαστικό μέρος των έργων από “οπλισμένες επιχώσεις” αποτελούν αντικείμενο των προδιαγραφών. Για όσα τυχόν δεν καλύπτει η παρούσα, σε συνδυασμό με τα αναφερόμενα στις προδιαγραφές, θα ισχύουν κανονισμοί και προδιαγραφές άλλων χωρών, σύμφωνα με τις οδηγίες των αρμοδίων Υπηρεσιών του Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. και έπειτα από σύμφωνη γνώμη τους.

Σε κάθε περίπτωση η χρήση της “οπλισμένης επίχωσης” προϋποθέτει πλήρη μελέτη με σχέδια και υπολογισμούς που θα εγκρίνεται αρμοδίως.

Η Υπηρεσία μπορεί να μην εγκρίνει τη χρήση “οπλισμένης επίχωσης” αν κρίνει ότι εμποδίζονται λειτουργίες του έργου στη διάρκεια της ζωής του.

Ειδικά για τους τοίχους οπλισμένης γης (ή και οπλισμένων επιχώσεων), στην περίπτωση χρήσης ειδικών μεθόδων υπολογισμού – με ή χωρίς τη χρήση λογισμικού, θα πρέπει να τεκμηριώνεται, κατάλληλα και κατά τρόπο αποδεκτό από την Υπηρεσία, η ισοδυναμία των αποτελεσμάτων με τα προκύπτοντα από την εφαρμογή των κανονισμών και των διατάξεων του παρόντος άρθρου.

10.2. ΟΡΙΣΜΟΙ

“Οπλισμένη επίχωση” είναι έδαφος με ενσωματωμένο οπλισμό σε στρώσεις (σχήμα 10-1), ο οποίος αναλαμβάνει εφελκυστικές δυνάμεις από αυτό και τις μεταβιβάζει πάλι στο έδαφος.

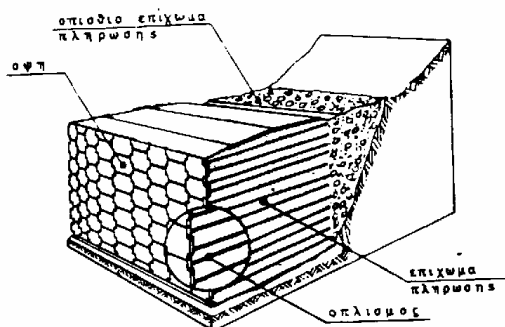
“Οπλισμένο τμήμα” είναι το τμήμα του εδάφους που περιέχει τους οπλισμούς. Αυτό έχει ύψος το ύψος των πετασμάτων H_1 και πλάτος το μήκος L του οπλισμού της “οπλισμένης επίχωσης” (σχήμα 10-2).

Επίχωμα πλήρωσης” είναι το επίχωμα που περιβάλλει την όπλιση (σχήμα 10-1).

“Οπίσθιο επίχωμα πλήρωσης” είναι το επίχωμα πίσω από το οπλισμένο τμήμα και μέχρι την άνω στάθμη του (σχήμα 10-1).

Πέτασμα όψης” είναι το κατακόρυφο ή κεκλιμένο τοίχωμα που δημιουργείται από προκατασκευασμένα πετάσματα από σκυρόδεμα μικρού πάχους και αγκυρώνεται πάνω στους οπλισμούς. Το πέτασμα όψης δεν αποτελεί το στοιχείο αντιστήριξης αλλά την επένδυση του (σχήμα 10-1).

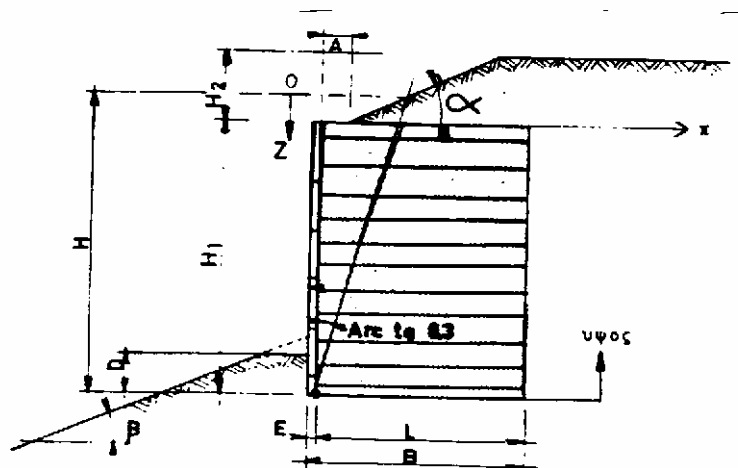
“Οπλιση” είναι τα ελάσματα (strips) ή οι ράβδοι από χάλυβα ή πλέγματα ράβδων που χρησιμεύουν για την παραλαβή των εσωτερικών οριζόντιων δυνάμεων του οπλισμένου τμήματος (σχήμα 10-1).



Σχήμα 10 - 1

Γεωμετρικά στοιχεία:

Το σχήμα 10-2 παρουσιάζει διάφορα γεωμετρικά δεδομένα μιας κατασκευής από “οπλισμένη επίχωση”. Σύμφωνα με το σχήμα αυτό, H_1 είναι το *συνολικό ύψος της όψεως* που περιλαμβάνει και το βάθος τοποθέτησής της, H είναι το *μηχανικό ύψος* που υπεισέρχεται στους υπολογισμούς και L είναι το *μήκος του οπλισμού*.



Σχήμα 10 - 2

Σε μια διατομή η μέτρηση του ύψους θα γίνεται από την κατώτερη στάθμη της όψης. Σαν αφετηρία μέτρησης του βάθους θα λαμβάνεται η στάθμη εκείνη που μια ευθεία που διέρχεται από το κατώτερο άκρο της όψης και ορίζεται όπως στο σχήμα 10-2, τέμνει το υπερκείμενο του οπλισμένου τμήματος του τοίχου πρανές.

10.3. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ – ΧΡΟΝΟΣ ΧΡΗΣΗΣ

Με βάση το χρόνο χρήσης διακρίνονται και οι ακόλουθες τέσσερις βασικές κατηγορίες έργων:

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ Ι

Οι προσωρινές κατασκευές με ένα ελάχιστο χρόνο χρήσης 5 ετών.

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ II

Οι κατασκευές περιορισμένης διάρκειας. Είναι κυρίως προσωρινές κατασκευές με ένα ελάχιστο χρόνο χρήσης 30 ετών. Εάν δεν γίνεται ιδιαίτερη αναφορά στους όρους δημοπράτησης, στην κατηγορία αυτή θα κατατάσσονται έργα που πρόκειται μελλοντικά να καθαιρεθούν ή να παύσει η χρησιμότητά τους στα πλαίσια εργασιών βελτίωσης (αναβάθμισης, διαπλάτυνσης παραλλαγής) των έργων, σύμφωνα με τον προβλεπόμενο σχεδιασμό των έργων.

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΙΙΙ

Οι μόνιμες κατασκευές με ελάχιστο χρόνο χρήσης 70 ετών και περιλαμβάνουν τα συνήθη έργα (κυρίως τους τοίχους αντιστήριξης). Στην κατηγορία αυτή κατατάσσονται, εάν δεν γίνεται ιδιαίτερη αναφορά στους όρους δημοπράτησης, τα έργα σε αυτοκινητόδρομους, εθνικές οδούς, επαρχιακές οδούς και κοινοτικές οδούς και στους συναφείς προς τα παραπάνω έργα κλάδους κόμβων.

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΙV

Οι μόνιμες κατασκευές μεγάλης σπουδαιότητας με ελάχιστο χρόνο χρήσεως 100 ετών, όπως κατασκευές που στηρίζουν σιδηροδρόμους (ύστερα από έγκριση ΟΣΕ), αυτοκινητοδρόμους ειδικής σημασίας (όταν εναλλακτικές διαδρομές λόγω ατυχημάτων απαιτούν πολύ μεγάλες εκτροπές σημαντικού φόρτου ή/και δημιουργούν μεγάλες κυκλοφοριακές συμφορήσεις) ακρόβαθρα γεφυρών, φράγματα και γενικά κατασκευές που απαιτούν πολύ υψηλούς συντελεστές ασφάλειας.

10.4. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΘΕΩΡΗΣΗ

Στην παρούσα προδιαγραφή και με βάση την επιρροή του περιβάλλοντος διακρίνονται οι ακόλουθες τέσσερις βασικές κατηγορίες έργων:

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ Α - Κατασκευές έξω από το νερό

Είναι οι κατασκευές που ποτέ δεν κατακλύζονται από νερά και δεν εντάσσονται στην κατηγορία Δ.

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ Β - Κατασκευές μέσα σε “γλυκό” νερό

Αυτές είναι κατασκευές που μόνιμα ή περιοδικά κατακλύζονται, μερικά ή ολικά, από νερό. Η περιεκτικότητα του νερού σε άλατα πρέπει να περιορίζεται στα όρια που ισχύουν για πόσιμο νερό και χαρακτηρίζεται από την περιεκτικότητα σε ιόντα (Cl^-) $\leq 250\text{mg/l}$ και (SO_4^{--}) $\leq 250\text{mg/l}$

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ Γ - Κατασκευές σε αλμυρό ή υφάλμυρο νερό

Αυτές είναι οι κατασκευές που μόνιμα ή περιοδικά κατακλύζονται, μερικά ή ολικά από αλμυρό ή υφάλμυρο νερό ή/και μπορούν να εκτεθούν απ' ευθείας σε θαλάσσιους κυματισμούς. Το υφάλμυρο νερό δηλώνει εδώ το νερό εκβολής ποταμών, λιμνοθαλασσών και γενικότερα κάθε νερό του οποίου η περιεκτικότητα σε άλατα είναι ενδιάμεση της περιεκτικότητας σε άλατα του “γλυκού” και θαλάσσιου νερού.

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ Δ -Ιδιαίτερες κατασκευές.

Τέτοιες είναι οι κατασκευές που βρίσκονται σε περιβάλλον ιδιαίτερα επιθετικό για τον χάλυβα και το σκυρόδεμα.

10.5. ΦΟΡΤΙΣΕΙΣ

10.5.1. Γενικά

Σαν φορτία υπολογισμού θα λαμβάνονται αυτά που ισχύουν σε τοίχους από οπλισμένο σκυρόδεμα με τις εξής διαφοροποιήσεις:

- (1) Η προκαταβολική γνώση του φαινομένου βάρους των εδαφών γ , δεν είναι γενικά γνωστή και μπορεί επίσης να μεταβάλλεται με το χρόνο. Οι δυνάμεις συνεπώς ιδίου βάρους θα πρέπει να υπολογίζονται θεωρώντας χαρακτηριστικές τιμές του φαινομένου βάρους. Αν μια τέτοια μέση τιμή είναι γνωστή για το έδαφος που χρησιμοποιείται στην κατασκευή του οπλισμένου τμήματος της “οπλισμένης επίχωσης” στις ιδιαίτερες συνθήκες κατασκευής του συγκεκριμένου έργου, οι ανωτέρω χαρακτηριστικές τιμές θα λαμβάνονται προσθέτοντας ή αφαιρώντας το 5% της μέσης αυτής τιμής. Εάν η φύση του εδάφους δεν είναι προκαταβολικά γνωστή, επιτρέπεται να λαμβάνονται υπόψη οι ακόλουθες τιμές (kN/m^3):

ΠΙΝΑΚΑΣ 1-10

Αποδεκτές τιμές φαινομένου και υπό άνωση βάρους γαιών (kN/m^3)

	γ_{\min}	γ_{\max}
Γ	18	20
γ (υπό άνωση)	10	12

Οι τιμές αυτές μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για το οπίσθιο επιχώμα πλήρωσης.

- (2) Γενικά, η συνισταμένη της ώθησης των γαιών λόγω του οπίσθιου επιχώματος πλήρωσης θα υπολογίζεται με την υπόθεση ότι είναι κεκλιμένη ως προς την οριζόντια κατά μία γωνία β που δίδεται από τον ακόλουθο τύπο:

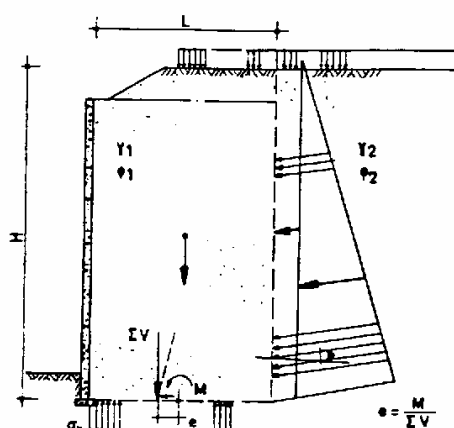
$$\beta = (1,2 - L/H) \cdot \varphi_2$$

όπου φ_2 η γωνία εσωτερικής τριβής του οπίσθιου επιχώματος πλήρωσης (σχήμα 10-3). Η ενεργητική ώθηση των γαιών θα υπολογίζεται χρησιμοποιώντας ένα συντελεστή του Coulomb ο οποίος έχει την ακόλουθη οριζόντια συνιστώσα:

$$\sin^2 \varphi_2$$

$$K_h = \frac{\sin^2 \varphi_2}{\sin \beta [1 + \sqrt{\eta \mu (\varphi_2 + \beta)} * \eta \mu \varphi_2 / \sin \beta]^2}$$

$$\sin \beta [1 + \sqrt{\eta \mu (\varphi_2 + \beta)} * \eta \mu \varphi_2 / \sin \beta]^2$$



Σχήμα 10 - 3

- (3) Τα υπερκείμενα μόνιμα και κινητά φορτία θα λαμβάνονται με τις πραγματικές τους τιμές με βάση τους ισχύοντες κανονισμούς φόρτισης.
- (4) Η υδροστατική πίεση δεν απαιτεί κατά κανόνα τον υπολογισμό της στο οπίσθιο επίχωμα πλήρωσης, θα πρέπει όμως να λαμβάνεται υπόψη σε κατασκευές που οριοθετούν ακτές ή όχθες μαζί με κατάλληλες μεταβολές των παραμέτρων του εδάφους.
- (5) Σεισμική επιβάρυνση. Ισχύουν τα κεφάλαια 2 και 3 του παρόντος Ο.Μ.Ο.Ε. και συμπληρωματικά ο Ε.Α.Κ.-2000 (παρ. 5.3). Τυχόν άλλοι υπολογισμοί που εφαρμόζονται από διεθνή συστήματα ισχύουν μόνο αν είναι γενικά δυσμενέστεροι από τα παραπάνω.
- (6) Φορτία πρόσκρουσης στα στηθαία ασφάλειας. Θα λαμβάνονται υπόψη στη διαστασιολόγηση των οπλισμών.

10.5.2. Συνδυασμένες επιρροές φορτίων – Φορτικοί Συντελεστές

10.5.2.1. Κατασκευές έξω από το νερό

Συμπληρωματικά προς την παρούσα προδιαγραφή ισχύουν οι Γερμανικοί Κανονισμοί DIN που αναφέρονται στη σχετική προδιαγραφή Bedingungen für die Anwendung des Bauverfahrens "Bewehrte Erde". Εφόσον έχει κυκλοφορήσει νεωτέρα έκδοση, ισχύει αυτή. Όταν όμως οι απαιτήσεις/υπολογισμοί ενός συστήματος "οπλισμένης επίχωσης" είναι δυσμενέστεροι (υπέρ της ασφάλειας), τότε θα ισχύουν οι απαιτήσεις/υπολογισμοί του συστήματος.

Για τους συνδυασμούς φορτίσεων που ακολουθούν θα λαμβάνονται υπόψη οι παρακάτω τιμές φαινόμενου βάρους γαιών:

ΠΙΝΑΚΑΣ 2-10**ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΒΑΡΟΣ ΓΑΙΩΝ ΣΤΟΥΣ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΥΣ ΦΟΡΤΙΣΕΩΝ**

ΦΟΡΤΙΑ	ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΙ ΦΟΡΤΙΣΕΩΝ			
	A	B	Γ	Δ
Ίδιον βάρος του τοίχου	$Y = Y_{\max}$	$Y = Y_{\max}$	$Y = Y_{\min}$	$Y = Y_{\max}$
Βάρος επιχώματος στην κορυφή του οπλισμένου τμήματος	$Y = Y_{\max}$	$Y = Y_{\max}$	$Y = Y_{\min}$	$Y = Y_{\max}$
Ωθήσεις γαιών	$Y = Y_{\max}$	$Y = Y_{\max}$	$Y = Y_{\max}$	$Y = Y_{\max}$

Οι συνδυασμοί είναι:

ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ Α

Αυτός ο συνδυασμός λαμβάνει υπόψη του τις μέγιστες τιμές όλων των φορτίων και συνεπώς φυσιολογικά δημιουργεί τον μέγιστο εφελκυσμό στους οπλισμούς. Μπορεί επίσης να προσδιορίζει την απαίτηση σε οπλισμό ώστε να ικανοποιείται η συνθήκη αντοχής σε εξόλκευση, αν και αυτή συνήθως διέπεται από το συνδυασμό Γ.

ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ Β

Αυτός ο συνδυασμός είναι παρόμοιος με τον Α, αλλά χωρίς την επιβολή των κινητών φορτίων στην κατασκευή. Για μερικές γεωμετρίες αυτός ο συνδυασμός μπορεί να δώσει τη μέγιστη τάση έδρασης ή τον μέγιστο εφελκυσμό του οπλισμού. Αυτό οφείλεται στην εκκεντρότητα του συνισταμένου φορτίου που πιθανόν να αυξάνεται για μερικές γεωμετρίες της κατασκευής, ενώ το μέγεθός του μειώνεται σε σύγκριση με τον συνδυασμό Α.

ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ Γ

Αυτός ο συνδυασμός εξετάζει τα μέγιστα φορτία ανατροπής μαζί με τα ελάχιστα ίδια βάρη της κατασκευής και κινητού φορτίου. Αυτός ο συνδυασμός συνήθως καθορίζει την απαίτηση σε οπλισμό για την αντοχή του σε εξόλκευση.

ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ Δ

Αυτός ο συνδυασμός εξετάζει μόνο τα νεκρά φορτία και χρησιμοποιείται για να προσδιορίσει τις καθιζήσεις της θεμελίωσης.

10.5.2.2. Κατασκευές μέσα στο νερό

Στην περίπτωση κατασκευών μέσα σε νερό είναι απαραίτητο να διακρίνονται δύο καταστάσεις:

- Η χαρακτηριστική κατάσταση, κατά την οποία πρέπει να λαμβάνονται υπόψη μόνο οι συνδυασμοί μονίμων δρώντων φορτίων σε σχέση με τις επιρροές που δημιουργούνται από την παρουσία του νερού στην κατασκευή. Όταν γίνεται θεώρηση του ίδιου βάρους του εδάφους υπό άνωση, χρησιμοποιείται το φαινόμενο βάρος του εδάφους.

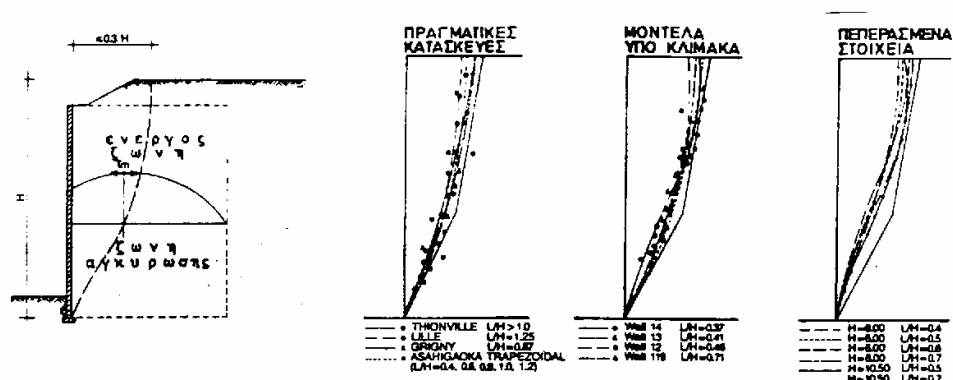
- Η κανονική κατάσταση με τους συνδυασμούς Α έως Δ της παραγράφου 10.5.2.1, λαμβάνοντας πάντοτε υπόψη την επιρροή του νερού (π.χ. άνωση).

10.6. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ

10.6.1. Εισαγωγή

Σε μια ορισμένη στάθμη οπλισμού η εφελκυστική δύναμη επιτυγχάνει τη μέγιστη τιμή της, όχι στο σημείο σύνδεσης του οπλισμού με το πέτασμα αλλά στο εσωτερικό του τοίχου. Η τιμή του λόγου των εφελκυστικών δυνάμεων T_0/T_{\max} (σχήμα 10-4) έχει βρεθεί πειραματικά και αναλυτικά ότι αυξάνει ανάλογα με την ακαμψία του πετάσματος (σχήμα 10-5).

Για διακεκριμένα προκατασκευασμένα στοιχεία από οπλισμένο σκυρόδεμα και για βάθη μεγαλύτερα από το 0,6. Η ο λόγος αυτός βρέθηκε ότι μπορεί να πλησιάσει τη μονάδα. Συνεπώς για τη διαστασιολόγηση κατασκευών από “οπλισμένη επίχωση” θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι τιμές του λόγου T_0/T_{\max} που υποδεικνύει το σχήμα 10-5.



Σχήμα 10 - 4

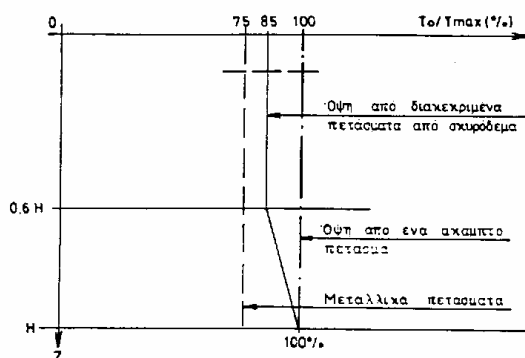
Ο γεωμετρικός τόπος των σημείων των μέγιστων εφελκυστικών δυνάμεων στις διάφορες στάθμες των οπλισμών διέρχεται από το κατώτερο άκρο της όψεως και είναι σχεδόν κατακόρυφος στο άνω ήμισυ της κατασκευής (σχήμα 10-4). Στο ανώτερο τμήμα του τοίχου η απόσταση που χωρίζει την καμπύλη των μέγιστων εφελκυστικών δυνάμεων από την όψη είναι πάντοτε μικρότερη από 0.3 H. Επιπλέον, η καμπύλη των μέγιστων εφελκυστικών δυνάμεων χωρίζει τη μάζα της “οπλισμένης επίχωσης” στις εξής δύο περιοχές (ζώνες):

- (1) “Ενεργός περιοχή” (ζώνη):

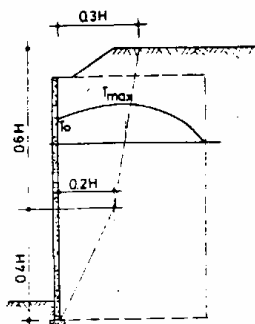
Η περιοχή αυτή βρίσκεται πλησιέστερα στην όψη του τοίχου και οι διατμητικές τάσεις που εξασκούνται στον οπλισμό διευθύνονται προς την όψη του τοίχου. Δηλαδή το έδαφος έχει την τάση να τραβήξει προς τα έξω τους οπλισμούς.

(2) “Περιοχή αγκύρωσης” (ζώνη):

Η περιοχή στην οποία οι διατμητικές τάσεις στον οπλισμό διευθύνονται προς το εσωτερικό του τοίχου, όπου το έδαφος έχει την τάση να συγκρατεί τον οπλισμό.



Σχήμα 10 - 5



Σχήμα 10 - 6

Στη γενική περίπτωση για τοίχους από “οπλισμένη επίχωση” που αντιστηρίζει πρανή, ο υπολογισμός πρέπει να γίνεται με βάση την απλοποιημένη γραμμική κατανομή των μεγίστων εφελκυστικών δυνάμεων που παρουσιάζεται στο σχήμα 10.6. Ο γεωμετρικός τόπος των σημείων των μεγίστων εφελκυστικών δυνάμεων στις διάφορες στάθμες των οπλισμών του σχήματος 10-6 μπορεί να τροποποιείται από την παρουσία επιβαλλόμενων συγκεντρωμένων φορτίων.

Σ’ αυτές τις περιπτώσεις ο προσδιορισμός του τόπου των μεγίστων εφελκυστικών δυνάμεων στις στάθμες των διαφόρων οπλισμών θα είναι

συνάρτηση της θέσεως και γεωμετρίας του επιβαλλόμενου φορτίου καθώς επίσης και του μεγέθους του ίδιου του φορτίου και θα πρέπει να εξετάζονται κάθε μία ιδιαίτερα.

10.6.2. Τάσεις μέσα στην "Οπλισμένη Επίχωση"

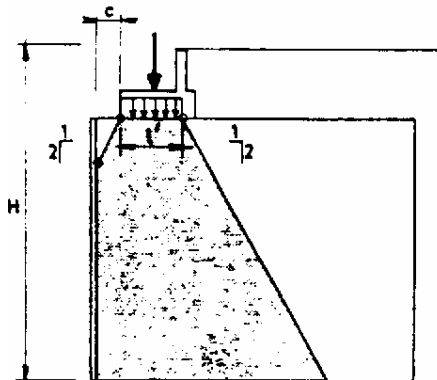
10.6.2.1. Κατακόρυφη τάση σ_1

Στη στάθμη θεμελίωσης και σε οποιαδήποτε άλλη ενδιάμεση στάθμη οπλισμού η κατακόρυφη τάση σ_1 θα υπολογίζεται από τη συνισταμένη ΣV όλων των φορτίων που εφαρμόζονται στην κατασκευή χρησιμοποιώντας την κατανομή που υποδείχθηκε από τον Meyerhof. Η κατανομή αυτή θα γίνεται όπως υποδείχθηκε για θεμέλια που υπόκεινται σε δυνάμεις ανατροπής, δηλαδή την παραδοχή ομοιόμορφης πίεσης αλλά σε ένα φορτιζόμενο πλάτος ίσο με το πλήρες πλάτος του θεμελίου μειωμένο κατά δύο φορές την εκκεντρότητα της συνισταμένης κατακόρυφης δύναμews στη βάση. Αν M είναι η συνισταμένη ροπή αυτών των φορτίων ως προς το μέσον της βάσης, τότε:

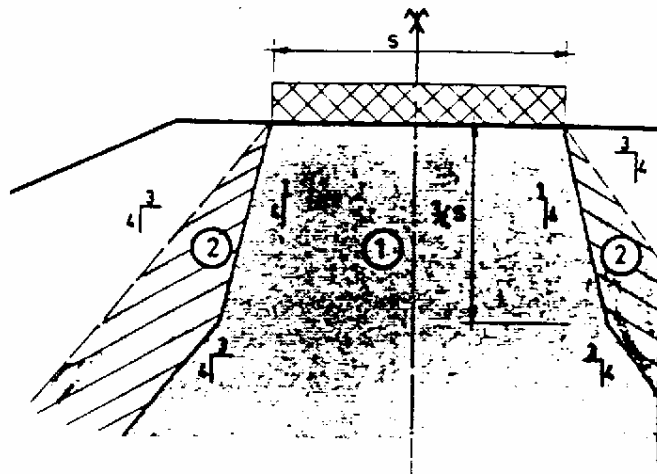
$$\sigma_1 = \frac{\Sigma V}{(L - 2M/\Sigma V)}$$

Η κατανομή των κατακόρυφων φορτίων, συγκεντρωμένων ή γραμμικών, που εξωτερικά επιβάλλονται στη στέψη του τοίχου (π.χ. ακρόβαθρα υπό μορφή εδράνου), μπορεί να θεωρηθεί ότι γίνεται στη μάζα της οπλισμένης περιοχής είτε με μία κλίση 2:1 (κατακόρυφο:οριζόντιο) εγκάρσια προς τη δοκό έδρασης, είτε χρησιμοποιώντας ακριβέστερους τύπους διανομής πιέσεων (π.χ. Boussinesq). Οι τάσεις στην περίπτωση της κατανομής 2:1 διανέμονται ομοιόμορφα (σχήμα 10-7α).

Αν δεν εφαρμόζονται ακριβέστεροι τύποι κατανομής φορτίου (τύπου Boussinesq κ.λ.π.) από την κατανομή φορτίων 2:1, τότε η κατανομή παράλληλα προς το γραμμικό φορτίο θα γίνεται κατά το σχήμα 10-7β και, για λόγους ασφάλειας, ο οπλισμός που υπολογίζεται εντός του τμήματος κατανομής 1 θα επεκτείνεται χωρίς μείωση στο διαγραμμισμένο τμήμα 2 του ίδιου σχήματος.

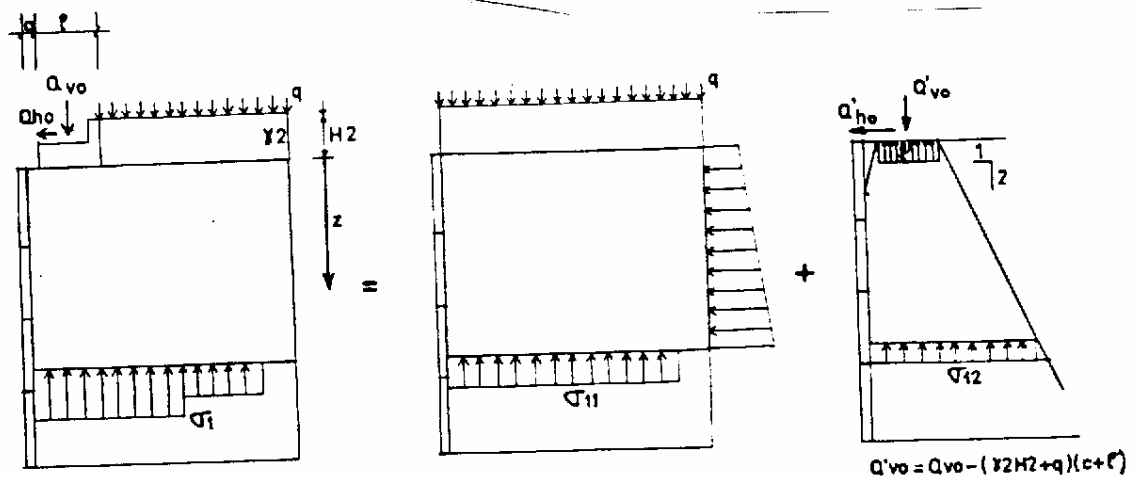


Σχήμα 10 - 7α



Σχήμα 10 - 7β

Για τα φορτία αυτά ο υπολογισμός της τάσης σ_1 θα γίνεται με βάση την αρχή της επαλληλίας όπως φαίνεται στο σχήμα 10-8.



Σχήμα 10 - 8

10.6.2.2. Οριζόντια τάση σ_3

Αυτή είναι της μορφής $\sigma_3 = K \cdot \sigma_1 + \Delta\sigma_3$

όπου: σ_1 = είναι κατακόρυφη τάση σε δεδομένη στάθμη z

K = είναι ο συντελεστής ώθησης

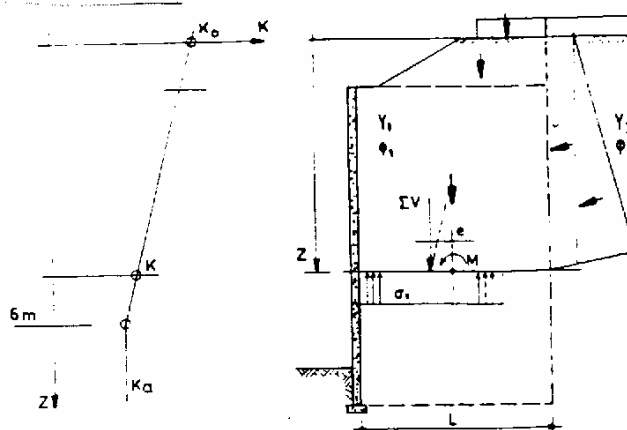
Στην περιοχή από την κορυφή των τοίχων και μέχρι ενός βάθους 6 μέτρων, οι τιμές του K που υπολογίστηκαν από μετρήσεις πολυάριθμων τοίχων από “οπλισμένη επίχωση”

σε φυσική κλίμακα βρέθηκαν σημαντικά μεγαλύτερες από την τιμή του συντελεστή ενεργητικής ώθησης K_a και οφείλονται κυρίως στις τάσεις που προκαλούνται στο επίχωμα από τις εργασίες συμπύκνωσής του. Αυτές οι τιμές του K προσεγγίζουν πολύ στην περιοχή αυτή την τιμή K_0 του συντελεστή ώθησης ηρεμίας. Συνεπώς, για τους υπολογισμούς ο συντελεστής αυτός θα ορίζεται σε συνάρτηση με το βάθος και θα έχει την τιμή K_0 στη στάθμη $z = 0$ και την τιμή K_a από τη στάθμη $z = 6$ και κάτω (σχήμα 10-9). Μεταξύ $z = 0$ και $z = 6$ μ, η τιμή του K θα μεταβάλλεται γραμμικά και θα είναι:

$$\text{Για } z \leq 6 \text{ μέτρων:} \\ K = K_0 - (K_0 - K_a) \cdot z/6$$

$$\text{Για } z > 6 \text{ μέτρων:} \\ K = K_a$$

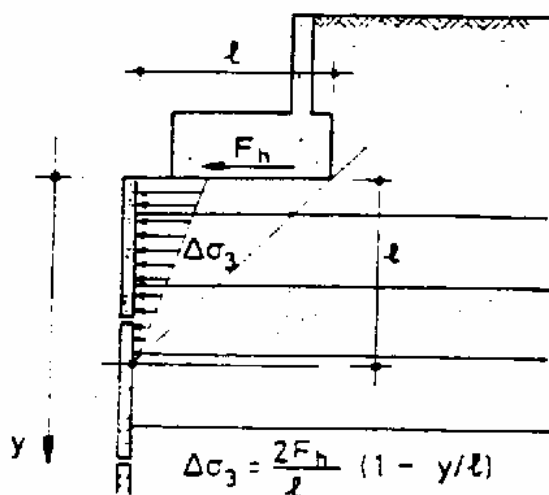
$$\text{και } K_a = \varepsilon \varphi^2 (45^\circ - \varphi_1/2), \\ K_0 = 1 - \eta \mu \varphi_1$$



Σχήμα 10 - 9

Η γωνία φ_1 είναι η γωνία εσωτερικής τριβής του επιχώματος πλήρωσης και αν δεν προσδιορίζεται επακριβώς μπορεί να λαμβάνεται ίση με 36° και μόνο υπό τις προϋποθέσεις των παραγράφων 10.14.4 και 10.15.

$\Delta\sigma_3$ είναι η πρόσθετη οριζόντια τάση που προέρχεται από την επιβολή εξωτερικής οριζόντιας δύναμης, ή η δύναμη σεισμού της ανωδομής κ.λ.π.). Η κατανομή της οριζόντιας δύναμης θα πρέπει να γίνεται όπως υποδεικνύει το σχήμα 10-10. Η κατανομή παράλληλα προς τη δοκό έδρασης και ο υπολογισμός των οπλισμών πρέπει να γίνεται σύμφωνα με τις οδηγίες που τέθηκαν για τα κατακόρυφα φορτία (παράγραφος 10.6.2.1).



Σχήμα 10 -10

10.6.3. Αντοχή Εξόλκευσης

Η αντοχή εξόλκευσης καθορίζεται σύμφωνα με το σύστημα, είτε δια της τριβής, είτε δια της παθητικής αντίστασης του εδάφους.

10.7. ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ

Η διαστασιολόγηση κατασκευών από “οπλισμένη επίχωση”, για το οπλισμένο τμήμα, πρέπει να αποδεικνύεται σε δύο χωριστά στάδια:

- (1) από τον έλεγχο σε εξωτερική ευστάθεια και
- (2) από τον έλεγχο σε εσωτερική ευστάθεια

10.7.1. Εξωτερική ευστάθεια

10.7.1.1. Η εξωτερική ευστάθεια του οπλισμένου τμήματος πρέπει να ελέγχεται στο σύνολο του έργου, που αποτελείται από την κατασκευή αντιστήριξης συμπεριλαμβανομένης και της θεμελίωσης, όπως αυτή ελέγχεται στους τοίχους αντιστήριξης.

Ο υπολογισμός των σεισμικών δράσεων θα γίνεται με τη μέθοδο Mononobe-Okabe και σύμφωνα με την παράγραφο 3.2.1.β της Εγκυκλίου Ε39/93, σε συνδυασμό με την παρ. 5.3 του Ε.Α.Κ.-2000, στις οποίες παραπέμπει το κεφάλαιο 2 του παρόντος Ο.Μ.Ο.Ε.

10.7.1.2. Κριτήρια ελέγχου

(1) Τάση έδρασης

Η εφαρμοζόμενη στο έδαφος τάση $\sigma_{εδ}$, προσδιοριζόμενη σύμφωνα με τη σχέση της παραγράφου 10.6.2.1, θα πρέπει να είναι μικρότερη της επιτρεπόμενης τάσης έδρασης $\sigma_{επ}$ που προκύπτει ως ακολούθως:

$$\sigma_{εδ} \leq \sigma_{επ} = \sigma_0 + \Delta q_r / \gamma_s$$

όπου:

σ_0 = η αρχική κατακόρυφη τάση στο επίπεδο θεμελίωσης και ισούται με Γd

γ = ίδιο βάρος του εδάφους θεμελίωσης

D = βάθος θεμελίωσης της όψης του τοίχου

Δq_r = το συμπλήρωμα της φέρουσας ικανότητας που έχει το έδαφος στη στάθμη θεμελίωσης

Γ_s = συντελεστής ασφάλειας που θα πρέπει να είναι τουλάχιστον ίσος με 2,00 (και για σεισμική φόρτιση)

(2) Κριτήριο ολίσθησης κάτω από τη βάση

Αυτό το κριτήριο συνίσταται στη διαπίστωση ότι οι οριζόντιες δυνάμεις που εξασκούνται στη μάζα του οπλισμένου τμήματος θα πρέπει να είναι μικρότερες από την αντίσταση τριβής της οπλισμένης μάζας στη στάθμη του εδάφους θεμελίωσης. Συνεπώς θα πρέπει η οριζόντια συνολική δύναμη R_h να είναι μικρότερη της επιτρεπόμενης τιμής σε ολίσθηση $R_{hεπ}$

όπου:

$$R_{hεπ} = (\mu \cdot R_v + c \cdot B') / \gamma_g \quad \text{και}$$

μ είναι ο συντελεστής τριβής μεταξύ της μάζας του οπλισμένου τμήματος και του εδάφους θεμελίωσης. Ο συντελεστής τριβής μ θα λαμβάνει τη μικρότερη εκ των τιμών φ_{00} και φ_{01} με φ_1 τη γωνία τριβής του επιχώματος πλήρωσης και φ_0 τη γωνία του εδάφους θεμελίωσης

R_v η κατακόρυφη συνισταμένη δύναμη

c η συνοχή του εδάφους θεμελίωσης (το πολύ 100 kN/m^2) εφόσον είναι εξασφαλισμένη σ' όλη τη διάρκεια ζωής του έργου.

B' το πλάτος της βάσης που θεωρείται ότι φορτίζεται (και πάντως μικρότερο των L και H)

γ_g συντελεστής ασφάλειας που ισχύει για τοίχους αντιστήριξης

(3) Συνολική ευστάθεια

Η συνολική ευστάθεια θα ελέγχεται όπως σε κάθε άλλη κατασκευή.

(4) Καθίζηση

Θα ελέγχεται το μέγεθός της στη στάθμη θεμελίωσης. Η τάση έδρασης στο συνδυασμό φόρτισης Δ υπολογίζεται γι' αυτό το σκοπό. Αν η διαφορική καθίζηση ξεπερνά το 1%, θα πρέπει να ελέγχεται το εύρος των αρμών και να λαμβάνονται κατασκευαστικά μέτρα για την αποφυγή ζημιών από το κλείσιμο των αρμών στα πετάσματα. Τα κατασκευαστικά μέτρα θα φαίνονται στα σχέδια και θα εγκρίνονται από την Υπηρεσία.

10.7.2. Εσωτερική ευστάθεια

Η εσωτερική ευστάθεια συνίσταται από δύο κυρίως ελέγχους σε κάθε επίπεδο όπλισης:

10.7.2.1. Έλεγχος επάρκειας διατομής χάλυβα

Η επάρκεια των διατομών του οπλισμού πρέπει να ελέγχεται στις εξής δύο παρακάτω κρίσιμες διατομές:

- πρώτη είναι η διατομή στην οποία εξασκείται η μέγιστη εφελκυστική δύναμη T_{max} και
- δεύτερη είναι η διατομή σύνδεσης οπλισμού και όψης του τοίχου η οποία, αν και υπόκειται γενικά σε μια μικρότερη εφελκυστική δύναμη T_0 , μπορεί να είναι ασθενέστερη λόγω ενδεχόμενης διάνοιξης των οπών σύνδεσης.

Στο σημείο σύνδεσης μεταξύ οπλισμού και όψης η εφελκυστική δύναμη T_0 , για συνήθη διακεκριμένα πετάσματα από σκυρόδεμα μπορεί, σύμφωνα με το σχήμα 10-5 να μεταβάλλεται μεταξύ 85% και 100% της T_{max}

θα ελέγχεται αν

$$T_{max} \leq T_{r1} = \sigma_4 A_{oc} / \gamma_r \text{ και } T_0 \leq T_{r2} = \sigma_4 A'_{oc} / \gamma_r$$

όπου:

σ_4 Τάση διαρροής οπλισμού

A_{oc} Χρήσιμη διατομή που απομένει μετά την αφαίρεση του θυσιαζόμενου από το χρόνο χάλυβα.

Για οπλισμούς ορθογωνικής διατομής:

- με $b_0 \geq 7e_0$ θα λαμβάνεται $A_{oc} = b_0 \times (e_0 - e_s)$ και

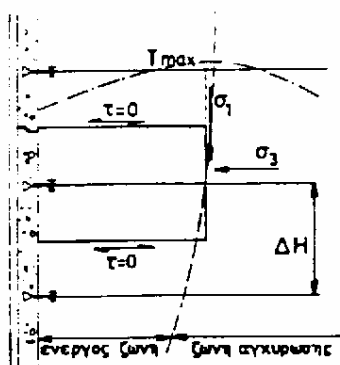
- με $b_0 < 7e_0$ θα λαμβάνεται $A_{oc} = (b_0 - b_s) \times (e_0 - e_s)$.

Όταν χρησιμοποιούνται ράβδοι κυκλικής διατομής θα πρέπει να λαμβάνεται $A_{oc} = 0.25\pi (d_0 - d_s)^2$.

Στις ανωτέρω σχέσεις είναι:

- b_0, e_0, d_0 το αρχικό πλάτος, πάχος και διάμετρος του οπλισμού αντίστοιχα και
- b_s, e_s, d_s η μείωση λόγω διάβρωσης στο πλάτος, πάχος και διάμετρο του οπλισμού αντίστοιχα (παραγρ. 10.8).

- A'_{oc} Χρήσιμη διατομή που απομένει μετά την αφαίρεση από την A_{oc} της ενδεχόμενης διατομής της οπής για την αγκύρωση του πετάσματος.
- γ_r Συντελεστής ασφάλειας σε διαρροή του χάλυβα και θα λαμβάνεται ίσος με 1,5 για κατασκευές κατηγορίας III ή 1,65 για κατασκευές με απαιτούμενο υψηλό συντελεστή ασφάλειας (κατηγορία IV) και κατασκευές σε όχθες ποταμών ή θάλασσας.
- T_{max} Μέγιστη εφελκυστική δύναμη του χάλυβα. Στο σημείο M της μέγιστης εφελκυστικής δύναμης οι διατμητικές τάσεις στο έδαφος σε ένα οριζόντιο επίπεδο είναι μηδέν και συνεπώς η κατακόρυφη τάση σ_1 και οριζόντια σ_3 είναι κύριες τάσεις. Για λόγους συμμετρίας θα είναι μηδενικές και οι διατμητικές τάσεις σε οριζόντια επίπεδα που κείνται στη μέση απόσταση μεταξύ δύο στρώσεων οπλισμών (σχήμα 10-11).



Σχήμα 10 - 11

Η μέγιστη εφελκυστική δύναμη προσδιορίζεται εύκολα γράφοντας την τοπική συνθήκη ισορροπίας μεταξύ της σ_3 και των δυνάμεων του οπλισμού και είναι:

$$T_{max} = \sigma_3 \cdot \Delta H / N$$

όπου ΔH είναι η κατακόρυφη απόσταση μεταξύ δύο οριζόντιων διαδοχικών στρώσεων οπλισμού και N ο αριθμός των οπλισμών σε μία στρώση ανά μονάδα μήκους.

Στην περίπτωση σεισμού, διακρίνονται δύο περιπτώσεις:

Τοίχοι αντιστήριξης

Για τον υπολογισμό της εσωτερικής ευστάθειας θα πρέπει να υπολογίζεται μία συνολική αδρανειακή δύναμη E_d , σαν συνάρτηση του βάρους W_a , της ενεργού ζώνης από την εξίσωση:

$$E_d = W_a \cdot (a_m/g)$$

Για κοινές και απλές κατασκευές μπορεί γενικά να λαμβάνεται

$$E_d = 0,2 \cdot \gamma \cdot H^2 \cdot a_m/g.$$

Η E_d θα διανέμεται μεταξύ των οπλισμών σε αναλογία με τη χρήσιμη αγκυρούμενη επιφάνειά τους μέσα στη ζώνη αγκύρωσης. Η δύναμη E_d θα προστίθεται στις στατικές δυνάμεις T_{max} που έχουν υπολογιστεί χωρίς την επέμβαση των δυνάμεων που υπολογίστηκαν στην παράγραφο 1.5.1.(5).

Ακρόβαθρα προσωρινών γεφυρών

Για τον έλεγχο της εσωτερικής ευστάθειας, η διανομή μεταξύ των οπλισμών της συνολικής εσωτερικής αδρανειακής δύναμης E_d θα προστίθεται στις στατικές εφελκυστικές δυνάμεις. Για τον υπολογισμό της E_d τα στατικά κατακόρυφα φορτία από τη δοκό έδρασης και από τη γέφυρα προστίθενται στο βάρος της ενεργού ζώνης.

10.7.2.2. Έλεγχος επάρκειας αγκυρώσεων των οπλισμών

Ισχύουν γενικά οι προδιαγραφές των εγκεκριμένων συστημάτων οπλισμένης επίχωσης με συντελεστή ασφάλειας για κατασκευές κατηγορίας III ίσο προς 1,50 και για κατασκευές κατηγορίας IV ίσο προς 1,65.

10.7.3. Περιορισμοί στη διαστασιολόγηση – Καθορισμός ελαχίστων τιμών

10.7.3.1. Ελάχιστο βάθος θεμελίωσης

Θα καθορίζεται σε σχέση με την κλίση της επιφάνειας του εδάφους έδρασης ως εξής:

$$D = \max \{ 0,40 \text{ m.}, 0,0015 (6 \cdot \epsilon\phi^2 \theta + \epsilon\phi\theta + 1) \sigma_{\epsilon\delta} \}$$

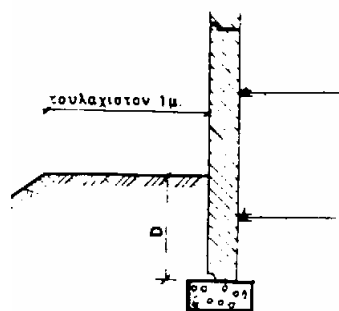
όπου:

D ελάχιστο βάθος έδρασης σε μέτρα

θ γωνία κλίσης φυσικού εδάφους μπροστά από την κατασκευή

$\sigma_{\epsilon\delta}$ τάση έδρασης σε ΚΡα

Σε περίπτωση κατασκευών που τοποθετούνται σε κεκλιμένο έδαφος το βάθος D θα μετράται από την άνω επιφάνεια του οριζόντιου εδαφικού τμήματος το οποίο γενικά θα διαμορφώνεται στο πραινές με ένα πλάτος τουλάχιστον ενός μέτρου (σχήμα 10-12).



Σχήμα 10 - 12

Η τιμή των 0,40m θα τηρείται κατ' ελάχιστον σε όλες τις κατασκευές, εκτός αν η έδραση γίνεται σε θεμέλιο από σκυρόδεμα ή σε σκληρό βράχο, οπότε κατά περίπτωση είναι δυνατή η μείωσή του μετά από σύμφωνη γνώμη της επιβλέπουσας το έργο Υπηρεσίας. Πέρα των ανωτέρω τιμών, στο βάθος έδρασης θα λαμβάνεται σχετική πρόνοια για υφιστάμενες κατασκευές ή όπου προβλέπονται νέες, όπως υπόγεια έργα γενικώς, κανάλια απορροής ή εξυπηρέτησης εγκαταστάσεων παράπλευρων οδών κ.α.

10.7.3.2. Ελάχιστο μήκος οπλισμού

- (1) Οι μάζες από “οπλισμένη επίχωση” οι οποίες χρησιμοποιούνται σαν τοίχοι αντιστήριξης, κ.λ.π., πρέπει να έχουν μήκος οπλισμού L το οποίο να είναι μεγαλύτερο ή ίσο από $0,7 H$. Οι υπολογισμοί ευστάθειας και οι θεωρήσεις για την πρόσφυση εδάφους - οπλισμού μπορεί όμως να οδηγήσουν σε μήκος οπλισμού L το οποίο να είναι πολύ μεγαλύτερο από $0,7 H$.
- (2) Για την περίπτωση στερέωσης στηθαίων ασφάλειας, η μάζα από “οπλισμένη επίχωση”, η οποία χρησιμοποιείται σαν τοίχος αντιστήριξης κ.λ.π., πρέπει να έχει μήκος οπλισμού L το οποίο να είναι μεγαλύτερο ή ίσο προς 5,00m σε βάθος τουλάχιστον 3,00m, ανεξάρτητα από τα αποτελέσματα που θα προκύψουν από τους υπολογισμούς, σύμφωνα με όσα αναφέρονται στην παραπάνω παράγραφο 10.5.1.(6).

Ειδικά για ακρόβαθρα προσωρινών γεφυρών το μήκος των οπλισμών θα πρέπει να ικανοποιεί γενικά τις παρακάτω συνθήκες:

$$L \geq 7 \text{ m και}$$

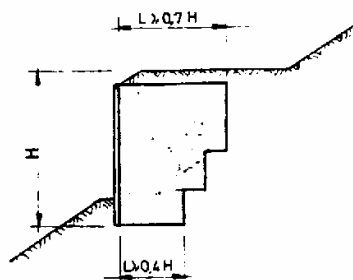
$$L \geq (0,6 H + 2) \text{ m} \quad \text{αλλά πάντοτε}$$

$$L \geq 0,7 H \text{ m}$$

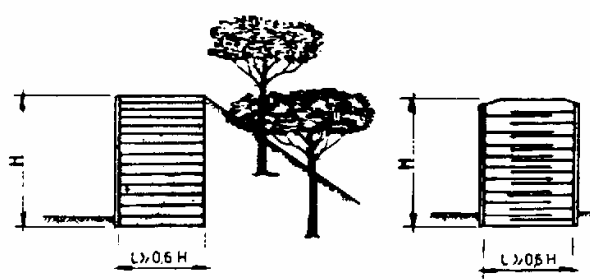
όπου H το μηχανικό ύψος τοίχου σε μέτρα.

Μείωση του μήκους μερικών οπλισμών κάτω από το προβλεπόμενο όριο μπορεί να γίνει μόνον μετά από σχετική μελέτη και έγκρισή της. Σ' αυτή την περίπτωση όμως η αλλαγή του μήκους του οπλισμού πρέπει να είναι βαθμιαία. Αυτό αφορά για παράδειγμα, την περίπτωση τοίχων θεμελιωμένων σε πρανές όπου το μήκος

οπλισμού μπορεί να μειωθεί στο $0.4 H$ στη βάση (αλλά με $0.7 H$ στη στέψη) και με την προϋπόθεση ότι πληρούται η συνθήκη εξωτερικής ευστάθειας του τοίχου (σχήμα 10-13).



Σχήμα 10 - 13



Σχήμα 10 - 14

Άλλες περιπτώσεις όπου επιτρέπεται μείωση του μήκους όπλισης είναι οι περιπτώσεις “όπλισης εδάφους” που υποστηρίζει ένα πρανές με αρνητική κλίση που δεν εξασκεί στην οπλισμένη μάζα καμμία ενεργητική ώθηση και αυτή των τοίχων με διπλή όψη (double facing) σε περιπτώσεις στενών προσβάσεων. Και στις δύο αυτές περιπτώσεις ο σχεδιασμός επιτρέπεται να γίνει με ελάχιστο μήκος οπλισμού μεγαλύτερο ή ίσο του $0,60 H$ (σχήμα 10-14).

10.7.3.3. Ελάχιστο πάχος

Αν και οι υπολογισμοί μπορούν να απαιτήσουν σε πολλές περιπτώσεις μικρά πάχη οπλισμών, για λόγους προφύλαξης από τους κινδύνους έξαρσης τοπικών διαβρώσεων και συνεπώς τοπικής εξασθένησης της διατομής του οπλισμού, το ελάχιστο πάχος σε χιλιοστά των οπλισμών που θα χρησιμοποιούνται δεν θα είναι μικρότερο από τις τιμές που αναγράφονται στους πίνακες που ακολουθούν:

ΠΙΝΑΚΑΣ 3-10

ΕΛΑΧΙΣΤΟ ΠΑΧΟΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΓΙΑ ΕΠΙΨΕΥΔΑΡΓΥΡΩΜΕΝΟ ΧΑΛΥΒΑ (mm)

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΕΡΓΟΥ	I	II	III	IV
A	-	3.0	4.0	5.0
B	-	3.0	5.0	5.0

ΠΙΝΑΚΑΣ 4-10

ΕΛΑΧΙΣΤΟ ΠΑΧΟΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΓΙΑ ΧΑΛΥΒΑ ΧΩΡΙΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ (mm)

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΕΡΓΟΥ	I	II	III	IV
A	3.0	4.0	-	-
B	3.0	5.0	-	-

10.7.3.4. Γωνία τομής τοίχων

Η εσωτερική γωνία που σχηματίζεται μεταξύ των δύο όψεων συναντομένων τοίχων θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 65 μοίρες.

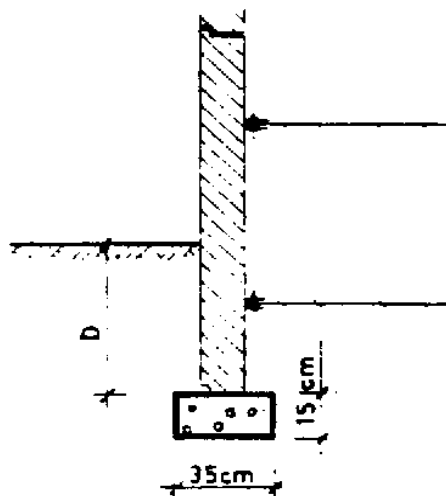
10.7.3.5. Ακτίνα καμπυλότητας

Η ελάχιστη ακτίνα καμπυλότητας καμπύλων τοίχων με πετάσματα από σκυρόδεμα είναι συνάρτηση του ύψους της όψης και θα πρέπει να διαμορφώνεται ως εξής:

- Για όψη με ύψος μεγαλύτερο ή ίσο από 10m η ακτίνα καμπυλότητας θα είναι 30m
- Για όψη με ύψος μικρότερο ή ίσο από 3m η ακτίνα καμπυλότητας θα είναι 15m
- Για όψη με ύψος μεταξύ 3 και 10m η ακτίνα καμπυλότητας θα βρίσκεται με γραμμική παρεμβολή.

10.7.3.6. Στερεό έδρασης πετασμάτων

Οι ελάχιστες διαστάσεις του στερεού έδρασης των πετασμάτων από άοπλο σκυρόδεμα θα είναι: πλάτος 0,35m, πάχος 0,15m όπως φαίνεται στο σχήμα 10-15.



Σχήμα 10 - 15

10.7.3.7. Δοκός έδρασης προσωρινών γεφυρών

Σε ακρόβαθρα, η δοκός έδρασης και η διάταξη γύρω από αυτήν θα πρέπει κατ' ελάχιστον να ικανοποιούν τα εξής:

Το πλάτος της δοκού έδρασης πρέπει να υπολογίζεται έτσι ώστε η τάση που μεταφέρεται στη μάζα της “οπλισμένης επίχωσης” από τα μόνιμα φορτία, και υπολογίζεται σύμφωνα με τη μέθοδο του Meyerhof, να είναι μικρότερη από 150 KPa, χωρίς τμηματικούς συντελεστές φορτίου. Για την περίπτωση που η παραπάνω τάση υπολογίζεται από άθροισμα μόνιμων και κινητών φορτίων θα πρέπει να είναι μικρότερη από 250 KPa.

Η απόσταση του σημείου έδρασης του φορέα από την όψη του πετάσματος θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη ή ίση από 1,0m.

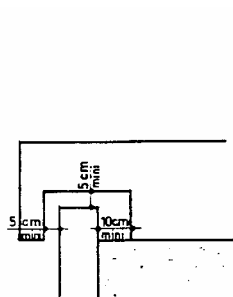
Η απόσταση του εμπρός άκρου της δοκού έδρασης από τα πετάσματα θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 0,10m. Για ακρόβαθρα με ύψος άνω των 10m αυτή θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη ή ίση από 0,15m. Η απόσταση αυτή θα πρέπει να διατηρείται ακόμη και αν ληφθούν υπόψη οι ανοχές της κατασκευής. Σκοπός της απόστασης αυτής είναι η ανεξαρτητοποίηση της δοκού έδρασης από την όψη. Σε περίπτωση κατασκευής κορνίζας πάνω και εμπρός από τη στέψη της όψης θα πρέπει να λαμβάνεται μέριμνα για την ύπαρξη αρμού με τα πετάσματα πλάτους 0,05m (σχήμα 10-16).

Κάτω από τη δοκό έδρασης, για το σκοπό της καλύτερης διανομής των φορτίων, θα πρέπει να κατασκευάζεται στρώση πάχους 0,5m από επιλεγμένο κοκκώδες υλικό (σχήμα 10-18). Στο πάχος της στρώσης αυτής θα πρέπει να περιλαμβάνεται και η πρώτη στρώση του οπλισμού. Το υλικό αυτό θα πρέπει να διαστρώνεται σε 2 φάσεις,

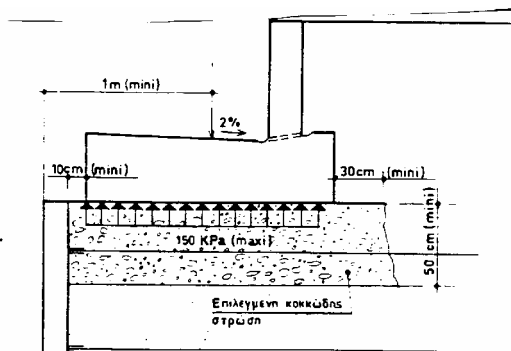
να είναι καλά διαβαθμισμένο και να μην περιέχει κλάσμα διερχόμενο από το κόσκινο Νο 200 μεγαλύτερο από 5%.

Τα νερά που προέρχονται από τον φορέα δεν θα πρέπει να αποστραγγίζονται μέσα στη μάζα της “οπλισμένης επίχωσης” του ακροβάθρου, αλλά να συγκεντρώνονται πάνω στη δοκό έδρασης και να απομακρύνονται κατάλληλα.

10.8. ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΤΟΥ ΧΑΛΥΒΑ ΤΟΥ ΟΠΛΙΣΜΟΥ ΑΠΟ ΔΙΑΒΡΩΣΗ



Σχήμα 10 - 16



Σχήμα 10 - 17

Ο χάλυβας μέσα στο έδαφος υφίσταται διάβρωση της οποίας η έκταση είναι συνάρτηση του χρόνου, του περιβάλλοντος και της προστασίας στην οποία έχει υποβληθεί. Ο υπολογισμός των κατασκευών από “οπλισμένη επίχωση” πρέπει να γίνεται με βάση ένα “πάχος υπολογισμού” e_c προκειμένου για ελάσματα (ταινίες, strips) ή “διαμέτρου υπολογισμού” d_c για κυκλικές ράβδους που ορίζεται από τις παρακάτω σχέσεις:

$$e_c = e_o - e_s \text{ για ελάσματα}$$

$$d_c = d_o - d_s \text{ για κυκλικές ράβδους}$$

όπου:

e_o το συνολικό πάχος

e_s η απώλεια λόγω διαβρώσεων

d_o η συνολική διάμετρος και

d_s η απώλεια λόγω διαβρώσεων

Το θυσιαζόμενο πάχος χάλυβα e_s ή d_s συνδέεται με τη γενική ταξινόμηση των κατασκευών (που έγινε με βάση την επιθετικότητα του περιβάλλοντος) και η τιμή του δίνεται σαν συνάρτηση του χρόνου ζωής των κατασκευών (κατηγορίες I, II, III, IV) και του υλικού που αποτελεί τον οπλισμό.

Για χάλυβες προστατευμένους με επιψευδαργύρωση, το ελάχιστο πάχος (ή ισοδύναμο βάρος σε gr/m^2) θα καθορίζεται από την προδιαγραφή του συστήματος “οπλισμένης επίχωσης” με την έγκρισή του και θα ελέγχεται με το βάρος της επιψευδαργύρωσης, βάσει πειράματος αποψευδαργύρωσης. Ανεξάρτητα από τα παραπάνω, η ελάχιστη απώλεια σε χιλιοστά πάχους θα λαμβάνεται από τους πίνακες που ακολουθούν:

ΠΙΝΑΚΑΣ 5Α-10

ΑΠΩΛΕΙΑ ΠΑΧΟΥΣ ΑΠΟ ΔΙΑΒΡΩΣΗ ΓΙΑ ΕΠΙΨΕΥΔΑΡΓΥΡΩΜΕΝΟ ΧΑΛΥΒΑ (mm)

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΕΡΓΟΥ	I	II	III	IV
A	0.0	0.5	1.0	1.5
B	0.0	1.0	1.5	2.0
Γ	0.0	Θα πρέπει να προσδιορισθεί με ειδική μελέτη		
Δ	Θα πρέπει να προσδιορισθεί κατά περίπτωση με ειδική μελέτη			

ΠΙΝΑΚΑΣ 5 Β-10

ΑΠΩΛΕΙΑ ΠΑΧΟΥΣ ΑΠΟ ΔΙΑΒΡΩΣΗ ΓΙΑ ΧΑΛΥΒΑ ΧΩΡΙΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ (mm)

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΕΡΓΟΥ	I	II	III	IV
A	0.5	1.5	3.0	4.0
B	0.5	2.0	4.0	5.0
Γ	1.0	3.0	5.0	7.0
Δ	Θα πρέπει να προσδιορισθεί κατά περίπτωση με ειδική μελέτη			

10.9. ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΑΠΟ ΤΟ ΝΕΡΟ

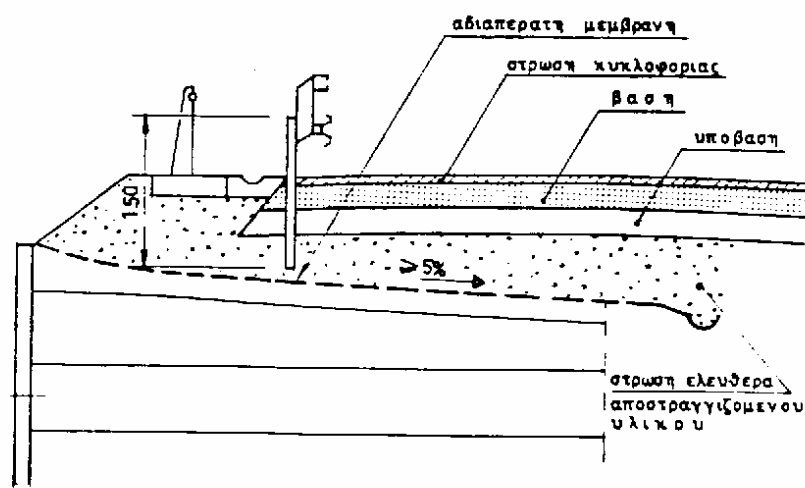
Σε όλες τις περιπτώσεις η περιοχή του έργου, οι υδραυλικές συνθήκες που επικρατούν στο έργο και στη γειτονιά του θα πρέπει να ελέγχονται για τους ακόλουθους λόγους:

Ο κορεσμός του υλικού του επιχώματος οδηγεί σε μια αύξηση των δυνάμεων εφελκυσμού στους οπλισμούς και, αν το έδαφος περιέχει πολύ λεπτόκοκκο υλικό, σε μείωση της τριβής μεταξύ εδάφους - οπλισμού. Αυτές οι επιπτώσεις, για κατασκευές έξω από το νερό δεν λαμβάνονται γενικώς υπόψη στο σχεδιασμό των κατασκευών από “οπλισμένη επίχωση”.

Είσοδος νερών που περιέχουν σε διάλυση άλατα επιθετικά όσον αφορά τη διάρκεια ζωής των οπλισμών (όπως π.χ. αλάτι που χρησιμοποιείται για το λιώσιμο του χιονιού).

Για τους λόγους αυτούς πρέπει να λαμβάνονται κατάλληλα μέτρα προστασίας όπως:

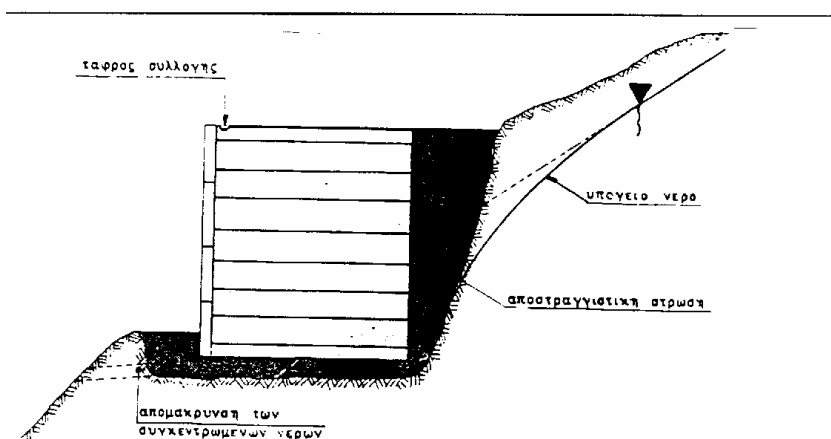
- (1) Προκειμένου για τοίχους ποδός θα πρέπει η επιφάνεια του επιχώματος πάνω από τον τοίχο να διαμορφώνεται με κλίση τουλάχιστον 5% προς την όψη του τοίχου και να φυτεύεται με ένα πάχος φυτικών γαιών 0,40m περίπου. Στην περίπτωση που δεν γίνεται επαρκής συντήρηση του έργου ή τα νερά είναι πολλά, θα πρέπει να διαμορφώνεται αποστραγγιστική τάφρος στη στέψη του οπλισμένου τμήματος του τοίχου, πίσω από την όψη.
- (2) Προκειμένου για τοίχους στέψης που αντιστηρίζουν οδούς, θα πρέπει να προστατεύονται οι οπλισμοί από την είσοδο νερών που περιέχουν διαβρωτικά άλατα. Για το λόγο αυτό, κάτω από την υπόβαση του οδοστρώματος θα πρέπει να τοποθετείται ελεύθερα αποστραγγιζόμενο κοκκώδες υλικό που θα διαχωρίζεται από το υλικό του επιχώματος του οπλισμένου τμήματος του τοίχου με μία αδιαπέρατη μεμβράνη (σχήμα 10-18). Η μεμβράνη αυτή θα πρέπει να έχει κλίση προς το εσωτερικό του οπλισμένου τμήματος τουλάχιστον 5% ώστε το νερό να οδηγείται σε αποστραγγιστική τάφρο ή σωλήνα έξω από το οπλισμένο τμήμα του τοίχου. Αυτή η μεμβράνη να διαθέτει επαρκή αντοχή σε διάτρηση και δεν επιτρέπεται να τρυπηθεί ακόμη και από στύλους στηθαίων ασφάλειας. Στην περίπτωση που η κατασκευή του δρόμου και των ερεισμάτων του είναι τέτοια που δεν επιτρέπει την είσοδο του νερού στο οπλισμένο επίχωμα, αυτή η μεμβράνη μπορεί να παραλείπεται.
- (3) Προκειμένου για τοίχους που κατασκευάζονται σε ορύγματα από υλικό που παρουσιάζει μικρή διαπερατότητα είναι απαραίτητο να προβλέπεται πίσω και κάτω από το οπλισμένο τμήμα τοποθέτηση ελεύθερα στραγγιζομένου κοκκώδους υλικού (σχήμα 10-19) για την απομάκρυνση των διηθουμένων νερών. Η αποστραγγιστική στρώση κάτω από το οπλισμένο τμήμα θα παραλείπεται στην περίπτωση που το έδαφος θεμελίωσης είναι πολύ διαπερατό (όπως για παράδειγμα αποσαθρωμένοι βράχοι). Στην περίπτωση αυτή θα πρέπει να απομακρύνεται το νερό που συλλέγεται πίσω από τον τοίχο με κατάλληλη αποστραγγιστική διάταξη.



Σχήμα 10 - 18

- (4) Τέλος σε περιπτώσεις κατασκευών μέσα στο νερό (τοίχοι σε όχθες ποταμών, κρηπιδότοιχοι) θα πρέπει να προβλέπονται κατάλληλες διατάξεις στραγγιστηρίων, καθώς και εσωτερική κάλυψη των κατακόρυφων αρμών των πετασμάτων, π.χ. με γεωύφασμα, για την αποφυγή του ξεπλύματος των λεπτόκοκκων υλικών. Για μεγάλες και απότομες μεταβολές της στάθμης των νερών εξωτερικά θα λαμβάνονται υπόψη, σε σχέση με τη διαπερατότητα του υλικού του επιχώματος, η αύξηση της επιβαλλόμενης δύναμης στον οπλισμό καθώς και η μείωση του φαινομένου συντελεστού τριβής.

10.10. ΟΠΛΙΣΜΟΙ



Σχήμα 10 - 19

Το υλικό των οπλισμών καθορίζεται από την άδεια του συστήματος βάσει των προδιαγραφών αυτού που θα εγκριθούν αρμοδίως, με τις οποίες θα γίνεται και ο εργαστηριακός έλεγχος των οπλισμών.

10.11. ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΠΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ

(Πετάσματα, γωνιακά στοιχεία, πλάκες επικάλυψης και επιστεγάσματα τοίχων)

10.11.1. Γενικά

Τα προκατασκευασμένα στοιχεία (πετάσματα, πλάκες) θα κατασκευάζονται από σκυρόδεμα με χαρακτηριστική αντοχή f_{ck} τουλάχιστον ίση με 25 MPa (B 25) και θα ελέγχεται σύμφωνα με τον εκάστοτε ισχύοντα Κανονισμό Τεχνολογίας Σκυροδέματος.

Τα πετάσματα θα χυτεύονται σε οριζόντιες επιφάνειες, με την τελικώς ορατή επιφάνεια κάτω. Το σκυρόδεμα θα χυτεύεται χωρίς διακοπή και θα δονείται με δονητή της έγκρισης της Υπηρεσίας, ο οποίος θα πρέπει να έχει και κεφαλή χειρός έτσι ώστε να είναι δυνατή η δόνηση και στις γωνίες των σιδηροτύπων. Για τη λίπανσή τους απαιτείται καθαρό λάδι σιδηροτύπων, το οποίο θα χρησιμοποιείται σε όλη την παραγωγή των πετασμάτων και θα είναι του ιδίου τύπου και κατασκευαστού.

10.11.2. Ανοχές

Όλες οι διαστάσεις 3 χλστ. Διαγώνια διάσταση πετάσματος 5 χλστ. στα 1.500 χλστ.

10.11.3. Χειρισμός

Ο χειρισμός των στοιχείων, η αποθήκευση και η μεταφορά τους θα είναι τέτοια ώστε να μη γίνουν σπασίματα ή ζημιές από ψαλιδισμό, κάμψη κ.λ.π. Τα πετάσματα θα αποθηκεύονται πάνω σε στηρίγματα για να αποφεύγονται ζημιές στα εξέχοντα εξαρτήματα (αγκύρια κ.λ.π.). Τα στηρίγματα θα είναι τέτοια ώστε να μην προκαλούν σημάδια ή ζημιές στην όψη του πετάσματος. Τα πετάσματα θα σημειώνονται καθαρά στο πίσω τους τμήμα για τον τύπο τους και τον προορισμό τους. Η ανέγερση των πετασμάτων θα γίνεται μετά από τουλάχιστον 14 ημέρες από την ημέρα παραγωγής τους.

10.12. ΣΥΝΔΕΣΜΟΙ ΟΠΛΙΣΜΟΥ - ΠΕΤΑΣΜΑΤΟΣ

Αυτοί θα είναι από χάλυβα εν θερμώ γαλβανισμένοι σύμφωνα με τις προδιαγραφές του εγκεκριμένου συστήματος και με αντοχή κατάλληλη για την παραλαβή των φορτίων.

Η αντοχή αυτή θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη της δύναμης διαρροής του οπλισμού και αν αυτό δεν μπορεί να εξασφαλιστεί τότε αρκεί να είναι τουλάχιστον διπλάσια της αντοχής εξόλκευσης του οπλισμού.

10.13. ΑΡΜΟΙ

Τα υλικά αρμών [π.χ. ειδικός αφρός στεγάνωσης αρμών, γεωύφασμα, (φίλτρο αρμών κλπ.)] θα είναι όπως φαίνονται στα σχέδια με αντοχή κατάλληλη για τη χρήση τους.

10.14. ΥΛΙΚΟ ΕΠΙΧΩΜΑΤΟΣ ΠΛΗΡΩΣΗΣ

- 10.14.1. Τα υλικά επιχώματος μπορούν να είναι είτε φυσικά υλικά είτε προέλευσης λατομείου. Δεν επιτρέπεται να περιέχουν φυτικά, υλικά που αποσυντίθενται, σκουπίδια ή άλλο βλαβερό υλικό.
- 10.14.2. Το επίχωμα θα πρέπει να πληροί τα γεωτεχνικά και χημικά/ηλεκτροχημικά κριτήρια που περιγράφονται κατωτέρω.
- 10.14.3. Υλικά επιχώματος που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν και είναι βιομηχανικής προέλευσης ή από τη θάλασσα, ή γενικότερα αμφίβολης συμπεριφοράς, πρέπει να γνωστοποιούνται στην Υπηρεσία και να εξετάζονται εργαστηριακά. Η χρήση τέτοιων υλικών μπορεί να γίνει μόνο με τη σύμφωνη γνώμη της Υπηρεσίας, και μετά από ειδική μελέτη με πρόσθετες απαιτήσεις.
- 10.14.4. Γεωτεχνικά κριτήρια
- 10.14.4.1 Το υλικό του επιχώματος θα συμφωνεί με την ακόλουθη διαβάθμιση, που θα προσδιορίζεται σύμφωνα με τις προδιαγραφές εργαστηριακών δοκιμών Ε 105-86 (αρ. 7 και 8) του Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. και να έχει “*συντελεστή ομοιομορφίας*” μεγαλύτερο ή ίσο με 2.

ΠΙΝΑΚΑΣ 6-10

ΔΙΑΒΑΘΜΙΣΗ ΥΛΙΚΟΥ ΕΠΙΧΩΜΑΤΟΣ ΠΛΗΡΩΣΗΣ

Διάμετρος κοσκίνου	% Διερχόμενο
250 mm	100
75 mm	όχι λιγότερο από 75
10 mm	όχι λιγότερο από 10
75 μm	0 - 15

Αν το υλικό επιχώματος περιέχει περισσότερο από 15% διερχόμενο από το κόσκινο των 75μm, το υλικό μπορεί να είναι ακόμη αποδεκτό πράγμα που εξαρτάται από τα αποτελέσματα δοκιμών κοκκομετρικής ανάλυσης με αραιόμετρο και άμεσης διάτμησης (προδιαγραφές εργαστηριακών δοκιμών Εδαφομηχανικής, Ε 105-86, υπ. αριθμ. 9 και 16 αντίστοιχα).

Για το σκοπό αυτό θα εξετάζεται το ποσοστό του υλικού του λεπτότερου από 15μm και

- αν αυτό είναι περισσότερο από 20%, το υλικό είναι ακατάλληλο
- αν είναι λιγότερο από 10%, το υλικό είναι κατάλληλο

- αν είναι μεταξύ 10% και 20%, τότε βρίσκεται η γωνία εσωτερικής τριβής από δοκιμές ταχείας άμεσης διάτμησης επί στερεοποιημένου δοκιμίου και αν αυτή είναι:
- μεγαλύτερη ή ίση από 25° για χάλυβες με νευρώσεις, ή 22° για τους λείους χάλυβες το υλικό είναι κατάλληλο
- μικρότερη από 25° για χάλυβες με νευρώσεις ή 22° για τους λείους χάλυβες, το υλικό είναι ακατάλληλο

10.14.4.2. Το επίχωμα δεν θα περιλαμβάνει υλικά τα οποία χάνουν τα χαρακτηριστικά τριβής τους, υλικά ευαίσθητα στο νερό ή ακατάλληλα υλικά όπως:

- Υλικά από βάλτους
- Τύρφη φυτικές γαίες και υλικά που φθείρονται
- Υλικά που αυταναφλέγονται
- Υλικά σε παγωμένη κατάσταση
- Υλικά με περιεχόμενη υγρασία μεγαλύτερη από αυτή που επιτρέπεται για τα συγκεκριμένα υλικά, όπως αυτή μπορεί να καθορίζεται από την Υπηρεσία

10.14.4.3. Το υλικό επίχωσης θα είναι συμβατό με το πάχος των στρώσεων που πρόκειται να συμπυκνωθούν και θα έχει επιπλέον την ιδιότητα να συμπυκνώνεται επαρκώς, σύμφωνα με τις απαιτήσεις που τίθενται, χρησιμοποιώντας τα συνηθισμένα εργοταξιακά μηχανήματα. Η επίχωση δεν θα πρέπει να περιλαμβάνει στοιχεία (κόκκους) διαμέτρου μεγαλύτερης των 250 χλστ.

10.14.5. Χημικά και ηλεκτροχημικά κριτήρια

10.14.5.1. Η δραστικότητα (ενεργότητα, *activity*) των ιόντων υδρογόνου ή “pH”

Η τιμή του pH που θα μετρηθεί στο επίχωμα, σύμφωνα με τις μεθόδους που περιγράφονται στο BS1377:1975 σε νερό που λαμβάνεται από μίγμα νερού - εδάφους (1 μέρος άνυδρου δείγματος με 1 μέρος απεσταγμένου ή απιονισμένου ύδατος το οποίο θα έχει ηλεκτρική αντίσταση μεγαλύτερη από 200 KΩ cm), θα πρέπει να βρίσκεται στα όρια μεταξύ 5 και 10.

10.14.5.2 Ηλεκτρική αντίσταση

10.14.5.2.1 Γενικά

Η ηλεκτρική αντίσταση ενός συμπυκνωμένου και κορεσμένου δείγματος δεν θα πρέπει να είναι μικρότερη από 1000 Ωcm για έργα κατηγορίας A και 3000 Ωcm για έργα κατηγορίας B. Η δοκιμή αυτή πρέπει να γίνεται σύμφωνα με τη διαδικασία που συνίσταται στην παράγραφο 1.3 των Γαλλικών Κανονισμών για κατασκευές από “οπλισμένη γη” (1979). Για

υλικό επιχώματος με ηλεκτρική αντίσταση μεταξύ 1000 και 5000 Ωcm θα πρέπει να μετράται το περιεχόμενο σε διαλυτά άλατα (θειικά και χλωριούχα). Στην περίπτωση αυτή οι δοκιμές θα πρέπει να γίνονται όπως περιγράφονται στην επόμενη παράγραφο.

10.14.5.2.2 Περιεχόμενο διαλυτών αλάτων (θειικών και χλωριούχων) - πρόσθετες απαιτήσεις δοκιμών για υλικά επιχώματος τα οποία έχουν ηλεκτρική αντίσταση μεταξύ των τιμών 1000 και 5000 Ωcm

Για το σκοπό του προσδιορισμού της συγκέντρωσης των διαλυτών αλάτων θα πρέπει να λαμβάνεται ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα υλικού. Το μίγμα νερού - εδάφους που θα εξαχθεί γι' αυτή τη δοκιμή θα προκύπτει όπως παρακάτω (αυτό το νερό μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για τη μέτρηση του pH).

Το δείγμα θα πρέπει να ξηραίνεται σε κλίβανο με θερμοκρασία μεταξύ 75° C και 80° C. Ο κλίβανος που θα χρησιμοποιηθεί θα πρέπει να διαθέτει θερμοστάτη και να μπορεί να διατηρεί τη θερμοκρασία στα ανωτέρω όρια (οι κοινοί κλίβανοι ξήρανσης συνήθως το επιτυγχάνουν). Το δείγμα θα θεωρείται ξηρό όταν η διαφορά μεταξύ διαδοχικών ζυγίσεων του βάρους του σε διαστήματα 4 ωρών είναι μικρότερη από 0.1% του αρχικού του βάρους. Μια ολονύκτια ξήρανση είναι συνήθως αρκετή. Το ξηρό δείγμα θα κοσκινίζεται ώστε να απομακρύνονται οι κόκκοι οι μεγαλύτεροι από 10 $\chi\lambda\sigma\tau$.

Στη συνέχεια ζυγίζονται με ακρίβεια 0.01 γραμ. περίπου 500 γραμ. ξηρού δείγματος και τοποθετούνται σε πλαστική φιάλη του 1 λίτρου, με φαρδύ στόμιο και βιδωτό πώμα. Σ' αυτήν προστίθενται 500 ml απεσταγμένου νερού και το δείγμα αναταράσσεται. Τα απαιτούμενα μέρη νερού - εδάφους λαμβάνονται και προετοιμάζονται σύμφωνα με συγκεκριμένες απαιτήσεις ώστε να γίνουν οι ακόλουθοι προσδιορισμοί:

(1) Προσδιορισμός χλωριούχων (Cl^-)

Ο προσδιορισμός των χλωριούχων απαιτείται για τα φυτικά υλικά του επιχώματος των οποίων η ηλεκτρική αντίσταση είναι μεταξύ 1000 και 5000 Ωcm .

Η συγκέντρωση των χλωριούχων θα προσδιορίζεται με βάση το BS812: 1976, Μέρος 4, σε μίγμα νερού - εδάφους που λήφθηκε όπως αναφέρθηκε προηγουμένως. Ο μέσος όρος των προσδιορισθόμενων τιμών από τρία μείγματα νερού - εδάφους θα αναφέρεται με ακρίβεια 10 mg/kg (0.001%).

Το περιεχόμενο σε χλωριούχα θα πρέπει να είναι μικρότερο από 200mg/kg (0.02%) για κατασκευές κατηγορίας A, ή 100 mg/kg (0.01%) σε κατασκευές κατηγορίας B.

(2) Προσδιορισμός θειικών (SO_4^{--})

(3) Ο προσδιορισμός των θειικών απαιτείται για υλικά φυσικού εδάφους των οποίων η ηλεκτρική αντίσταση είναι μεταξύ 1000 και 5000 Ωcm .

Το μείγμα νερού - εδάφους που λήφθηκε όπως περιγράφηκε ανωτέρω θα προετοιμάζεται σύμφωνα με το BS1377: 1975, Δοκιμή 10, και η συγκέντρωση των θειικών (SO_4^{--}) θα προσδιορίζεται κατά βάρος με βάση το BS1377: 1975, Δοκιμή 9, παράγραφος 3.2.4.3. Η δοκιμή αυτή προσδιορίζει το ποσοστό του θειικού σαν SO_3^{--} .

Το περιεχόμενο σε θειικά (SO_4^{--}) δεν θα πρέπει να είναι μεγαλύτερο από 1000 mg/kg (0.1%) σε κατασκευές κατηγορίας A ή 500 mg/kg (0.05%) σε κατασκευές κατηγορίας B. Για αποτελέσματα που δίνονται σε θειώδες (SO_3^{--}) το περιεχόμενο δεν μπορεί να είναι περισσότερο από 833 mg/kg (0.083%) ή 416 mg/kg για αντίστοιχες κατηγορίες κατασκευών όπως ανωτέρω. Αποτελέσματα σε SO_3^{--} μπορούν να μετατρέπονται σε SO_4^{--} διαιρώντας με τον συντελεστή 0.833. Στον παρακάτω πίνακα συνοψίζονται τα περιγραφέντα χημικά και ηλεκτροχημικά κριτήρια που αναφέρονται σε συνήθη επιχώματα πλήρωσης.

ΠΙΝΑΚΑΣ 7-10

ΗΛΕΚΤΡΟΧΗΜΙΚΑ ΚΑΙ ΧΗΜΙΚΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΧΩΜΑΤΟΣ ΠΛΗΡΩΣΗΣ

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΕΡΓΟΥ	ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ	pH	Cl^-	SO_4^{--}
A	> 1000 Ωcm	5 to 10	< 200 ppm	< 1000 ppm
B	> 3000 Ωcm	5 to 10	< 100 ppm	< 500 ppm

10.15. ΕΠΙΧΩΣΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΥΚΝΩΣΗ

Το υλικό του επιχώματος πλήρωσης θα πρέπει να αποτίθεται, διαστρώνεται και συμπυκνώνεται σε οριζόντιες στρώσεις πάχους ανάλογου με τον χρησιμοποιούμενο εξοπλισμό και σύμφωνα με τις απαιτήσεις της Π.Τ.Π. Χ1 τις υποδείξεις της επιβλέπουσας Υπηρεσίας και επιπλέον:

- (1) Η απόθεση και συμπύκνωση του υλικού θα πρέπει να γίνεται έτσι ώστε όλες οι στρώσεις των οπλισμών να τοποθετούνται στις απαιτούμενες στάθμες και πάνω από ήδη συμπυκνωμένο επίχωμα.
- (2) Όλες οι εργασίες του επιχώματος (απόθεση, διάστρωση, οριζοντίωση και συμπύκνωση) θα εκτελούνται γενικά με διεύθυνση παράλληλη προς την όψη και θα πραγματοποιούνται σταδιακά σε εναλλασσόμενες φάσεις με την τοποθέτηση και αγκύρωση οπλισμών και πετασμάτων.
- (3) Θα δίδεται ιδιαίτερη προσοχή στη διασφάλιση των οπλισμών και των πετασμάτων από ζημιές ή παραμορφώσεις κατά τη διάρκεια των εργασιών

απόθεσης, διάστρωσης, οριζοντίωσης και συμπύκνωσης του επιχώματος. Το πρόγραμμα των εργασιών κατασκευής του επιχώματος θα πρέπει γενικά να είναι τέτοιο ώστε να μην περνούν οχήματα και μηχανήματα πάνω από τους οπλισμούς.

- (4) Όλα τα οχήματα και μηχανήματα που ζυγίζουν περισσότερο από 1500 kg θα πρέπει να κρατούνται τουλάχιστον 1,5m μακριά από την όψη.
- (5) Το επίχωμα μέσα σε αυτό το 1,5m θα συμπυκνώνεται με τη χρήση ενός από τα ακόλουθα μηχανήματα:
 1. Δονητικού αναπηδώντος συμπυκνωτή (βάτραχος, vibro tamper).
 2. Δονητικής πλάκας συμπύκνωσης με μάζα μικρότερη από 1000 χγρ.
 3. Δονητικού κυλίνδρου με βάρος ανά μέτρο πλάτους μικρότερο από 1300 χγρ και συνολικό βάρος μικρότερο από 1500 χγρ.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ – ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11

11. ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΜΕΛΕΤΩΝ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ	68
11.1. ΠΡΟΚΑΤΑΡΚΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΓΕΦΥΡΩΝ	68
11.2. ΠΡΟΜΕΛΕΤΕΣ ΓΕΦΥΡΩΝ	70
11.3. ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΓΕΦΥΡΩΝ	75
11.4. ΕΛΕΓΧΟΣ ΜΕΛΕΤΩΝ	85

11. ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΜΕΛΕΤΩΝ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

11.1. ΠΡΟΚΑΤΑΡΚΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΓΕΦΥΡΩΝ

11.1.1. Γενικά

Ο φάκελος της Προκαταρκτικής Επεξεργασίας γεφυρών, η οποία συντάσσεται σύμφωνα με τα άρθρα 140 και 142 του Π.Δ. 696/74, όπως τροποποιήθηκε με το Π.Δ. 515/89, θα περιλαμβάνει τα ακόλουθα σχέδια και τεύχη, τα οποία θα αναγράφονται σε Πίνακα Περιεχομένων επικολλημένο στον φάκελο της μελέτης.

Σε ό,τι αφορά τη χρονική αλληλουχία υποβολής της μελέτης σε σχέση με τις υπόλοιπες μελέτες, είτε κύριες είτε υποστηρικτικές, ισχύουν τα αναγραφόμενα στην Εγκύκλιο Ε 37/97 ή τυχόν αναθεωρήσεις της.

Μαζί με το στάδιο της Προκαταρκτικής Επεξεργασίας των τεχνικών, προβλέπεται η σύνταξη της Προμελέτης Οδοποιίας.

Αμέσως μετά την έγκριση της Προκαταρκτικής Επεξεργασίας, απαιτείται να εκτελεσθούν σε πρώτη φάση οι γεωτρήσεις στις θέσεις του τεχνικού έργου και οι Γεωτεχνικές Έρευνες, ούτως ώστε να ακολουθήσει η επιλογή του άξονα της οδού ο οποίος αποτελεί ένα από τα κύρια χαρακτηριστικά της Προμελέτης Οδοποιίας.

11.1.2. Σχέδια

11.1.2.1. Απόσπασμα οριζοντιογραφίας με γενική κάτοψη της γέφυρας και των προσβάσεων της. Θα συντάσσεται σε τοπογραφικό υπόβαθρο, σε κλίμακα 1:200 ή 1:500 ή 1:1000, στο οποίο θα αποτυπώνεται ολόκληρο το σύστημα των προς κατασκευή έργων και των προς υπέρβαση κωλυμάτων με τις βασικές διαστάσεις τους.

Εφόσον δεν έχει προηγηθεί η εκπόνηση γεωτεχνικής έρευνας στην εγγύς περιοχή του έργου, στο σχέδιο αυτό θα σημειώνονται οι θέσεις των προτεινομένων γεωτρήσεων που απαιτούνται για τη μελέτη θεμελίωσης της γέφυρας.

Το σχέδιο αυτό θα είναι σύμφωνο με τυχόν προηγηθείσα εγκεκριμένη οριστική μελέτη ή προμελέτη οδοποιίας ή αναγνωριστική μελέτη οδοποιίας ή αντίστοιχη κυκλοφοριακή μελέτη στην οποία εντάσσεται η μελέτη της γέφυρας.

11.1.2.2. Απόσπασμα μηκοτομής ή μηκοτομών οδοποιίας, από εγκεκριμένη οριστική μελέτη ή προμελέτη οδοποιίας ή αναγνωριστική μελέτη οδοποιίας της οδού ή των οδών που αφορά η γέφυρα, όπου θα αποτυπώνονται τα υψόμετρα εδάφους και ερυθράς και οι υψομετρικές διαφορές σε χαρακτηριστικές θέσεις της γέφυρας (π.χ. θέσεις βάθρων), οι κατά μήκος κλίσεις των συμβαλλουσών στη γέφυρα οδών καθώς και οι εγκάρσιες επικλίσεις σε χαρακτηριστικές θέσεις. Θα αναγράφονται τα κύρια στοιχεία της γέφυρας, όπως επιμέρους ανοίγματα, τα όρια κοίτης υγρών κωλυμάτων και στάθμη επιφανειακών και υπογείων υδάτων κ.λ.π., καθώς και τα λοιπά χαρακτηριστικά της χάραξης.

Σε γέφυρες Κάτω Διαβάσεων και σιδηροδρομικών γεφυρών, θα αναγράφεται το ελάχιστο ελεύθερο ύψος μεταξύ της επιφάνειας κύλισης της οδού ή / και της κεφαλής της (εσωτερικής) σιδηροτροχιάς και του φορέα της γέφυρας.

11.1.2.3. Τυπική διατομή που θα συντάσσεται σε κλίμακα 1:100 ή 1:50, ώστε να απεικονίζονται ο φορέας, τα βάθρα (σε τομή ή προβολή), το έδαφος με τυχόν διευθετήσεις κλπ, λαμβάνοντας υπόψη τις διατάξεις των Ο.Μ.Ο.Ε.

11.1.2.4. Τα σχέδια θα είναι εναρμονισμένα με τα υπάρχοντα οριστικοποιημένα στοιχεία οδοποιίας.

11.1.3. Τεύχος Τεχνικής Έκθεσης – Προϋπολογισμού

Στην Τεχνική Έκθεση θα γίνεται συνοπτική περιγραφή των χαρακτηριστικών στοιχείων της γέφυρας και ειδικότερα θα αναφέρονται τα:

- (1) Υλικά κατασκευής, μέθοδος κατασκευής, κανονισμοί που εφαρμόζονται
- (2) Η κλάση φόρτισης της γέφυρας
- (3) Τα επί μέρους ανοίγματα και το συνολικό μήκος της γέφυρας

Σε Προκαταρκτικές Επεξεργασίες γεφυρών επί ξηρών ή υγρών κωλυμάτων, θα συντάσσεται και θα επισυνάπτεται στην Τεχνική Έκθεση, η απαιτούμενη, σύμφωνα με τα προβλεπόμενα στο Π.Δ. 696/74 (άρθρο 140 ή άρθρο 197, παρ.10) όπως τροποποιήθηκε με το Π.Δ. 515/89, καθώς και τις αντίστοιχες οικείες διατάξεις των Ο.Μ.Ο.Ε., υδραυλική μελέτη για τον υπολογισμό του υδραυλικά απαιτούμενου ανοίγματος γεφύρωσης και των χαρακτηριστικών της ροής στην πλημμυρική παροχή και για τον καθορισμό των τυχόν απαιτούμενων έργων διευθέτησης, εισόδου, εξόδου, έργων προστασίας κ.λ.π., τα οποία θα παρουσιάζονται στα σχέδια.

Η σύνταξη του Προϋπολογισμού γέφυρας, στο στάδιο της Προκαταρκτικής Επεξεργασίας, θα γίνεται με εκτίμηση της δαπάνης ανά μονάδα επιφανείας της γέφυρας, με βάση τη διαθέσιμη εμπειρία και πρακτική και τα κόστη των τεχνικών έργων από ήδη κατασκευασμένα συναφή έργα, συνεκτιμώντας τυχόν ιδιαίτερες συνθήκες.

11.1.4. Τεύχος Προγράμματος Γεωτεχνικών Ερευνών

Θα προτείνονται και θα αιτιολογούνται ο αριθμός, οι θέσεις και το βάθος των απαιτούμενων γεωτρήσεων για τη θεμελίωση της γέφυρας, θα επισημαίνονται οι απαιτούμενες, πέραν των συνήθως προβλεπομένων, εργαστηριακές δοκιμές καθώς και τυχόν πρόσθετες ειδικές έρευνες με βάση γεωλογικές ενδείξεις στην περιοχή του έργου.

Εάν έχει προηγηθεί γεωτεχνική έρευνα και οριστική γεωλογική μελέτη στην περιοχή του έργου, θα γίνεται σχετική αναφορά στο τεύχος της Τεχνικής Έκθεσης (αριθμός, θέσεις και βάθος γεωτρήσεων) και θα προτείνεται τυχόν απαιτούμενη πρόσθετη γεωτεχνική έρευνα στη θέση της γέφυρας.

11.2. ΠΡΟΜΕΛΕΤΕΣ ΓΕΦΥΡΩΝ

11.2.1. Γενικά

Ο φάκελος Προμελέτης των γεφυρών, η οποία συντάσσεται σύμφωνα με τα άρθρα 141 έως 143 του Π.Δ. 696/74, όπως τροποποιήθηκε με το Π.Δ. 515/89, θα περιλαμβάνει τα ακόλουθα σχέδια και τεύχη, τα οποία θα αναγράφονται σε Πίνακα Περιεχομένων, επικολλημένο στον φάκελο της μελέτης:

Σε ό,τι αφορά τη χρονική αλληλουχία υποβολής της μελέτης σε σχέση με τις υπόλοιπες μελέτες, είτε κύριες είτε υποστηρικτικές, ισχύουν τα αναγραφόμενα στην Εγκύκλιο Ε 37/97 ή τυχόν αναθεωρήσεις της.

11.2.2. Σχέδια

11.2.2.1. Απόσπασμα οριζοντιογραφίας από εγκεκριμένη οριστική μελέτη ή προμελέτη οδοποιίας στην οποία εντάσσεται η γέφυρα, σε κλίμακα 1:500 ή 1:1000. Εάν πρόκειται για μεμονωμένη μελέτη γέφυρας θα συντάσσεται σχέδιο Γενικής Κάτοψης της γέφυρας και των προσβάσεων της σε τοπογραφικό υπόβαθρο, υπό κλίμακα 1:500 ή 1:1000. Θα αποτυπώνεται όλο το σύστημα των έργων με τις γεωμετρικές τους διαστάσεις καθώς και το σύστημα απαγωγής των ομβρίων που θα είναι συσχετισμένο με τη γενική μελέτη αποχέτευσης.

Στο σχέδιο αυτό θα σημειώνονται και οι θέσεις των εκτελεσμένων γεωτρήσεων.

11.2.2.2. Απόσπασμα μηκοτομής ή μηκοτομών οδοποιίας, από εγκεκριμένη οριστική μελέτη ή προμελέτη οδοποιίας της οδού ή των οδών που αφορά η γέφυρα, όπου θα αποτυπώνονται τα υψόμετρα εδάφους και ερυθράς και οι υψομετρικές διαφορές σε χαρακτηριστικές θέσεις της γέφυρας (π.χ. θέσεις βάθρων), οι κατά μήκος κλίσεις των συμβαλλουσών στη γέφυρα οδών καθώς και οι εγκάρσιες επικλίσεις σε χαρακτηριστικές θέσεις.

11.2.2.3. Όψη της γέφυρας, σε κλίμακα 1: 100 ή 1: 200.

11.2.2.4. Κατά μήκος τομή της γέφυρας που θα συντάσσεται σε κλίμακα 1: 50 ή 1:100 ή 1:200 και όπου θα αναγράφονται τα κύρια στοιχεία της γέφυρας, όπως, επιμέρους ανοίγματα, χαρακτηριστικά υψόμετρα ερυθράς και εδάφους και οι γεωμετρικές διαστάσεις όλων των επιμέρους στοιχείων της γέφυρας (φορέων, βάθρων και θεμελιώσεων).

Θα αναγράφονται επίσης οι διαστάσεις ανάλυσης των στοιχείων των Κυκλοφοριακών έργων (σύμφωνα με το γεωμετρικό σχεδιασμό), των έργων αποχέτευσης κ.λ.π.

Σε, οριζοντιογραφικά, ευθύγραμμες γέφυρες, η κατά μήκος τομή θα σχεδιάζεται κατά τον διαμήκη άξονα συμμετρίας της γέφυρας.

Σε λοξές ή καμπύλες γέφυρες η τομή μπορεί να είναι κάθετη στα βάθρα ή να παρουσιάζεται κατά τρόπο που να απεικονίζονται ικανοποιητικά τα χαρακτηριστικά στοιχεία της γέφυρας (π.χ. ανάπτυγμα της γέφυρας κατά το μήκος της).

Σε γέφυρες Κάτω Διάβασης οδού ή/και σιδηροδρομικής γραμμής θα αναγράφεται το ελάχιστο ελεύθερο ύψος μεταξύ της επιφάνειας κύλισης της οδού ή / και της κεφαλής της (εσωτερικής) σιδηροτροχιάς και του φορέα της γέφυρας.

11.2.2.5. Εδαφοτεχνική τομή, κατά μήκος του άξονα της γέφυρας, σε κλίμακα 1: 50 ή 1:100 ή 1:200, στο οποίο θα φαίνονται οι θέσεις των γεωτρήσεων που έχουν εκτελεσθεί και οι αντίστοιχες εδαφικές στρώσεις, οι στάθμες του συστήματος θεμελίωσης και η στάθμη του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα. Το σχέδιο αυτό μπορεί να ενσωματωθεί στο Σχέδιο της κατά μήκος τομής της γέφυρας.

11.2.2.6. Κάτοψη γέφυρας, σε κλίμακα 1:100 ή 1:200 ή και μεγαλύτερη.

11.2.2.7. Κάτοψη Θεμελίωσης, σε κλίμακα 1:100 ή 1:200 ή και μεγαλύτερη.

11.2.2.8. Οριζόντιες τομές, σε κατάλληλες θέσεις και χαρακτηριστικά τμήματα της γέφυρας σε κλίμακες 1:50 ή 1:100 ή 1:200.

11.2.2.9. Εγκάρσιες τομές, σε χαρακτηριστικές θέσεις της γέφυρας, σε πρόσφορες κλίμακες, ώστε να απεικονίζονται το πλάτος του φορέα, η μορφή και οι διαστάσεις των βάθρων, το έδαφος, οι τελικές διαμορφώσεις των κυκλοφοριακών έργων, των διευθετήσεων κ.λ.π.

11.2.2.10. Σχέδια Λεπτομερειών σε πρόσφορες κλίμακες που θα περιλαμβάνουν τυπικές λεπτομέρειες του φορέα, του καταστρώματος της γέφυρας, των βάθρων κ.λ.π., (π.χ. τρόπος στήριξης του φορέα κατά μήκος της γέφυρας και εγκάρσια, εφέδρανα, αρμοί συστολοδιαστολής, στηθαία, μονώσεις, επιστρώσεις, στοιχεία των συστημάτων στράγγισης και αποχέτευσης, κλπ).

11.2.3. Τεύχος Τεχνικής Έκθεσης

Στην Τεχνική Έκθεση θα γίνεται συνοπτική περιγραφή των χαρακτηριστικών στοιχείων της γέφυρας και ειδικότερα θα αναφέρονται:

- (1) Τα υλικά κατασκευής, η μέθοδος κατασκευής και οι κανονισμοί που εφαρμόζονται
- (2) Η κλάση φόρτισης της γέφυρας
- (3) Τα επί μέρους ανοίγματα και το συνολικό μήκος της γέφυρας

Σε γέφυρες επί ξηρών ή υγρών κωλυμάτων θα αναφέρεται η επάρκεια του ελεύθερου ανοίγματος της γέφυρας σε σχέση με το υδραυλικά απαιτούμενο άνοιγμα, όπως αυτό υπολογίζεται είτε στο στάδιο της προκαταρκτικής επεξεργασίας (κατά το άρθρο 140 του Π.Δ. 696/1974), είτε (εάν έχει παραληφθεί το στάδιο της προκαταρκτικής επεξεργασίας) στο παρόν στάδιο, με τεύχος υπολογισμού το οποίο θα συντάσσεται σύμφωνα με το άρθρο 140 του Π.Δ. 696/74 ή το άρθρο 197 παρ.10, του Π.Δ. 696/74.

Θα καθορίζονται επίσης τα απαιτούμενα έργα διευθέτησης, εισόδου, εξόδου, κ.λ.π., τα οποία θα παρουσιάζονται στα σχέδια.

- (4) Το στατικό σύστημα του φορέα της γέφυρας σε συσχετισμό με τα προσομοιώματα στατικής και δυναμικής ανάλυσης (όταν απαιτείται τέτοια ανάλυση).
- (5) Ο τύπος της διατομής του καταστρώματος και των βάθρων, τα ύψη του φορέα της γέφυρας σε χαρακτηριστικές θέσεις, οι λόγοι των υψών του φορέα ως προς το άνοιγμά του, κ.λ.π.
- (6) Ο τρόπος κατασκευής της γέφυρας, σε συνδυασμό με εξασφάλιση της κυκλοφορίας κατά τη διάρκεια της κατασκευής, εάν αυτό απαιτείται από την κυκλοφοριακή μελέτη ή από τις επικρατούσες κυκλοφοριακές συνθήκες στην περιοχή κατασκευής της γέφυρας.
- (7) Η διευθέτηση της κυκλοφορίας κατά τη διάρκεια κατασκευής της γέφυρας.
- (8) Ο τρόπος αποχέτευσης των ομβρίων της γέφυρας.
- (9) Περιγραφή του συστήματος γεφύρωσης και του τρόπου κατασκευής της στις διάφορες φάσεις. Θα γίνεται αναφορά στο σύστημα γεφύρωσης κατά τις διάφορες φάσεις κατασκευής και λειτουργίας, στις καταπονήσεις της γέφυρας κατά την κατασκευή και στον τρόπο της αντιμετώπισής τους.
- (10) Αναφορά στα γεωτεχνικά και γεωλογικά δεδομένα καθώς και στον τρόπο Θεμελίωσης.

Οι παραπάνω απαιτήσεις αφορούν όλες τις εναλλακτικές λύσεις σχεδιασμού του έργου που θα υποβάλει ο μελετητής, ο οποίος θα πρέπει να δικαιολογήσει επίσης, από τεχνική και οικονομική άποψη, την, κατά την άποψή του, καταλληλότερη λύση. Για καθεμιά από τις προτεινόμενες εναλλακτικές λύσεις θα πρέπει να παρουσιάζονται οι εκτιμώμενες δαπάνες κατασκευής και συντήρησης.

11.2.4. Τεύχη Στατικών

Στα Τεύχη των Στατικών θα περιέχονται τα ακόλουθα:

11.2.4.1. Έκθεση Στατικών Υπολογισμών που θα περιλαμβάνει:

- Την περιγραφή και αιτιολόγηση του επιλεγέντος στατικού συστήματος.
- Τα προγράμματα Ηλεκτρονικού Υπολογιστή που χρησιμοποιούνται για τη στατική μελέτη και την περιγραφή των μεθόδων ανάλυσης των προγραμμάτων αυτών.
- Την επιλογή του προσομοιώματος της γέφυρας για εισαγωγή δεδομένων στον Ηλεκτρονικό Υπολογιστή και σχετικό σκαρίφημα με ονομασία - αρίθμηση των κόμβων και των μελών του.
- Την αναλυτική περιγραφή των συνθηκών στήριξης του συστήματος.
- Την αναλυτική περιγραφή των μεμονωμένων φορτίσεων, με παραπομπή στους αντίστοιχους κανονισμούς που τις προβλέπουν.
- Την αναλυτική καταγραφή των συνδυασμών φορτίσεων.

- Την καταγραφή, ανάλυση και αιτιολόγηση της μεθόδου αντισεισμικού υπολογισμού που χρησιμοποιείται.
- Την καταγραφή και αιτιολόγηση των παραμέτρων και συντελεστών που χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό των φασμάτων σχεδιασμού των συνιστωσών του σεισμού, κατά Ε.Α.Κ.-2000 και Ε 39/99.
- Τις ιδιοπεριόδους και τις ιδιομορφές του στατικού συστήματος, εφόσον γίνεται δυναμική ανάλυση του έργου.
- Τις μετακινήσεις σε κρίσιμες θέσεις και τυχόν άλλα χαρακτηριστικά της συμπεριφοράς του έργου.
- Την καταγραφή όλων των ελέγχων επάρκειας διατομών με την αναλυτική παρουσίαση των διαγραμμάτων, των εντατικών μεγεθών για μόνιμες φορτίσεις, προένταση και χαρακτηριστικές φορτίσεις κινητών φορτίων στα ανοίγματα και τις στηρίξεις.

Για όλα τα παραπάνω θα γίνεται παραπομπή στις αντίστοιχες σελίδες των στατικών υπολογισμών.

11.2.4.2. Στατικοί Υπολογισμοί με πλήρη επίλυση του συνολικού φορέα της γέφυρας ή επιμέρους τμημάτων του με αυτοτελή στατική λειτουργία για τα στατικά και δυναμικά φορτία. Ειδικότερα θα περιλαμβάνονται: το στατικό προσομοίωμα, με αριθμήσεις κόμβων και μελών και ονομασίες στοιχείων.

Ειδικότερα, τα αποτελέσματα της επίλυσης θα περιλαμβάνουν:

- Τη γραφική και αναλυτική προσομοίωση του στατικού συστήματος (αρίθμηση κόμβων, τοπολογία, μήκη και διατομές ράβδων, συνθήκες στήριξης και τιμές τυχόν ελατηρίων)
- Την αναλυτική και γραφική παράσταση των φορτίσεων
- Τους συνδυασμούς φορτίσεων
- Τους ελέγχους των κρίσιμων διατομών

Για στατικά συστήματα που απαιτούν δυναμικό αντισεισμικό υπολογισμό, σύμφωνα με την Ε 39/99, η ανάλυσή τους επιτρέπεται (στο επίπεδο της προμελέτης) να γίνεται σε μεμονωμένα τμήματα της κατασκευής, εφόσον μπορεί να τεκμηριωθεί ότι προκύπτει ικανοποιητικός και κατά την κρίση της Υπηρεσίας βαθμός προσέγγισης, σε σχέση με ακριβείς υπολογισμούς σε πλήρες ενιαίο προσομοίωμα.

Στην ανάλυση αυτή η προσομείωση (τρόπος διακριτοποίησης, χρήση ραβδόμορφων ή επιφανειακών στοιχείων, μηχανικά χαρακτηριστικά κ.λ.π.) και το πλήθος των ιδιομορφών, θα είναι τέτοια ώστε να αποδίδουν με ικανοποιητική προσέγγιση την καταπόνηση του φορέα.

Οι υπολογισμοί θα έχουν την απαιτούμενη έκταση και ακρίβεια για να δικαιολογούνται με επάρκεια οι κύριες διατομές του έργου.

Στη δυναμική ανάλυση θα πρέπει να περιλαμβάνονται:

- Ο αριθμός των ιδιομορφών
- Η γραφική παράσταση κάθε ιδιομορφής
- Οι παραμορφώσεις και τα εντατικά μεγέθη από τις σεισμικές φορτίσεις, με τα διαγράμμά τους σε κάθε κόμβο του προσομοιώματος

Η μελέτη θεμελίωσης θα βασίζεται στην Αξιολόγηση των γεωτεχνικών ερευνών και στο Τεύχος Προτάσεων Θεμελίωσης (που συντάσσεται σύμφωνα με την Κ.Υ.Α ΔΜΕΟ/δ/ο/1759/12.11.1998).

Γενικά, οι υπολογισμοί που υποβάλλονται στο στάδιο προμελέτης πρέπει να επαρκούν ώστε να αποδεικνύεται η επάρκεια των χαρακτηριστικών διατομών για τις προβλεπόμενες οριακές καταστάσεις.

Στο τεύχος υπολογισμών πρέπει να περιέχονται και:

- ημερομηνία υπολογισμού
- ευρετήριο ή σελίδα πίνακα περιεχομένων
- κανονισμοί μελετών και δόκιμη βιβλιογραφία που χρησιμοποιήθηκαν
- ημερομηνία τυχόν μεταγενέστερων αναθεωρήσεων των υπολογισμών
- ονόματα όλων των προγραμμάτων που χρησιμοποιήθηκαν στην ανάλυση και τη μελέτη
- όνομα του Αναδόχου/Μελετητή, υπογραφή και σφραγίδα

Οι υπολογισμοί θα γίνονται με βάση τις ακόλουθες μονάδες του Διεθνούς Συστήματος Μονάδων (SI).

Δύναμη: KN

Ροπή: KNm

Τάση: KN/m^2 , N/mm^2 Mpa (MN/m^2)

και σύμφωνα με τις μεθόδους, παραδοχές και κανονισμούς που περιέχονται στην Τεχνική Έκθεση του Έργου. Δεν επιτρέπεται αναντιστοιχία και παρέκκλιση από τις αρχές και τις μεθόδους που περιγράφονται στην Τεχνική Έκθεση και στην Έκθεση Στατικών υπολογισμών του Έργου.

Θα υποβάλλεται σε ψηφιακή μορφή το σύνολο των δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν για τους υπολογισμούς, κατ' αντιστοιχία προς τα προβλεπόμενα στη εγκύκλιο Ε37 για τις μελέτες οδοποιίας.

Ο Ανάδοχος/Μελετητής είναι υπεύθυνος για την ακρίβεια των αποτελεσμάτων του.

11.2.5. Τεύχος Προμετρήσεων – Προϋπολογισμών

Θα συντάσσονται αναλυτική Προμέτρηση και Προϋπολογισμός της προμελέτης και των τυχόν εναλλακτικών λύσεων, με σαφήνεια, ακρίβεια και πληρότητα, κατά τέτοιο τρόπο ώστε να διευκολύνεται ο υπολογισμός των ποσοτήτων και της δαπάνης κάθε εργασίας με τα υλικά που ενσωματώνονται.

Τα είδη των εργασιών θα αντιστοιχίζονται στα άρθρα των Αναλύσεων Τιμών Έργων (ΑΤΕΟ, ΑΤΟΕ, ΑΤΥΕ, ΑΤΗΕ κλπ) ή στα άρθρα του Τιμολογίου Μελέτης, σε συνδυασμό και με νέα είδη εργασιών για όσες εργασίες δεν περιλαμβάνονται στο Τιμολόγιο Μελέτης.

Σε περίπτωση ελλείψεων ή ανεπάρκειας των συμβατικών αναλύσεων τιμών κ.λ.π., θα λαμβάνεται κατάλληλα υπόψη η εμπειρία από ποσότητες και δαπάνες πραγματικών κατασκευών με κατάλληλη αναγωγή σε τιμές μελέτης.

11.3. ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΓΕΦΥΡΩΝ

11.3.1. Γενικά

Οι φάκελοι των οριστικών μελετών γεφυρών θα περιλαμβάνουν (κατ' ελάχιστον) τα ακόλουθα σχέδια και τεύχη:

11.3.2. Σχέδια

11.3.2.2. Σχέδια γενικής διάταξης

11.3.2.2.1. Τοπογραφικό 1:500 με ένδειξη του Βορρά

- Θα φαίνεται η γέφυρα σε κάτοψη και τα βάθρα με διακεκομμένη γραμμή.
- Θα φαίνονται οι ισοϋψείς του υπάρχοντος εδάφους καθώς και τα διαμορφούμενα πρηνή στα ακρόβαθρα ή και τα πρηνή πιθανόν μονίμων εκσκαφών.
- Σε γέφυρες Άνω ή Κάτω Διαβάσεων θα φαίνονται οι υπάρχουσες οδοί, καθώς και η τελικά διαμορφωμένη κατάσταση. Επίσης θα φαίνονται οι άξονες της Οδοποιίας και ο άξονας της ίδιας γέφυρας.

Οι άξονες των βάθρων (με Χ.Θ.), οι τυχόν γωνίες λοξότητας του άξονα της γέφυρας με τον άξονα των βάθρων.

11.3.2.2.2. Απόσπασμα οριζοντιογραφίας, μηκοτομής διαγράμματος επικλίσεων και διατομές

Θα αφορούν τουλάχιστον 50 μέτρα πριν την γέφυρα έως τουλάχιστον 50 μέτρα μετά την γέφυρα.

Τα πιο πάνω στοιχεία απαιτούνται και για όσες εγκάρσιες ή παράπλευρες οδούς αφορούν την γέφυρα (π.χ. σε περίπτωση άνω ή κάτω διαβάσεων).

Στο απόσπασμα αυτό η επιφάνεια των τεχνικών έργων θα είναι διαγραμμισμένη.

11.3.2.2.3. Σχέδιο γενικής κάτοψης γέφυρας

Σε κλίμακα 1:100, 1:200

Θα απεικονίζονται:

- Η ονομασία της γέφυρας, οι ενδείξεις με βέλη και αναφορά στα τοπωνύμια των δύο διευθύνσεων της γέφυρας.
- Ο άξονας της γέφυρας και – αν δεν συμπίπτουν – ο άξονας οδοποιίας και οι αποστάσεις των δύο αξόνων.
- Όλες οι υπερκείμενες και οι υποκείμενες οδοί με την ονομασία τους.
- Πλήρεις διαστάσεις κατά μήκος και κατά πλάτος της γέφυρας.
- Οι τυχούσες – αν υπάρχουν – ακτίνες του άξονα της γέφυρας ή άλλες εξαρτήσεις αυτού.
- Οι άξονες των μεσοβάθρων με ενδείξεις M_i (όπου $i=1÷n$, όπου n ο αριθμός των μεσοβάθρων), ως και οι άξονες των ακροβάθρων με ένδειξη A 1 και A 2.
- Η αντίστοιχη Χ.Θ. των μεσοβάθρων και των ακροβάθρων με επισήμανση της αρχής και του πέρατος του τεχνικού.
- Οι αποστάσεις μεταξύ διαδοχικών βάθρων.
- Οι τυχούσες γωνίες λοξότητας (αν υπάρχουν) του άξονα των βάθρων με τον άξονα της γέφυρας.
- Οι θέσεις των διατομών τόσο στα ανοίγματα όσο και στις στηρίξεις.
- Οι αρμοί κατασκευής και οι φάσεις κατασκευής (αν υπάρχουν).
- Τα πεζοδρόμια.
- Τα στηθαία ασφαλείας.
- Οι στύλοι ηλεκτροφωτισμού, οι Χ.Θ. τους και οι μεταξύ τους αποστάσεις.
- Οι συλλεκτές ομβρίων υδάτων και η Χ.Θ. των στομιών.

11.3.2.2.4. Σχέδιο γενικής διάταξης θεμελίωσης

Σε κλίμακα 1:100, 1:200

Θα απεικονίζονται:

- Ο άξονας της γέφυρας και – αν δεν συμπίπτουν – ο άξονας οδοποιίας και οι αποστάσεις των δύο αξόνων.
- Οι άξονες των μεσοβάθρων με ενδείξεις M_i (όπου $i=1÷n$, όπου n ο αριθμός των μεσοβάθρων), ως και οι άξονες των ακροβάθρων με ένδειξη A 1 και A 2.
- Η αντίστοιχη Χ. Θ. των μεσοβάθρων και των ακροβάθρων με επισήμανση της αρχής και του πέρατος του τεχνικού.
- Οι αποστάσεις μεταξύ διαδοχικών βάθρων.

- Οι τυχούσες γωνίες λοξότητας (αν υπάρχουν) του άξονα των βάθρων με τον άξονα της γέφυρας.
- Όλα τα στοιχεία θεμελίωσης που υπάρχουν κατά περίπτωση όπως:
Πέδιλα (διαστάσεις)
Πάσσαλοι ανά βάθρο (αριθμός, διάμετρος, μήκος)
Κεφαλόδεσμοι (διαστάσεις, αποτύπωση θέσης πασσάλων, βάθρου) με εξάρτηση ως προς σταθερούς άξονες και τυχούσες γωνίες λοξότητας
- Η στάθμη όλων των στοιχείων θεμελίωσης ως και αυτή των βάθρων.
- Αποτύπωση όλων των γνωστών αγωγών Ο. Κ. Ω. με επισήμανση ότι κατά την κατασκευή του έργου είναι πιθανόν να βρεθούν και άλλοι αγωγοί – πιθανόν υπό τάση – που δεν είναι αποτυπωμένοι στο σχέδιο της γενικής διάταξης της μελέτης.

11.3.2.2.5 Σχέδιο κατά μήκος τομής γέφυρας

Σε κλίμακα 1:100, 1:200

Θα περιέχει την κατά μήκος τομή στον άξονα της γέφυρας, όπου θα φαίνεται και η ερυθρά της οδού.

Επιπλέον, θα σημειώνονται τα εξής στοιχεία:

- Οι Χ. Θ. των βάθρων.
- Οι αποστάσεις μεταξύ των βάθρων.
- Τα υψόμετρα της ερυθράς στους άξονες των βάθρων.
- Τα ύψη του φορέα.
- Τα υψόμετρα στην έδραση του φορέα στα βάθρα.
- Τα όρια εκσκαφής.
- Γεωλογική τομή του εδάφους με τη θέση των γεωτρήσεων και τη στάθμη του υπογείου ορίζοντα, εφόσον υπάρχει.

11.3.2.2.6. Σχέδιο τυπικών εγκάρσιων διατομών της γέφυρας στην τελική της μορφή

Σε κλίμακα 1:100

Το σχέδιο θα περιλαμβάνει:

▪ Διατομές στα ανοίγματα

Θα υπάρχουν διατομές όλων των ανοιγμάτων εφόσον υπάρχουν διαφοροποιήσεις (διαφορετικά θα δίδεται μία τυπική διατομή ανοίγματος) στις οποίες θα φαίνονται:

- Ο άξονας της γέφυρας (και της οδού αν διαφοροποιείται)

- Οι κύριες διαστάσεις της ανωδομής (πλάτος καταστρώματος, πεζοδρομίων, συνολικό πλάτος)
- Το πάχος διατομής
- Οι θέσεις των κενών (αν υπάρχουν) και οι διαστάσεις αυτών
- Οι επικλίσεις καταστρώματος
- Τα πεζοδρόμια
- Οι ασφαλικές στρώσεις και οι στρώσεις στεγάνωσης του καταστρώματος
- Τα στηθαία ασφαλείας
- Οι ομβροσυλλέκτες της γέφυρας

▪ **Διατομές στις θέσεις όλων των βάθρων**

Θα περιλαμβάνουν όλα τα στοιχεία των διατομών στα ανοίγματα και επιπλέον θα απεικονίζονται οι διαστάσεις των βάθρων και η κατηγορία σκυροδέματος αυτών.

Σε όλα τα σχέδια θα αναγράφονται όλα τα υλικά (π.χ. εκάστοτε ποιότητα σκυροδέματος, οδοστρωσία, μεταβατικό επίχωμα, κ.λ.π.) είτε απευθείας, είτε με αρίθμηση και σχετικό επεξηγηματικό υπόμνημα.

11.3.2.2.7 Σχέδια όψεων

- Θα σχεδιάζεται και η αριστερή και η δεξιά όψη της γέφυρας.

Το σχέδιο θα είναι κατά βάση αρχιτεκτονικό. Θα υπάρχουν μόνο άξονες των βάθρων της γέφυρας. Όταν προβλέπονται σκοτίες θα απεικονίζονται σε ειδικό σχέδιο λεπτομερειών.

- Η όψη θα είναι στην τελική μορφή της γέφυρας και θα φαίνονται απαραίτητα τα πεζοδρόμια, τα στηθαία ασφαλείας, οι στύλοι ηλεκτροφωτισμού, τυχόντες εμφανείς σωλήνες αποχέτευσης (κάτω από τα πεζοδρόμια αλλά και κατακόρυφοι εξωτερικά των κορμών των βάθρων), τα διαμορφούμενα πρανή στα ακρόβαθρα, καθώς και το τελικά διαμορφούμενο έδαφος σε τομή στην αντίστοιχη οριογραμμή της οδού.

Σε καμπύλες γέφυρες η όψη μπορεί να είναι σε ανάπτυγμα και όχι σε ορθή προβολή.

11.3.2.3. Σχέδια οπλισμών

11.3.2.3.1. Σχέδια όπλισης χαλαρού οπλισμού

Θα συνοδεύονται από αναπτύγματα του οπλισμού που θα σχεδιάζονται στις αντίστοιχες θέσεις των τομών ή των όψεων, καταλόγους οπλισμού, κατασκευαστικές λεπτομέρειες και πίνακες με τα μήκη αγκυρώσεως και παράθεσης.

11.3.2.3.2. Σχέδια προέντασης

Τα σχέδια προέντασης, όταν εφαρμόζεται, θα περιλαμβάνουν:

- (1) Την καθ' ύψος και κατά πλάτος χάραξη των καλωδίων με καθορισμό του συστήματος
 - Στα άκρα των καλωδίων να σημειώνεται ο τύπος αγκύρωσης (σταθερή ή κινητή).
 - Λεπτομέρειες στις θέσεις γεφύρωσης υπό κλίμακα 1:10 ή 1:20, ανάλογα με τις διαστάσεις του φορέα.
- (2) Το πρόγραμμα προέντασης όλων των καλωδίων το οποίο για κάθε καλώδιο θα παρέχει τις παρακάτω πληροφορίες:
 - Το θεωρητικό του μήκος και τις επεκτάσεις (μουστάκια).
 - Τα μέτωπα προέντασης (μονόπλευρα ή αμφίπλευρα).
 - Τη δύναμη υπερνάνησης και αγκύρωσης σε κάθε μέτωπο με τις αντίστοιχες μηκύνσεις.
 - Την αναμενόμενη ολίσθηση του κώνου κατά την αγκύρωση, εφόσον προβλέπεται από το σύστημα προέντασης.
 - Τη χρονική σειρά προέντασης των καλωδίων.
- (3) Χαρακτηριστικά στοιχεία του συστήματος προέντασης
 - Σύστημα προέντασης
 - Ποιότητα χάλυβα προέντασης
 - Μέγιστη ολίσθηση με κεφαλή αγκύρωσης
 - Συντελεστής τριβής μ
 - Αθέλητη εκκεντρότητα β
 - Μέτρο ελαστικότητας χάλυβα προέντασης
 - Διατομή εκάστου συρματόσχοινου
 - Τύπος καλωδίων
 - Χρόνος επιβολής προέντασης (σύμφωνα με το DIN 4227, I 1, παρ. 5.1, Table 2 και DIN 1045, παρ. 7.4.4).
 - Για τσιμεντένεση των σωλήνων ισχύει η παράγραφος 6.5.2 του DIN 4227 T.1

11.3.2.4. Σχέδια λεπτομερειών

11.3.2.4.1. Ειδικά σχέδια λεπτομερειών, σε πρόσφορες κλίμακες.

Τα σχέδια αυτά θα περιέχουν:

- Λεπτομέρειες πεζοδρομίων, οδοστρωσίας, στεγάνωσης καταστρώματος

- Διάταξη και λεπτομέρειες της αποχέτευσης των ομβρίων και σύστημα απαγωγής μέχρι τον τελικό αποδέκτη.
- Λεπτομέρειες, ειδικών κατασκευαστικών στοιχείων (π.χ. σύνδεσμοι αντισεισμικής προστασίας, κ.λ.π.).
- Λεπτομέρειες των εφεδράνων και των αρμών συστολοδιαστολής.
- Διέλευση διαφόρων αγωγών σύμφωνα με τα οριζόμενα στα ισχύοντα Τεύχη Δημοπράτησης και η αντιμετώπιση της επιρροής σ' αυτά των κάθε είδους μετακινήσεων των φορέων της γέφυρας.
- Λεπτομέρειες στηθαίων ασφαλείας, κιγκλιδωμάτων, ιστών ηλεκτροφωτισμού (όπου απαιτείται) καθώς οι λεπτομέρειες πάκτωσης αυτών.
- Αναπτύγματα κατασκευαστικών οδηγιών (βασικό μήκος αγκύρωσης, αγκύρωση με ημικυκλικά ή ορθογωνικά άγκιστρα, τύποι αγκυρώσεων, βασικό μήκος υπερκαλύψεως, μήκος παραθέσεων, διάμετρος οδηγού κάμψεως οπλισμού κ.λ.π.).

11.3.2.4.2. Λεπτομερειακά σχέδια βάθρων και τοίχων αντιστήριξης

Με τη θεμελίωσή τους σε κλίμακες 1:100 και μεγαλύτερες για τις επί μέρους χαρακτηριστικές λεπτομέρειες (1:10 ή 1:20), αρμούς διακοπής εργασίας κ.λ.π.

11.3.2.5. Σχέδια ικριωμάτων και ξυλότυπων

Γενικής διάταξης ικριωμάτων σε κλίμακα 1:100 ή 1:200

Αναφέρονται σε ειδικό τεύχος μελέτης που υποβάλλεται ή από τον μελετητή, εφόσον το απαιτήσει ο Κύριος του Έργου από τον Ανάδοχο, ή σε συνδυασμό με τον τεχνολογικό εξοπλισμό του έργου σε συνεννόηση με την Υπηρεσία Επίβλεψης.

Οι λεπτομέρειες των χαρακτηριστικών κόμβων, της στήριξης και του τρόπου αφαίρεσής των θα δοθούν σε κλίμακα 1:20.

Στην περίπτωση που θα χρησιμοποιηθούν φορεία τύπων ή εξοπλισμός τοποθέτησης προκατασκευασμένων στοιχείων θα πρέπει να δοθούν σχέδια κατασκευής με ενημερωτικά φυλλάδια.

11.3.2.6. Σχέδια φάσεων κατασκευής του έργου

Η διαδοχή των κατασκευών και οι μέθοδοι θα εγγυώνται τη στατική επάρκεια και ευστάθεια σε όλες τις φάσεις κατασκευής.

Τα Κατασκευαστικά Σχέδια των φάσεων κατασκευής του Έργου (με τις εγκαταστάσεις, τον εξοπλισμό του, κ.λ.π.), συμπεριλαμβανομένου και του συνόλου των προσωρινών / βοηθητικών έργων / μηχανικού εξοπλισμού, θα είναι λεπτομερή, σαφή, θα καλύπτουν όλες τις επί μέρους διατάξεις / μορφές και διαδικασίες, θα περιέχουν δε κατ' ελάχιστο:

Σε όλα τα σχέδια θα υπάρχει πίνακας με τα εξής κατ' ελάχιστα παρακάτω αναγραφόμενα στοιχεία:

(1) Φορτία

- Βάρος σκυροδεμάτων
- Βάρος ασφαλτοτάπητα
- Βάρος γαιών
- Φορτία κυκλοφορίας κλάσεως 60/30
- Φορτία Ο. Σ. Ε. / ΕΡΓΟΣΕ / TRAM (αν υπάρχουν)
- Σεισμικότητα
 - Ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας
 - Συντελεστής σπουδαιότητας
 - Συντελεστής μετελαστικής συμπεριφοράς (q)
 - Συντελεστής θεμελίωσης
 - Κατηγορία εδάφους

(2) Υλικά Κατασκευής

- Οπλισμένο σκυρόδεμα ανωδομής
- Οπλισμένο σκυρόδεμα μεσοβάθρων
- Οπλισμένο σκυρόδεμα ακροβάθρων
- Οπλισμένο σκυρόδεμα επιφανειακής θεμελίωσης
- Οπλισμένο σκυρόδεμα κεφαλοδέσμων και πασσάλων (αν υπάρχουν)
- Οπλισμένο σκυρόδεμα επένδυσης πασσαλοτοίχων (αν υπάρχουν)
- Οπλισμένο σκυρόδεμα πλακών πρόσβασης
- Άοπλο σκυρόδεμα εξομαλυντικών στρώσεων
- Χάλυβας οπλισμού
- Χάλυβας προέντασης (αν υπάρχει)

(3) ΕΠΙΚΑΛΥΨΕΙΣ ΟΠΛΙΣΜΟΥ

- Πλάκας καταστρώματος
- Βάθρων
- Κεφαλοδέσμων
- Πασσάλων
- Επενδύσεων

(4) ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ

- DIN 1075 – Γέφυρες από σκυρόδεμα

- DIN 1072 – Φορτία οδογεφυρών
- DIN 1055 – Φορτία δομικών έργων
- DIN 1045 – Σκυρόδεμα και οπλισμένο σκυρόδεμα
- DIN 1054 – Θεμελιώσεις
- DIN 4014 – Έγχυτοι πάσσαλοι
- DIN 4085 – Ωθήσεις γαιών
- Ε 39/99 – Οδηγίες για τον αντισεισμικό υπολογισμό γεφυρών

11.3.3. Τεύχη

11.3.3.1 Τεύχος τεχνικής έκθεσης

Θα περιλαμβάνει τα ακόλουθα στοιχεία:

(1) Εισαγωγή

- Αναφορά σε εγκεκριμένες μελέτες (οριστική μελέτη οδοποιίας, προμελέτη τεχνικού, υδραυλική μελέτη) και εγκριτικές αποφάσεις
- Η οριστική μελέτη έχει εκπονηθεί με βάση εγκεκριμένη προμελέτη ή έγιναν αλλαγές, σε τι συνίσταται και πώς αιτιολογούνται;
- Εάν δεν υπάρχει υδραυλική μελέτη, τότε ενδεχομένως να απαιτούνται υδραυλικοί υπολογισμοί
- Αναφορά στην εγκεκριμένη γεωτεχνική έρευνα – μελέτη με σύντομη περιγραφή του υπεδάφους και των προτάσεων θεμελίωσης
- Εάν δεν υπάρχει τέτοια μελέτη, τότε θα πρέπει να αιτιολογούνται πλήρως
- τα στοιχεία στα οποία βασίστηκε η μελέτη θεμελίωσης

(2) Τοποθεσία

(3) Προτεινόμενο τεχνικό έργο

Περιλαμβάνονται:

- Γενική περιγραφή (συνολικό μήκος τεχνικού, αριθμός ανοιγμάτων, τύπος διατομής ανωδομής και βάθρων με τις χαρακτηριστικές διαστάσεις τους, μέθοδος κατασκευής).
- Θεμελίωση (περιγραφή θεμελίωσης μεσοβάθρων – ακροβάθρων).
- Πεζοδρόμια, στηθαία, αποχέτευση, οδοστρώσια
- Υλικά, τελειώματα
- Κατασκευαστικές μέθοδοι, αλληλουχία εργασιών, εξασφάλιση της κυκλοφορίας κατά τη διάρκεια κατασκευής του έργου, προσωρινά έργα.
- Προϋπολογισμός του έργου

- Ανάλογα με τις απαιτήσεις της Υπηρεσίας θα υποβάλλεται παράρτημα ή προσομοίωση του στατικού συστήματος (κόμβοι, ράβδοι, κ.λ.π.) και συνοπτικός πίνακας αποτελεσμάτων της επίλυσης.

11.3.3.2. Έκθεση στατικών υπολογισμών

Ισχύουν τα όσα εμπεριέχονται στο αντίστοιχο κεφάλαιο για την προμελέτη.

Έτσι θα περιλαμβάνονται:

- Μέθοδοι ανάλυσης
- Περιγραφή της προσομοίωσης της κατασκευής (για την εισαγωγή δεδομένων στον Η/Υ και σχετικό σκαρίφημα με αρίθμηση κόμβων και μελών)
- Παραδοχές για τη δυσκαμψία των μελών
- Μεμονωμένες φορτίσεις (μόνιμα, πρόσθετα, κινητά, προένταση, σεισμός, κ.λ.π., βάσει DIN 1075, και Εγκυκλίου Ε 39/99 κ.λ.π.)
- Επαλληλίες φορτίσεων (βάσει DIN 1075, DIN 4227 και Εγκυκλίου Ε39/99)
- Αντισεισμικός υπολογισμός
- Έλεγχοι φορέα (βάσει DIN 4227 και DIN 1045 κ.λ.π.)
- Έλεγχοι βάθρων (βάσει Εγκυκλίου Ε 39/99)
- Κυριότερα εντατικά μεγέθη (για μόνιμα φορτία, κινητά φορτία, προένταση, δυναμικό σεισμό κ.λ.π.) και μετακινήσεις σε κρίσιμες θέσεις
- Διαστασιολόγηση σε κρίσιμες διατομές με αναφορά, σε οπλισμούς και παραπομπή στις αντίστοιχες σελίδες της μελέτης.

11.3.3.3. Τεύχος στατικών υπολογισμών

(1) Φορέας ανωδομής

Περιλαμβάνονται:

- Προσομοίωμα γέφυρας
 - Διατομές
 - Στατικό σύστημα
 - Προένταση (αν υπάρχει)
 - Φάσεις κατασκευής (αν υπάρχουν) και έλεγχοι διατομών στις φάσεις κατασκευής
 - Φορτία λειτουργίας (πρόσθετα, μόνιμα, κινητά, κ.λ.π. βάσει DIN 1075)
 - Έλεγχοι φορέα
 - Οπλισμοί φορέα σε σύγκριση με τους ελάχιστους και μέγιστους επιτρεπόμενους

- Οπλισμοί διάσπασης στις αγκυρώσεις των τενόντων (αν υπάρχει προένταση)
- Ανάλυση φορέα κατά την εγκάρσια έννοια και απαιτούμενοι εγκάρσιοι οπλισμοί (για κιβώτια, προβόλους πλάκας με κενά κ.λ.π.)
- Έλεγχος απαίτησης εγκάρσιας προέντασης φορέα

(2) Βάθρα, μεσόβαθρα, ακρόβαθρα, θεμελιώσεις, αρμοί και εφεδράνα

- Δυναμικός αντισεισμικός υπολογισμός (σεισμός κατά Χ, Ψ, Ζ) όπου απαιτείται
- Διαστασιολόγηση μεσοβάθρων χωρίς σεισμό
- Έλεγχος και οπλισμοί θεμελίωσης
- Διαστασιολόγηση εφεδράνων
- Έλεγχος διάσπασης στην περιοχή των σημειακών στηρίξεων
- Διαστασιολόγηση αρμών
- Έλεγχος περιθωρίων μετακίνησης αρμών και εφεδράνων
- Έλεγχος κόμβου διαδοκίδας – μεσοβάθρου σε περίπτωση μονολιθικής σύνδεσης
- Διαστασιολόγηση πτερυγοτόχων θωρακίων και τοίχων αντιστηρίξεως

11.3.3.4. Τεύχος αναλυτικής προμέτρησης και προϋπολογισμών

Θα συντάσσονται αναλυτική Προμέτρηση και Προϋπολογισμός της οριστικής μελέτης με σαφήνεια και πληρότητα, κατά τέτοιο τρόπο ώστε να διευκολύνεται ο υπολογισμός των ποσοτήτων και της δαπάνης κάθε εργασίας με τα υλικά που ενσωματώνονται.

Τα είδη των εργασιών θα αντιστοιχίζονται στα άρθρα των Αναλύσεων Τιμών Έργων (ΑΤΕΟ, ΑΤΟΕ, ΑΤΥΕ, ΑΤΗΕ, κ.λ.π.) ή στα άρθρα του Τιμολογίου Μελέτης, σε συνδυασμό και με νέα είδη εργασιών για όσες εργασίες δεν περιλαμβάνονται στο Τιμολόγιο Μελέτης.

Σε περίπτωση ελλείψεων ή ανεπάρκειας των συμβατικών αναλύσεων τιμών κ.λ.π., θα λαμβάνεται κατάλληλα υπόψη η εμπειρία από ποσότητες και δαπάνες πραγματικών κατασκευών με κατάλληλη αναγωγή σε τιμές μελέτης.

11.3.3.5 Σχέδιο και φάκελος ασφαλείας και υγείας (ΣΑΥ και ΦΑΥ)

11.3.4. Τμηματική υποβολή οριστικών μελετών αναδόχου σε εργολαβίες σε εξέλιξη

Σε περίπτωση ανάγκης τμηματικής υποβολής της οριστικής μελέτης χρειάζεται:

- Απόσπασμα Οριζοντιογραφίας και Μηκοτομής από την εγκεκριμένη Οριστική Μελέτη Οδοποιίας

- Τοπογραφικό Διάγραμμα
- Σχέδια γενικής διάταξης σε κατάλληλη κλίμακα (π.χ. 1:100), ήτοι:
 - Γενική κάτοψη Τεχνικού
 - Γενική κάτοψη Θεμελίωσης
 - Κατά μήκος τομή Τεχνικού όπου θα φαίνονται σε τομή και οι υπάρχουσες Γεωτρήσεις
 - Όψεις του Τεχνικού
 - Τυπική διατομή του φορέα καθώς και διατομές στις θέσεις όλων των βάθρων όπου θα φαίνονται ο τύπος και η θέση των εφεδράνων
- Πλήρης Τεχνική Έκθεση στην οποία θα περιγράφονται αναλυτικά το τεχνικό, ο τρόπος κατασκευής αυτού καθώς και η μεθοδολογία ανάλυσης και διαστασιολόγησης της κατασκευής. Επίσης θα περιλαμβάνεται αναλυτική περιγραφή των στατικών μοντέλων που χρησιμοποιήθηκαν, οι φορτίσεις και οι συνδυασμοί αυτών καθώς και όλες οι παραδοχές που αφορούν υλικά, γεωτεχνικά δεδομένα καθώς και τα δεδομένα του αντισεισμικού σχεδιασμού.
- Στην περίπτωση που στην εν λόγω πρώτη υποβολή συμπεριλαμβάνονται και κατασκευαστικά σχέδια θεμελίωσης (λεπτομερειακά σχέδια διαστάσεων και οπλισμών), τότε αυτά πρέπει να συνοδεύονται υποχρεωτικά από πλήρη τεύχη υπολογισμών στα οποία θα περιέχεται ανάλυση του φορέα υπό όλα τα φορτία (μόνιμα, κινητά, προένταση, ερπυσμός, συστολή ξήρανσης, κ.λ.π.) ή με φορτία ανάλογα με το στάδιο ή φάσεις κατασκευής καθώς και αντισεισμικός υπολογισμός, όμως δεν είναι υποχρεωτικό να περιέχονται οι έλεγχοι όλων των διατομών του φορέα παρά μόνο οι βασικοί έλεγχοι που εξασφαλίζουν την επάρκεια διατομών του φορέα.

11.3.5. Τεύχη δημοπράτησης

Μόνο έπειτα από εντολή της Υπηρεσίας και αν και όποτε περιέχεται στη σύμβαση μεταξύ μελετητών και Υπηρεσίας θα υποβάλλονται τα παρακάτω τεύχη:

- Τεχνική Περιγραφή
- Τιμολόγιο
- Προμέτρηση – Προϋπολογισμός
- Τεχνικές προδιαγραφές για τα Υλικά και την εκτέλεση Εργασιών
- Ειδική Συγγραφή Υποχρεώσεων

11.4. ΕΛΕΓΧΟΣ ΜΕΛΕΤΩΝ

Οι αρμόδιες υπηρεσίες εποπτείας των μελετών, με βάση τις κατ' αντιστοιχία αρμοδιότητές τους, προβαίνουν σε ελέγχους και εγκρίσεις των μελετών σύμφωνα με τα Π.Δ. που ισχύουν.

Πρακτικά, οι μέθοδοι ελέγχου των υπηρεσιών είναι οι ακόλουθες:

Ανάθεση σε γραφείο Μελετών ή φυσικό πρόσωπο του ελέγχου μιας μελέτης (οριστικής ή προμελέτης).

(1) Στον ελέγχοντα δίδονται τα σχέδια της μελέτης και οι τεχνικές εκθέσεις.

Ο ελέγχων σε πρώτη φάση σχολιάζει την τεχνική έκθεση και ενημερώνει την Υπηρεσία για τις τυχόν αντιρρήσεις του. Στη συνέχεια εκπονεί τους στατικούς υπολογισμούς με ένα από τα αναγνωρισμένα προγράμματα που ισχύουν για τη γεφυροποιία, επαληθεύοντας ή διορθώνοντας τα αποτελέσματα των υπολογισμών του μελετητή και ελέγχει τα σχέδια.

(2) Στον ελέγχοντα δίδεται ο πλήρης φάκελος της μελέτης, όπου γίνεται αναλυτικός έλεγχος των στατικών υπολογισμών και των σχεδίων.

Με την ολοκλήρωση του ελέγχου συντάσσεται και για τις δύο περιπτώσεις φύλλο ελέγχου, στο οποίο αναγράφονται τα παραληφθέντα στοιχεία, τυχόν αποκλίσεις από τους ισχύοντες κανονισμούς, ελλείψεις της μελέτης ή ορισμένες παρατηρήσεις που πρέπει να ληφθούν υπόψη.

Τα παραπάνω επαναλαμβάνονται μέχρις ότου η μελέτη του έργου ολοκληρωθεί και είναι έτοιμη προς κατασκευή.

Ο ως άνω ελεγκτικός μηχανισμός είναι δυνατόν να εφαρμοστεί και από τις αρμόδιες Υπηρεσίες Ελέγχου, εφόσον διατίθεται το κατάλληλο επιστημονικό δυναμικό.

Η Ομάδα Εργασίας

Ο Πρόεδρος

Τα μέλη

Θ. Πανουτσόπουλος

N. Μαλακάτας

K. Παπαευθυμίου

K. Λεβογιάννης

N. Μουζάκης

Θ. Τσιμώνας

Ζ. Αποστολάκης