

ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΙΚΩΝ ΤΟΙΧΩΝ ΣΤΟ *ΜΕΤΡΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ*

ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ ΠΕΡΓΑΝΤΗΣ
ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ

A stylized, dark teal silhouette of a mountain range is positioned in the bottom right corner of the slide, partially overlapping the text area.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

- ◆ **Εισαγωγή (Γενικά – Εφαρμογές)**
- ◆ **Πλεονεκτήματα Διαφραγματικών Τοίχων**
- ◆ **Σχεδιασμός**
- ◆ **Κατασκευή Διαφραγματικών Τοίχων**
 - Κατασκευή οδηγών τοίχων
 - Εκσκαφή αντιστήριξη με κατάλληλο εναιώρημα
 - Τοποθέτηση κλωβού οπλισμού
 - Σκυροδέτηση
- ◆ **Φάσεις Κατασκευής Σταθμού**
- ◆ **Σύστημα Υδατοστεγάνωσης**
- ◆ **Κατασκευαστικά Προβλήματα - Αντιμετώπιση**

Εισαγωγή (Γενικά – Εφαρμογές)

Οι διαφραγματικοί τοίχοι είναι γενικά τοίχοι από οπλισμένο σκυρόδεμα που κατασκευάζονται μέσα στο έδαφος και χρησιμοποιούνται ως φέροντα στοιχεία υπογείων έργων. Η τεχνική περιλαμβάνει την εκσκαφή ενός στενού σκάμματος (πάχους 100-120 cm) το οποίο κρατείται ανοιχτό με ένα σταθεροποιητικό υγρό συνήθως εναιώρημα μπεντονίτη , το οποίο τελικά αντικαθιστάται από το σκυρόδεμα.

Είναι πρακτικά κατάλληλοι για βαθιές εκσκαφές. Στο Μετρό Θεσσαλονίκης έχουμε βάθη διαφραγματικών τοίχων από 25 – 50 m.

Χρησιμοποιούνται στη μέθοδο κατασκευής **“Top – Down”** με βασικό πλεονέκτημα την γρήγορη απόδοση του περιβάλλοντος χώρου σε χρήση, και ως εκ τούτου την μειωμένη όχληση κατά την διάρκεια κατασκευής του έργου.

Πλεονεκτήματα Διαφραγματικών Τοίχων

- ◆ Δημιουργία συνεχούς πετάσματος στην περίμετρο της εκσκαφής. Περιορισμός διαταραχής του υδροφόρου ορίζοντα, ελαχιστοποίηση αντλήσεων στην εκσκαφή και περιορισμός καθιζήσεων.
- ◆ Μπορεί να κατασκευασθούν σε σημαντικό βάθος
- ◆ Σημαντική μείωση των επιπέδων θορύβου και σκόνης κατά την κατασκευή
- ◆ Ευέλικτη κατασκευή με βάση τις απαιτήσεις του έργου.
- ◆ Σημαντική μείωση του εργοταξιακού χώρου σε σχέση με άλλες μεθόδους κατασκευής.
- ◆ Δυνατότητα λειτουργίας τους στη μόνιμη κατασκευή του έργου
- ◆ Χρονική επιτάχυνση των εργασιών κατασκευής και μείωση της όχλησης.
- ◆ Οικονομική και αξιόπιστη λύση για **βαθείς εκσκαφές** και περιορισμό εδαφικών καθιζήσεων

Σχεδιασμός

Για τον σχεδιασμό και την κατασκευή διαφραγματικών τοίχων ισχύουν τα παρακάτω πρότυπα και προδιαγραφές:

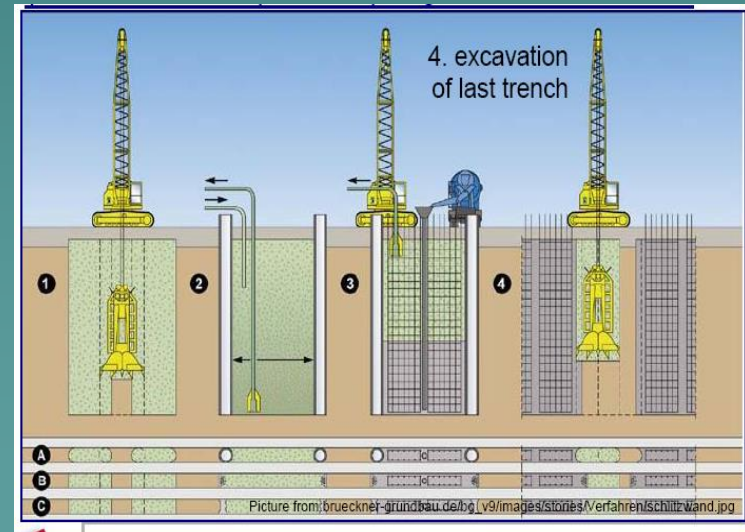
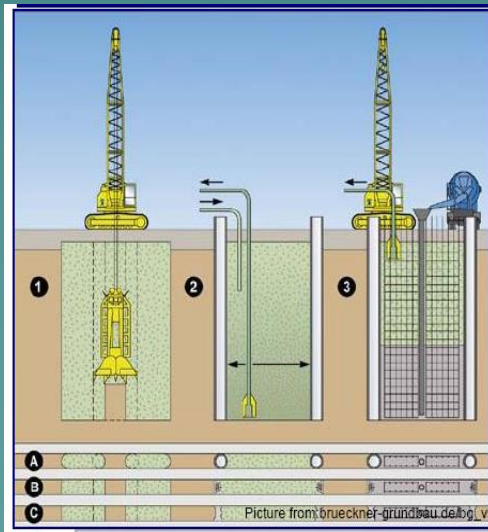
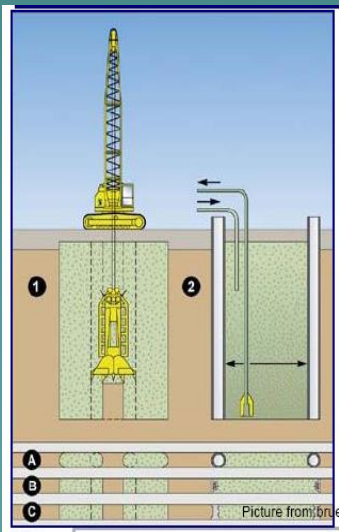
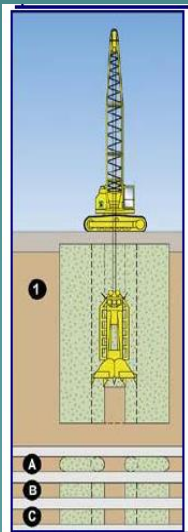
- ♦ Ευρωπαϊκό πρότυπο ΕΛΟΤ EN 1538 «Εκτέλεση ειδικών γεωτεχνικών έργων – Διαφραγματικοί τοίχοι»
- ♦ DIN 4126 «Διαφραγματικοί τοίχοι έγχυτου σκυροδέματος. Μελέτη και κατασκευή».
- ♦ Ευρωκώδικας 2 – ΕΚΩΣ - Ευρωκώδικας 7

Για τους Δ.Τ. στο Μετρό Θεσσαλονίκης χρησιμοποιείται σκυρόδεμα κατηγορίας **C30/37** μειωμένης υδατοπερατότητας. Στο Μετρό της Αθήνας, ειδικά για το Στάθμο «Πειραιάς», που θα κατασκευασθεί με Δ.Τ. για λόγους ανθεκτικότητας στις περιβαλλοντικές συνθήκες (θαλάσσιο περιβάλλον), θα χρησιμοποιηθεί σκυρόδεμα κατηγορίας **C35/45** με μέγιστο εύρος ρωγμών 0,15 mm.

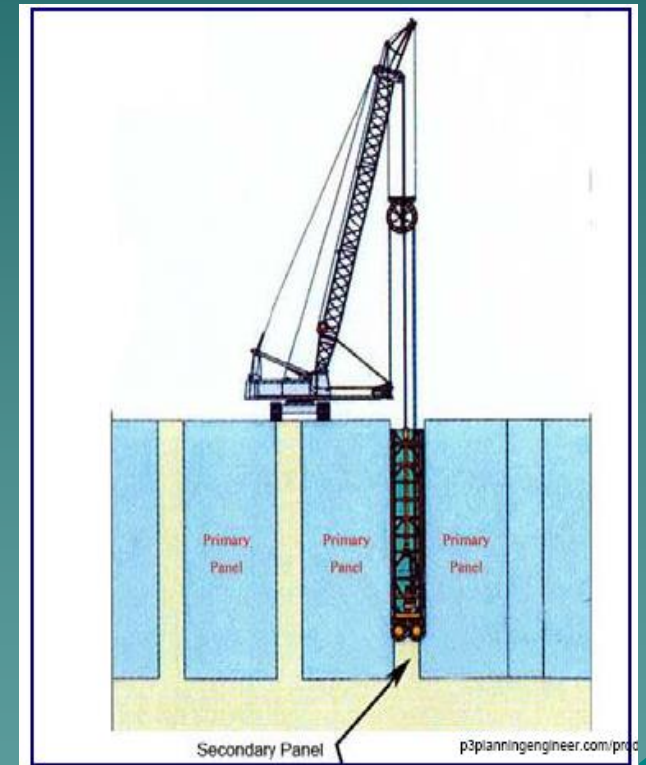
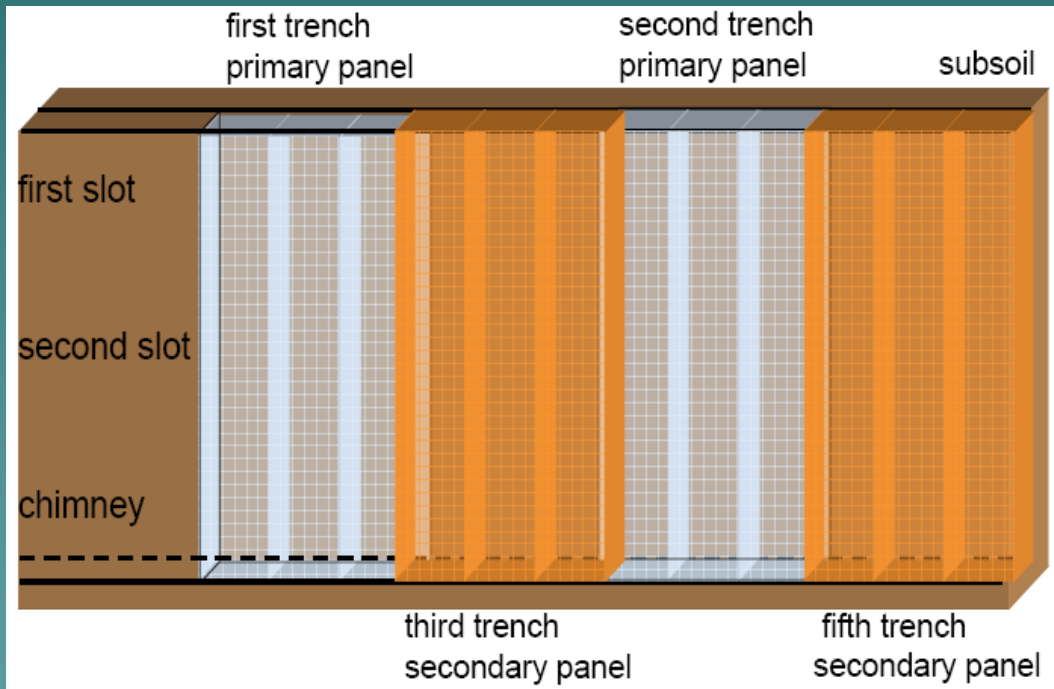
Η επικάλυψη του σκυροδέματος στη μελέτη θα είναι τουλάχιστον 75mm σύμφωνα με το EN 1538. Οι κλωβοί οπλισμού θα πρέπει να σχεδιασθούν ώστε να διασφαλίζουν την δομική αντοχή του τοίχου, και αφετέρου να διαθέτουν επαρκή αντοχή και ακαμψία κατά την διάρκεια της κατασκευής, ιδιαίτερα κατά τις φάσεις ανάρτησης, τοποθέτησης και σκυροδέτησης.

ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗ ΑΚΟΛΟΥΘΙΑ

1. ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΟΔΗΓΩΝ ΤΟΙΧΩΝ
2. ΕΚΣΚΑΦΗ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗ ΜΕ ΠΑΡΟΧΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΚΤΙΚΟΥ ΥΓΡΟΥ (ΕΝΑΙΩΡΗΜΑ ΜΠΕΤΟΝΙΤΗ)
3. ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΚΛΩΒΟΥ ΟΠΛΙΣΜΟΥ
4. ΣΚΥΡΟΔΕΤΗΣΗ
5. ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ ΤΟΥ ΚΥΚΛΟΥ ΣΕ ΕΠΟΜΕΝΟ ΠΑΝΕΛΟ



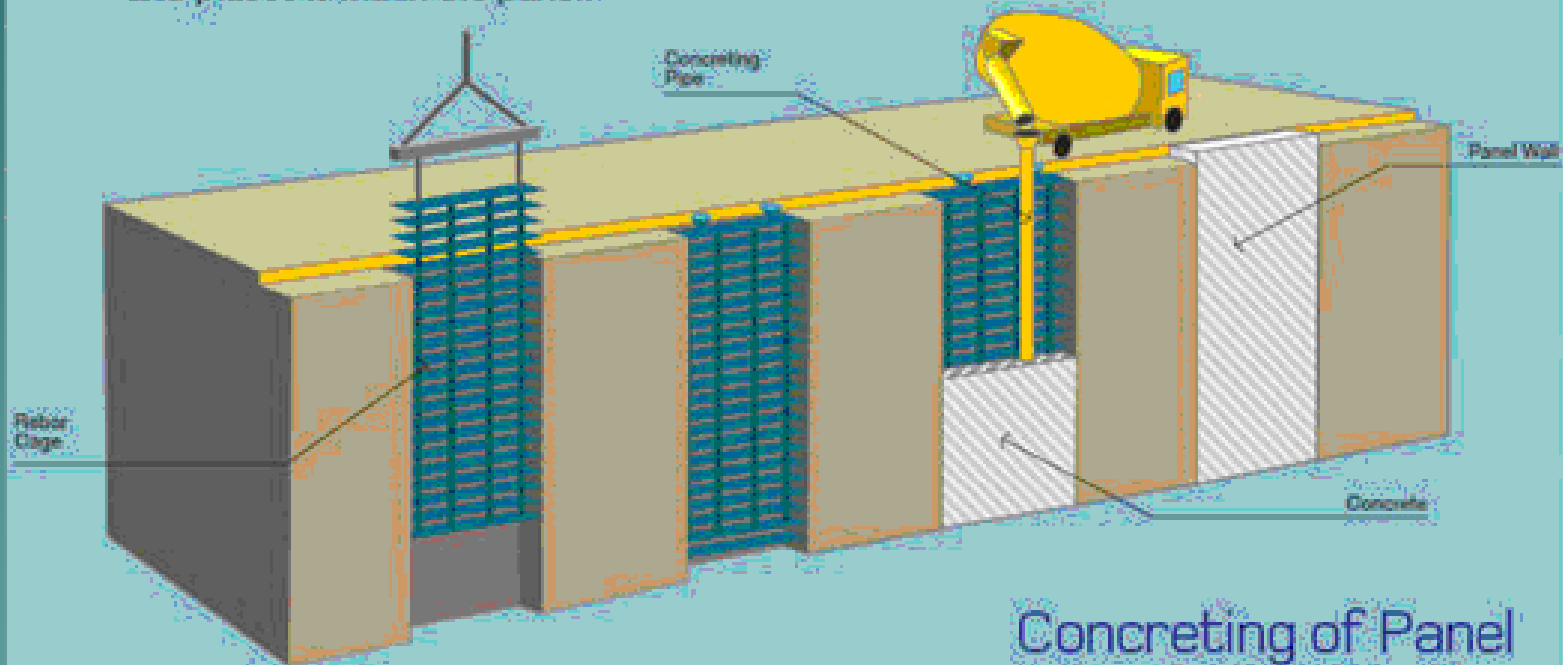
ΤΡΟΠΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΜΕ ΠΡΩΤΕΥΟΝΤΑ ΚΑΙ ΔΕΥΤΕΡΕΥΟΝΤΑ ΠΑΝΕΛΑ



Φάσεις κατασκευής Διαφραγματικού Τοίχου

Installation of Rebar Cage

The crane lifts up the reinforcement-bar cage and places it within the panel.



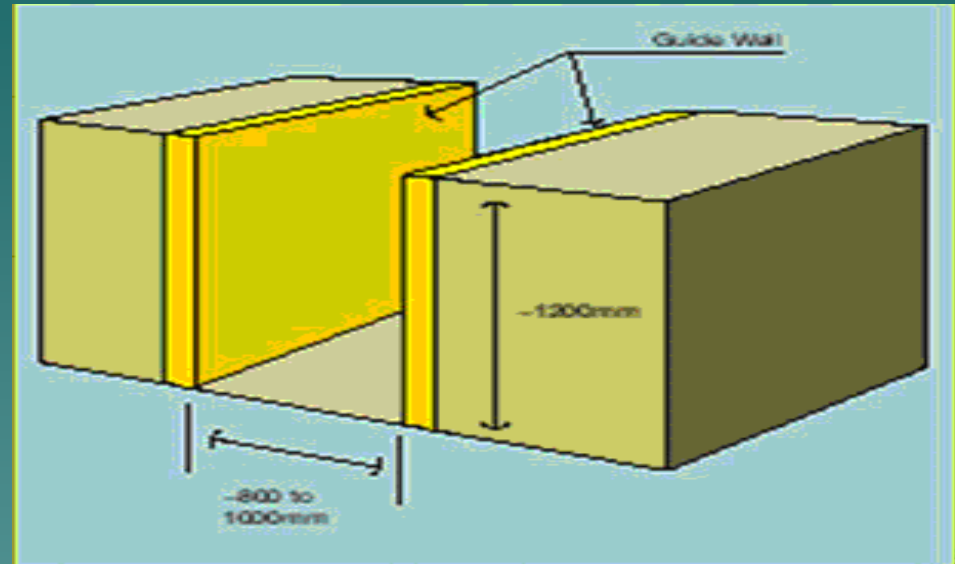
Concreting of Panel

Concrete is poured into the panel to form the panel wall.

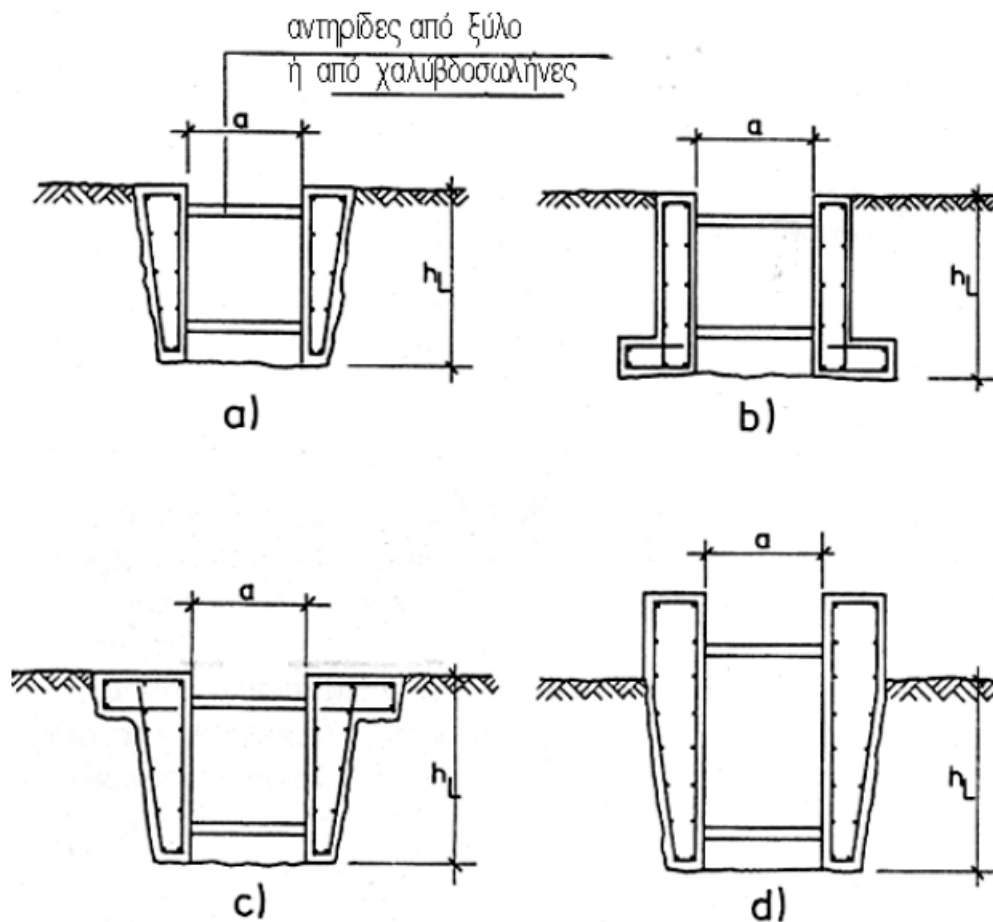
Κατασκευή ΟΔΗΓΩΝ ΤΟΙΧΩΝ

Οι οδηγοί τοίχοι είναι προσωρινή κατασκευή από επί τόπου σκυρόδεμα ή προκατασκευασμένα στοιχεία και έχουν τις ακόλουθες λειτουργίες :

- ◆ Καθοδήγηση της αρπάγης εκσκαφής
- ◆ Υποστήριξη της ανώτερης εδαφικής περιοχής
- ◆ Εξισορρόπηση των διακυμάνσεων της στάθμης του υποστηρικτικού υγρού
- ◆ Στήριξη για μέρη της εξωτερικής κατασκευής όπως για κλωβούς οπλισμών κ.λ.π



Τύποιι οδηγών τοίχων



Σχήμα 1.2-3 Μορφές οδηγών τοιχωμάτων για την περίπτωση της επί τόπου έγχυσης.

a = εσωτερική απόσταση των οδηγών τοιχωμάτων
= d_n + προσάυξηση (περί τα 5 cm)

a) Οδηγά τοιχώματα για σταθερά εδάφη και φυσιολογική καταπόνηση από τα μηχανήματα εκσκαφής

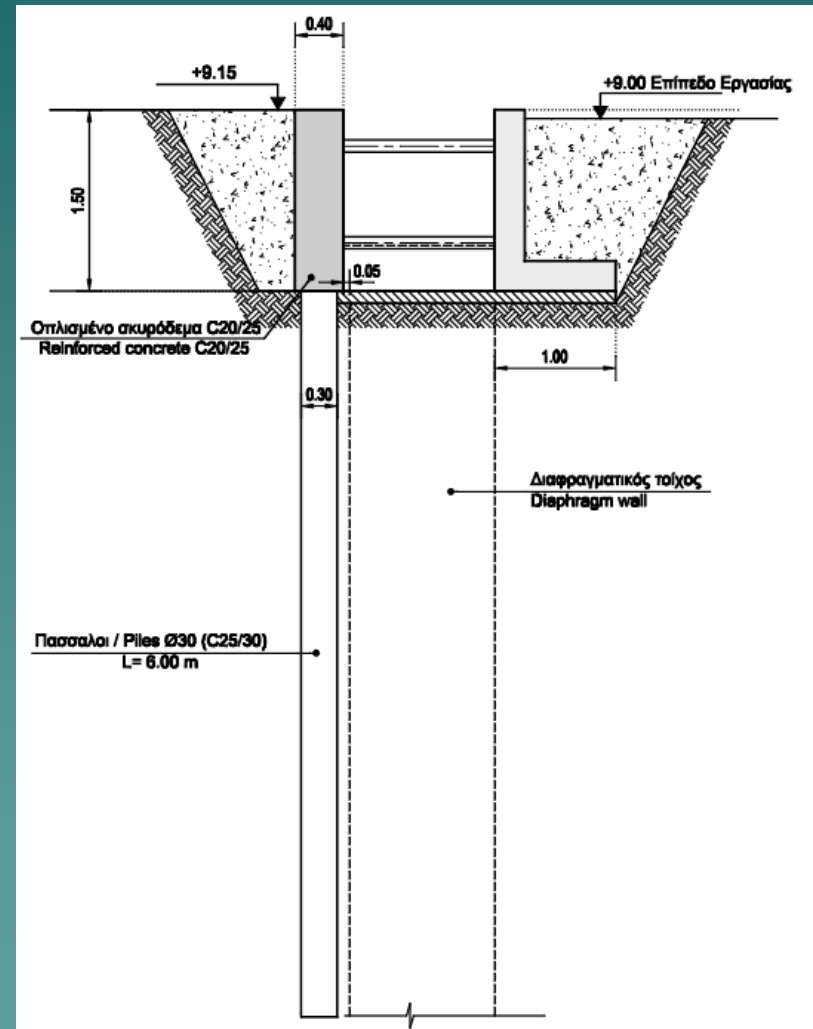
b) Οδηγά τοιχώματα για μη συνεκτικά ή επιχωματωμένα εδάφη και φυσιολογική καταπόνηση από τα μηχανήματα εκσκαφής

c) Οδηγά τοιχώματα για σταθερά εδάφη και υψηλή καταπόνηση από τα μηχανήματα εκσκαφής

d) Οδηγά τοιχώματα για σταθερά εδάφη και μεγαλύτερη στάθμη αιωρήματος

Μικροπιάσσαλοι σε κατασκευή οδηγών τοίχων

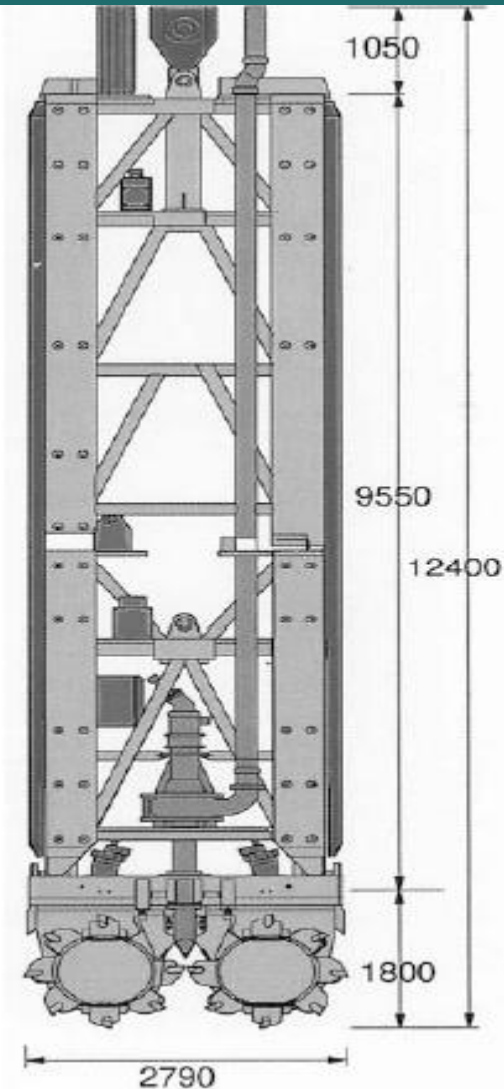
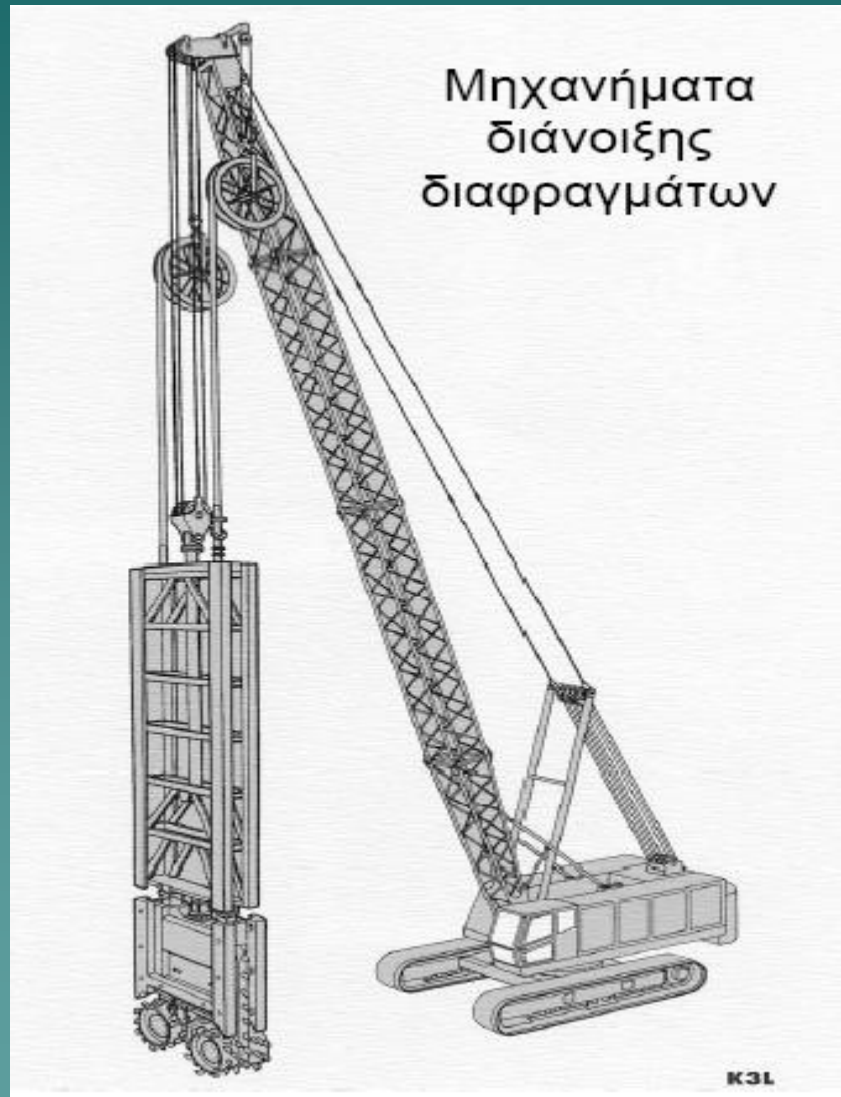
Για την κατασκευή των οδηγών τοίχων μπορεί να γίνει και χρήση μικροπιασάλων κοντά σε ευαίσθητα κτίρια, για την προστασία τους.



Μηχανήματα διάνοιξης με αρπάγη κατάλληλα για μικρά βάθη και μαλακά εδάφη



Μηχανήματα διάνοιξης τύπου υδροφρέζας κατάλληλα για μεγαλύτερα βάθη και σκληρότερα εδάφη



Μηχανήματα διάνοιξης διαφραγματικών



Μηχάνημα διάνοιξης τύπου υδροφρέζας



Εκσκαφή - αντιστήριξη σκάμματος

- ◆ Η εκσκαφή συνήθως γίνεται χρησιμοποιώντας και εναιώρημα μπεντονίτη. Αυτό το υλικό λειτουργεί σαν αντιστήριξη του σκάμματος, για αποφυγή κατάρρευσης, μέσω υδραυλικής πίεσης και των θιξοτροπικών ιδιοτήτων του.
- ◆ Το εναιώρημα μπεντονίτη όταν παραμείνει αδιατάρακτο δημιουργεί ένα παχύρρευστο ζελέ το οποίο γίνεται πάλι υγρό μόλις αναδευτεί.

Σύστημα εγκατάστασης μπεντονίτη



Κλωβός σπλισμού διαφραγματικού (μήκος 10 – 14 m ανάλογα με τις απαιτήσεις της κατασκευής και επικάλυψη κλωβών ~ 2,00 – 2,50 m)



Τοποθέτηση οπλισμού (έλεγχος κλωβού για φορτία ανάρτησης)



Τοποθέτηση κλωβού οπλισμού με κασέτα συνδέσμων (couplers)

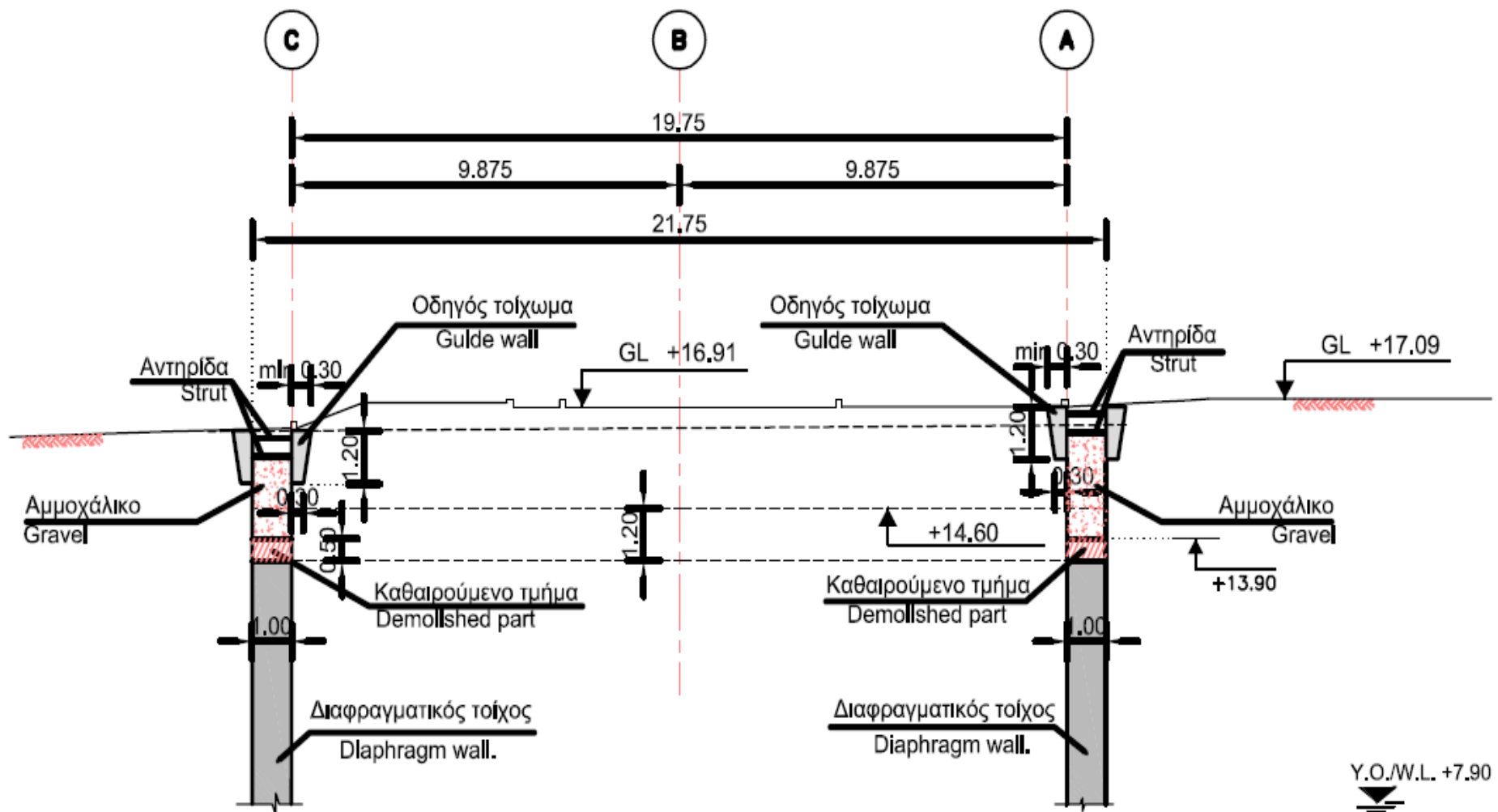


Φάσεις Κατασκευής Σταθμού

Παραθέτουμε παρακάτω τις φάσεις κατασκευής ενός τυπικού σταθμού με διαφραγματικούς τοίχους με την μέθοδο **Top-Down**.

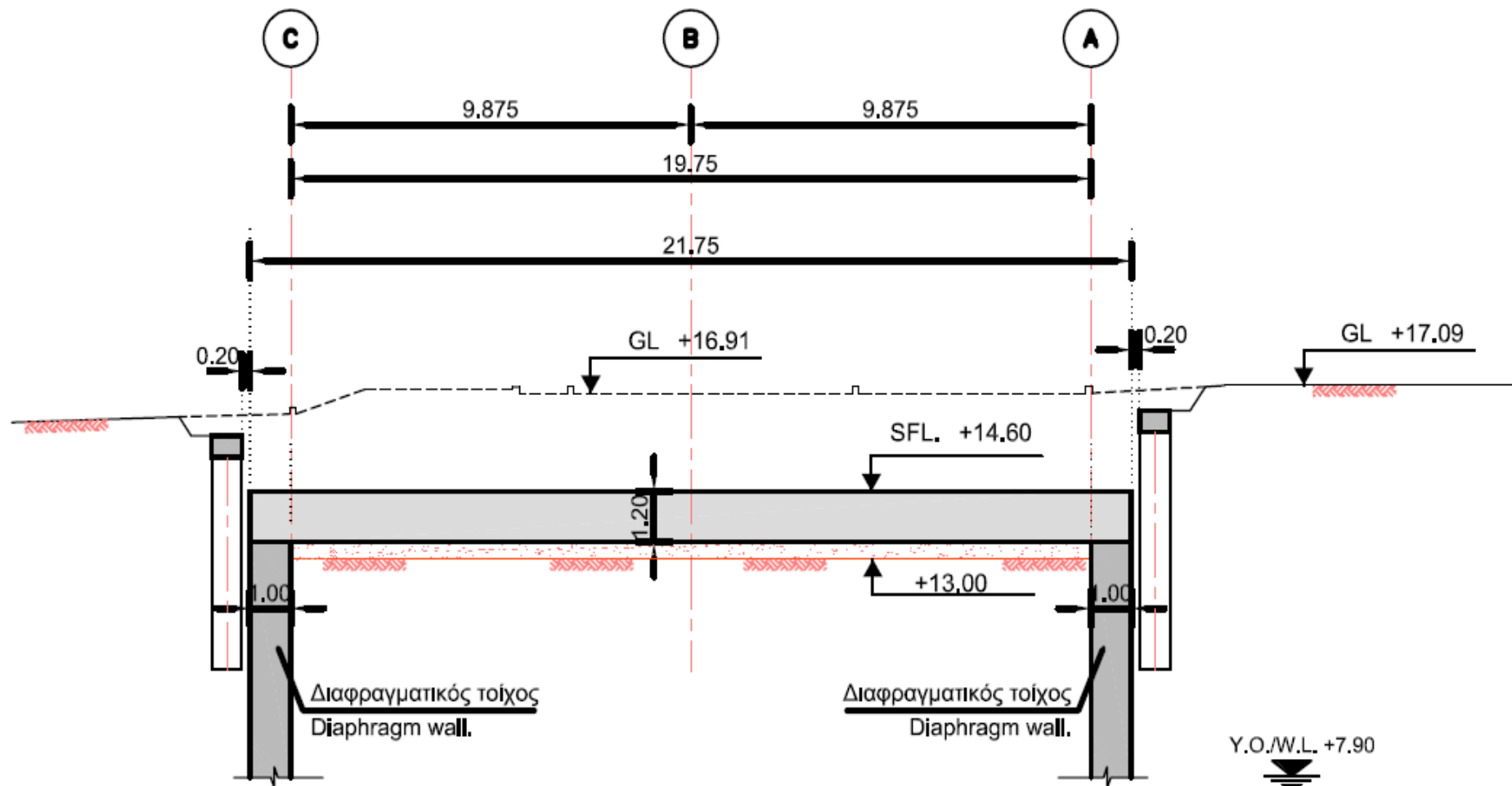
Συνολικά έχουμε 8 τυπικές φάσεις κατασκευής ξεκινώντας από

- ◆ Την παράκαμψη δικτύων και κατασκευή οδηγών τοίχων
- ◆ Κατασκευή διαφραγματικών τοίχων
- ◆ Εκσκαφή μέχρι τις ενδιάμεσες στάθμες και σκυροδέτηση των ενδιάμεσων πλακών
- ◆ Κατασκευή μικροπασσάλων για έλεγχο της άνωσης όπου απαιτούνται, και σκυροδέτηση της πλάκας του πυθμένα.



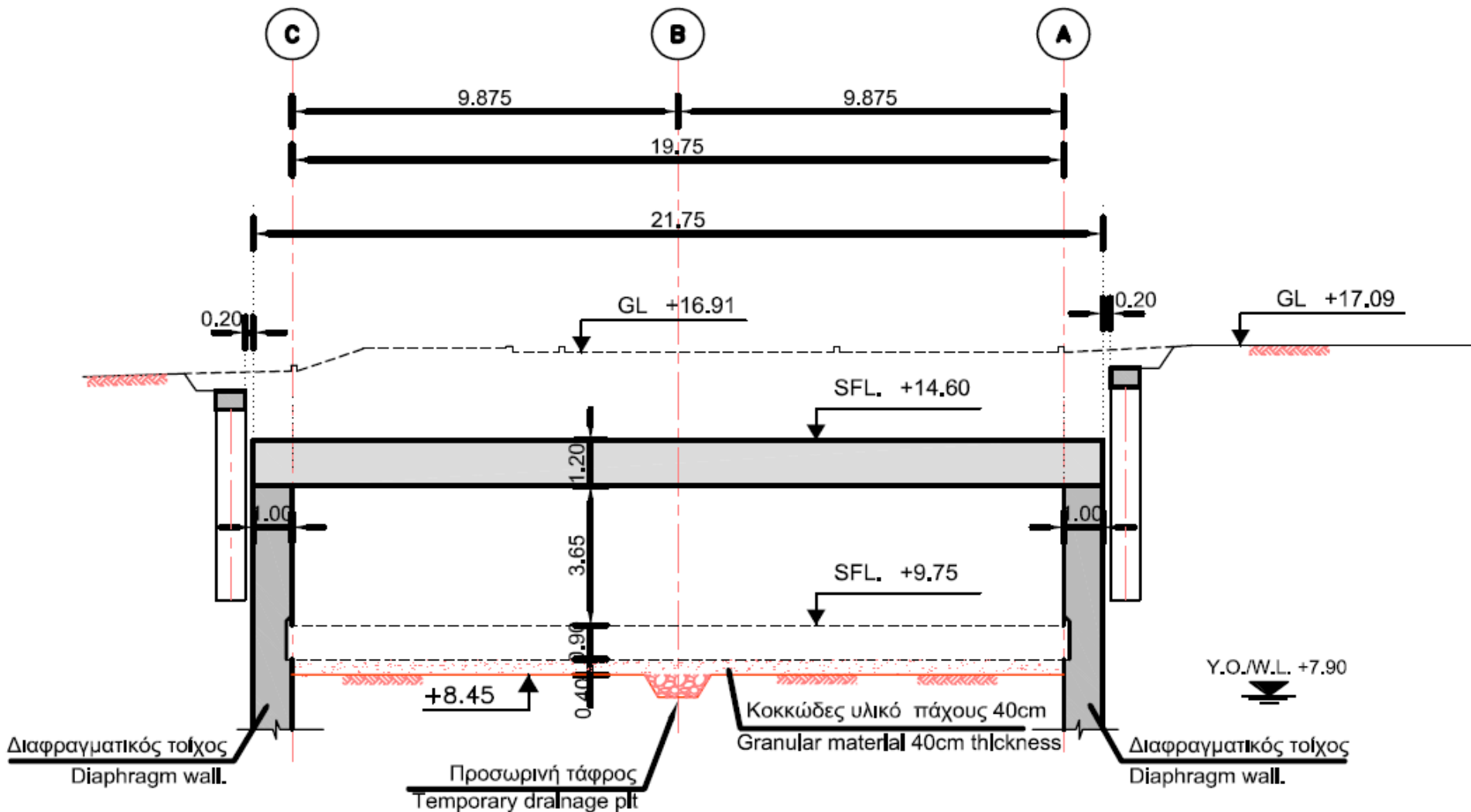
ΦΑΣΗ 1 / PHASE 1

- Παράκαμψη δικτύων κοινής ωφέλειας και κυκλοφοριακές ρυθμίσεις./ Network diversion and traffic regulations.
- Εκσκαφή τάφρου για την κατασκευή των οδηγών τοιχωμάτων./ Excavation for the guide walls construction.
- Κατασκευή οδηγών τοιχωμάτων και προσωρινή αντιστήριξή τους με αντηρίδα./ Construction of guide walls and strut as temporary support.
- Κατασκευή Διαφραγματικών τοίχων μέχρι τη στάθμη +13.90./ Diaphragm wall construction (level +13.90)
- Τοποθέτηση αμμοχάλικων από τη στάθμη +13.90 μέχρι την επιφάνεια./ Gravel sand placement from level +13.90 to ground level.



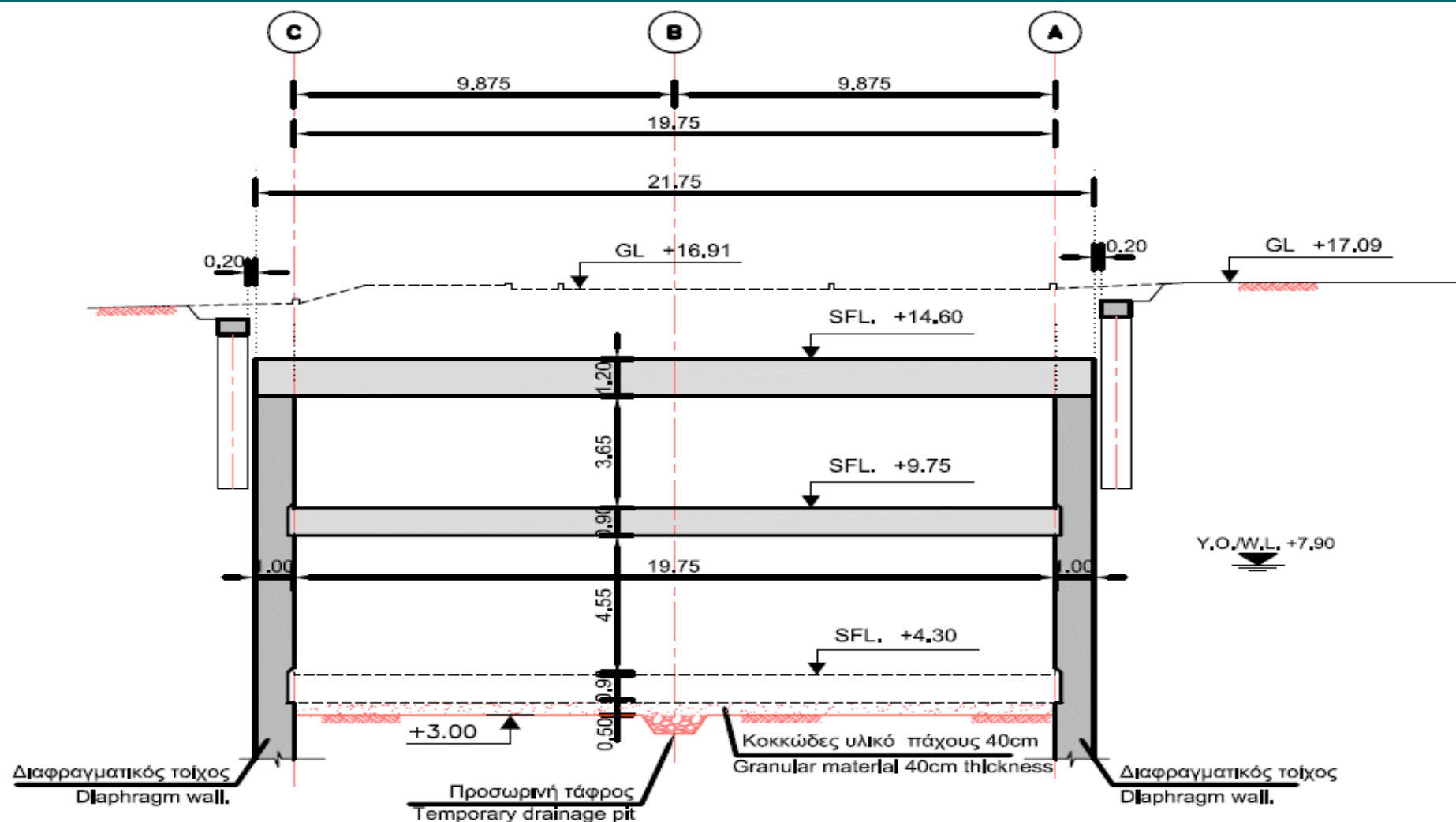
ΦΑΣΗ 3 / PHASE 3

- Διαμόρφωσης της επιφάνειας έδρασης με κοκκώδες υλικό πάχους 40cm./
Surface grading of beam seat level with granular material.
- Επάλειψη με αντικολλητικό υγρό./Antiadhesive material parging
- Τοποθέτηση οπλισμού και σκυροδέτηση πλάκας οροφής./
Reinforcement placement and top slab concreting.



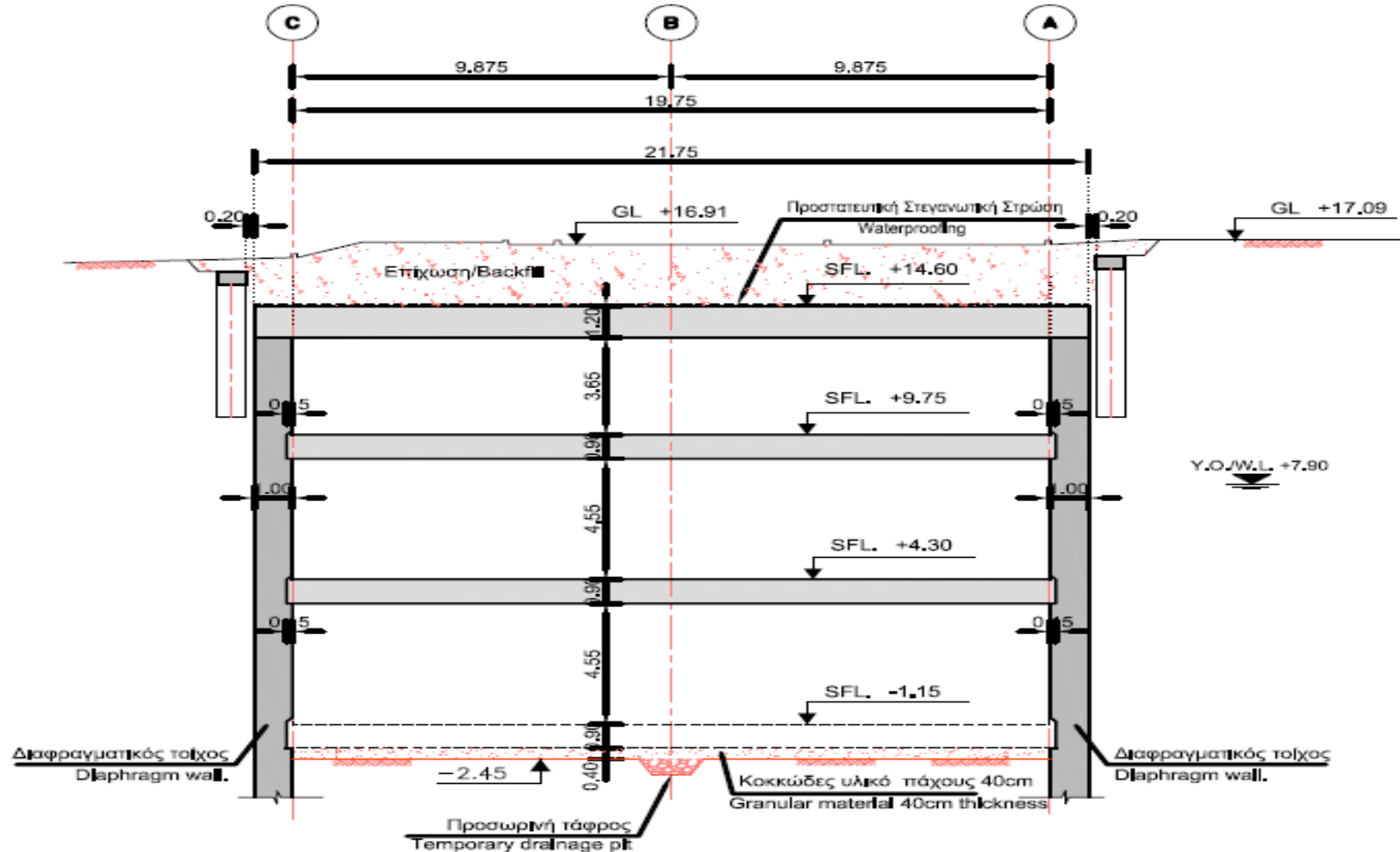
ΦΑΣΗ 4 / PHASE 4

- Εκσκαφή ως τη στάθμη +8.45 /Excavation at level +8.45.
- Κατασκευή προσωρινής τάφρου εξασφάλισης εργασιών εν ξηρώ./Construction of temporary drainage pit.
- Επίχωση με κοκκώδες υλικό πάχους 40cm για την διαμόρφωση επιφάνειας έδρασης./ Backfill with granular material of 40cm thickness for surface grading of beam seat level .
- Επάλειψη με αντικολλητικό υγρό./Antiadhesive material parging



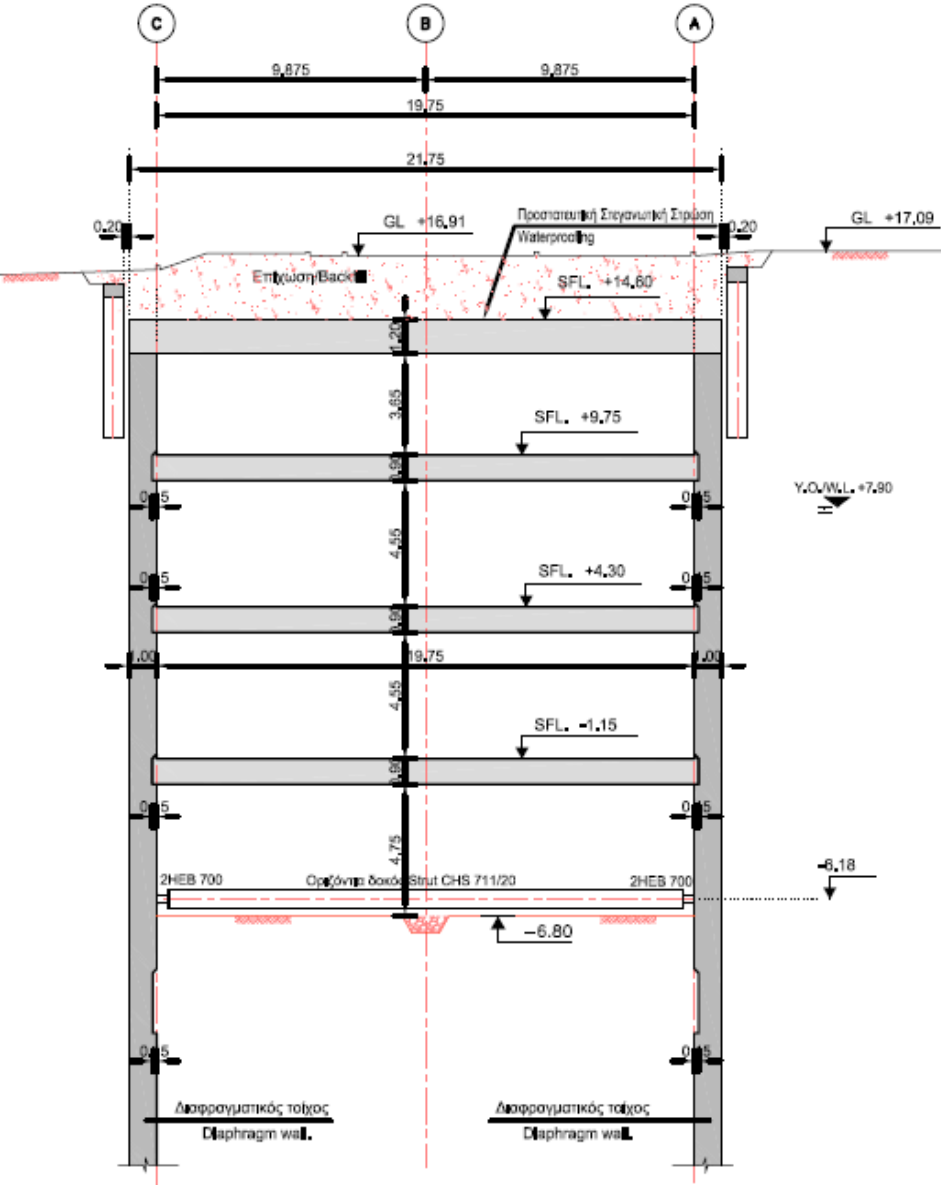
ΦΑΣΗ 5 / PHASE 5

- Τοποθέτηση οπλισμού και σύνδεσή του με τους συνδέσμους επιμήκυνσης./ Reinforcement placement and connection with couplers.
- Σκυροδέτηση πλάκας -1./Slab Level -1 concreting
- Εκσκαφή ως τη στάθμη +3.00./Excavation at level +3.00
- Κατασκευή προσωρινής τάφρου εξασφάλισης εργασιών εν ξηρώ./Construction of temporary drainage pit.
- Επίχωση με κοκκώδες υλικό πάχους 40cm για την διαμόρφωση επιφάνειας έδρασης./ Backfill with granular material of 40cm thickness for surface grading of beam seat level .
- Επάλειψη με αντικολητικό υγρό./Antladhesive material parging



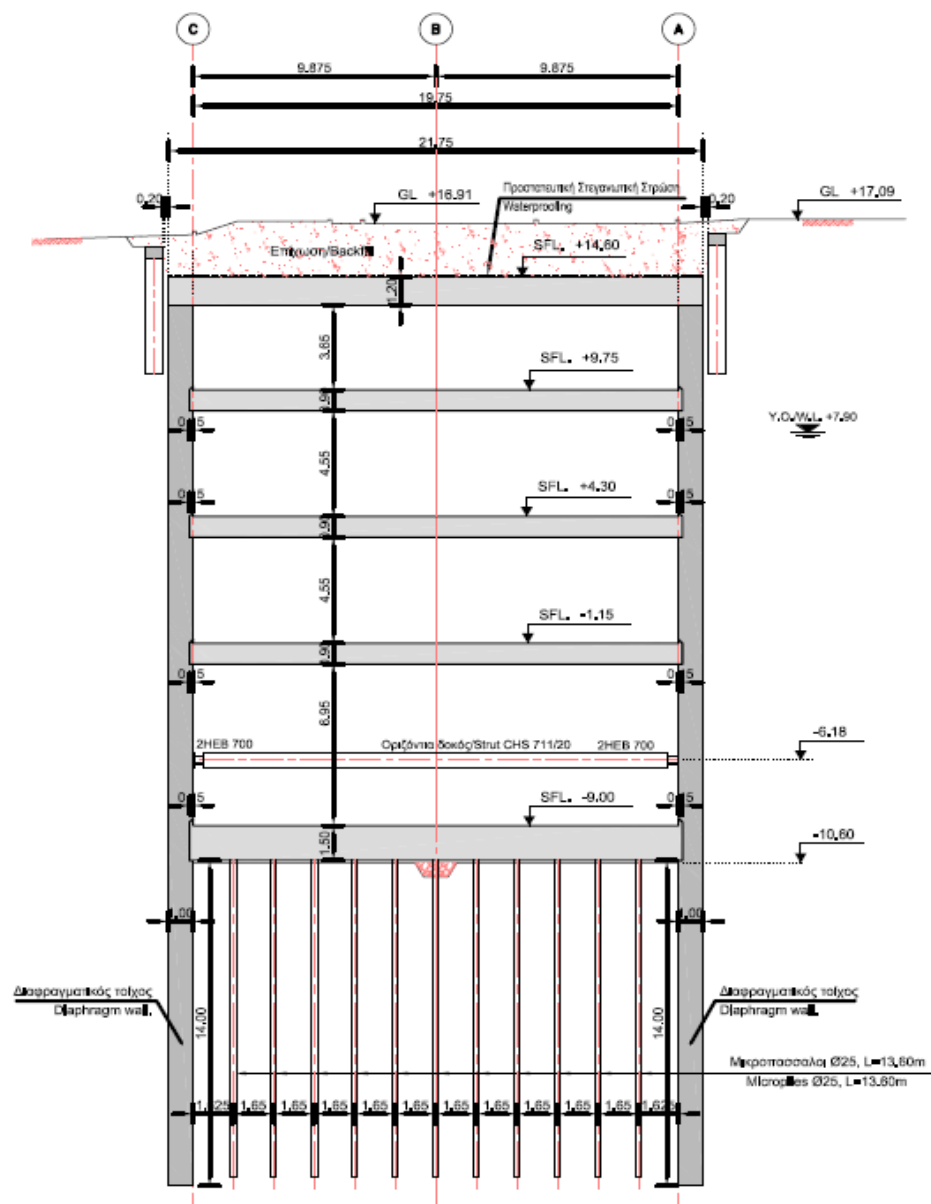
ΦΑΣΗ 6 / PHASE 6

- Τοποθέτηση οπλισμού και σύνδεσή του με τους συνδέσμους επιμήκυνσης./Reinforcement placement and connection with couplers.
- Σκυροδέτηση πλάκας -2./Slab Level -2 concreting
- Τοποθέτηση προστατευτικής στεγανωτικής στρώσης στην πλάκα οροφής./Waterproofing layer placement at roof slab
- Επανεπίχωση και αποκατάσταση δικτύων κοινής ωφέλειας και οδοστρώματος./Back fill, utility network and road surface restoration.
- Εξοκαφή ως τη στάθμη -2.45, μέσω των προσωρινών ανοιγμάτων / Excavation at level -2.45 via temporary openings
- Κατασκευή προσωρινής τάφρου εξασφάλισης εργασιών εν ξηρώ./Construction of temporary drainage pit.
- Επίχωση με κοκκώδες υλικό πάχους 40cm για την διαμόρφωση επιφάνειας έδρασης./ Backfill with granular material of 40cm thickness for surface grading of beam seat level .
- Επάλειψη με αντικολλητικό υγρό./Antiladhesive material parging



ΦΑΣΗ 7 / PHASE 7

- Τοποθέτηση οπλισμού και σύνδεσή του με τους συνδέσμους επιμήκυνσης / Reinforcement placement and connection with couplers.
- Σκυροδέτηση πλάκας -3/Slab Level -3 concreting
- Εξοκαφή ως τη στάθμη -6.80/Excavation at level -6.80
- Κατασκευή προσωρινής τάφρου εξασφάλισης εργασιών εν ξηρώ/Construction of temporary drainage pit.
- Τοποθέτηση προσωρινών αντηρίδων / Temporary struts placement



ΦΑΣΗ 8 / PHASE 8

- Εξοκαφή ως τη στάθμη -10.60 στο στοίβρο/Excavation at level -10.60
- Κατασκευή προσωρινών φερόνων / Temporary shafts construction.
- Κατασκευή μικροπασσαλίδων Ø25 σε μέσο καναβό 1.65X1.90m
- Μικροπασσαλίδες Ø25 construction in an average pattern of 1.65X1.90m
- Τοποθέτηση οπλισμού και σύνδεσή του με τους συνδέσμους επιμήκυνσης (couplers).
- Reinforcement placement and connection with couplers.
- Σκυροδέτηση πλάκας θεμελίωσης με ελαφρύ σκυρόδεμα.
- Foundation slab concreting. (water light concrete).

Σκυροδέτηση πλάκας





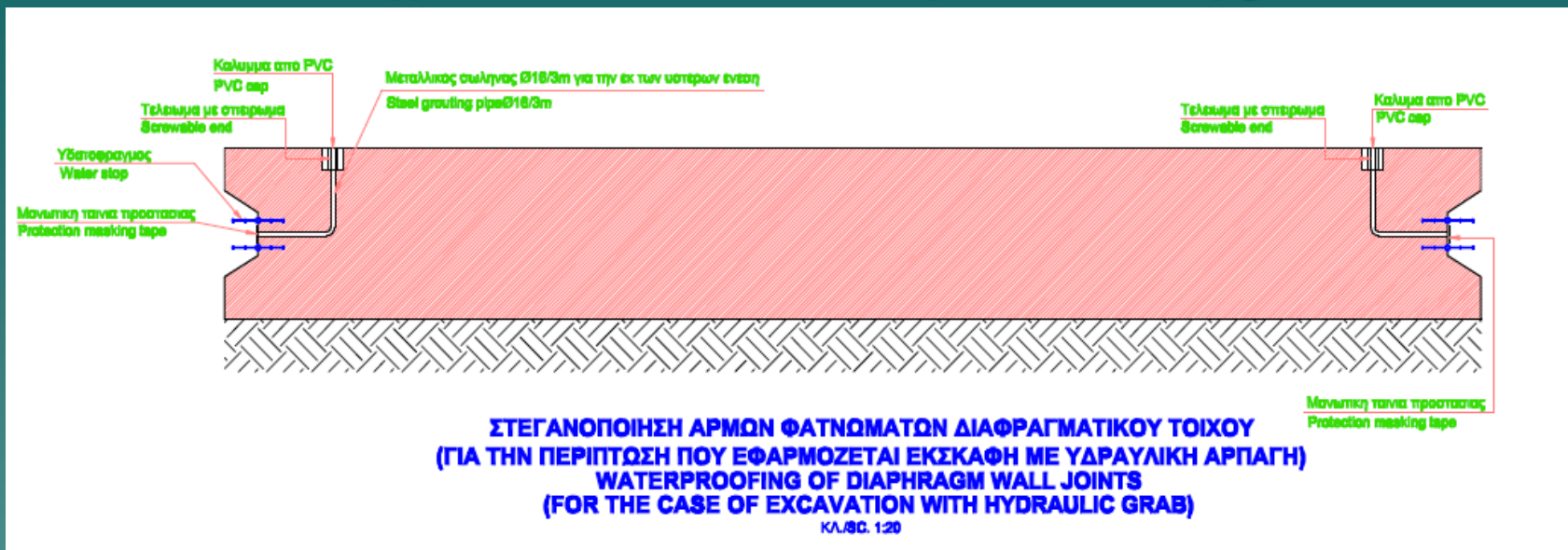
Σύστημα Υδατοστεγάνωσης διαφραγματικών τοίχων

- ◆ Δεν προβλέπεται τοποθέτηση μεμβράνης στους Διαφραγματικούς Τοίχους και τον πυθμένα του Σταθμού. Αντιθέτως τοποθετείται στεγανωτική μεμβράνη πάνω από την πλάκα οροφής.
- ◆ Σύμφωνα με τις Προδιαγραφές Μελετών της Αττικό Μετρό είναι ανεκτή μικρή διαρροή νερού μέσω των αρμών μεταξύ πανέλων Διαφραγματικών Τοίχων.
- ◆ Στους σταθμούς του Μετρό Θεσσαλονίκης θα κατασκευασθεί εσωτερικά δευτερέων μη φέρων τοίχος παράλληλα προς τον διαφραγματικό σε απόσταση που να είναι δυνατή η αποστράγγιση των υπογείων υδάτων που εισέρχονται σε όλους τους χώρους του σταθμού.

Λεπτομέρειες υδατοστεγάνωσης

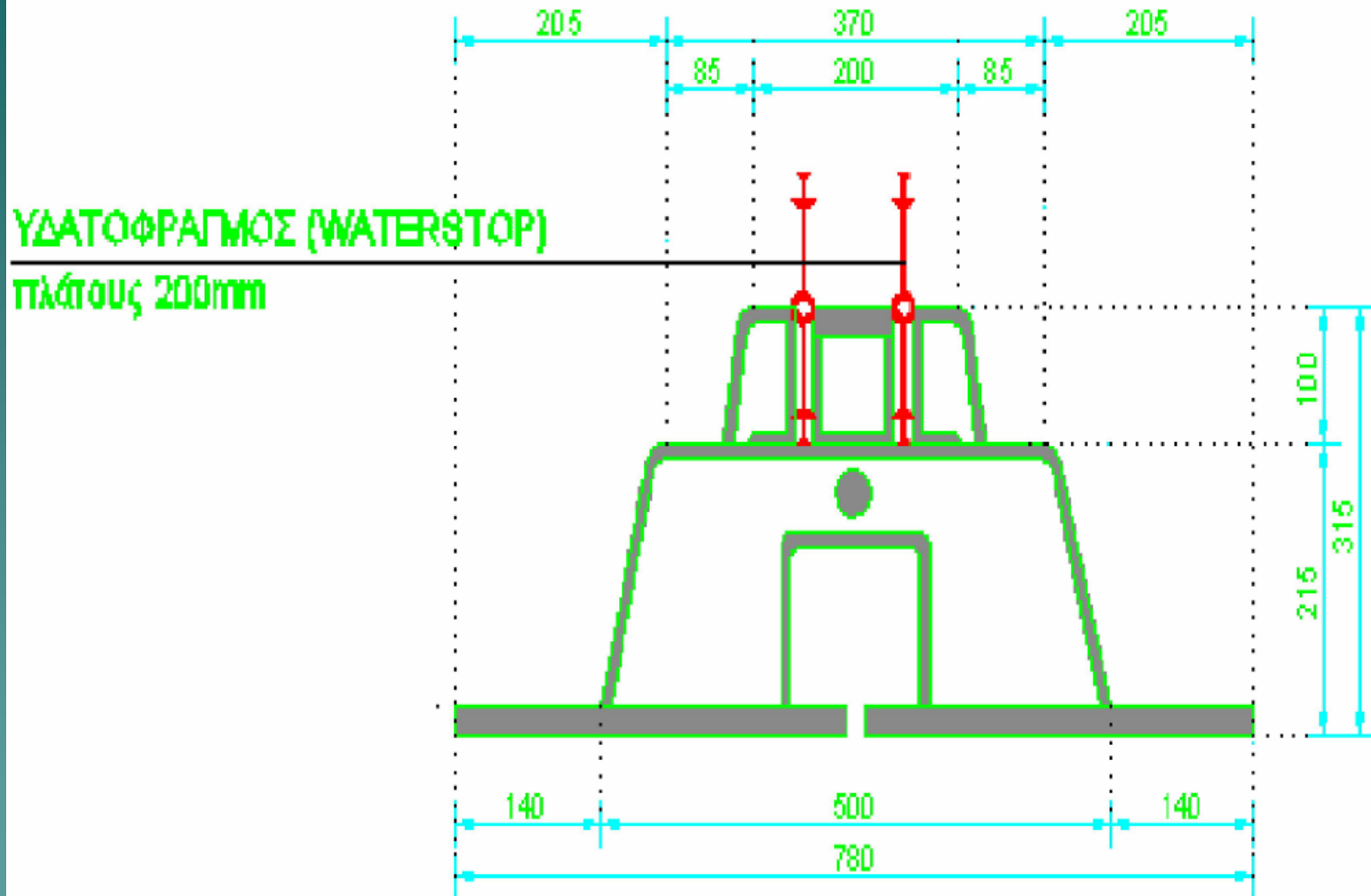
- ◆ Στεγάνωση αρμών φατνωμάτων διαφραγματικού τοίχου
- ◆ Σύνδεση σήραγγας TBM με μετωπικό διαφραγματικό τοίχο
- ◆ Σύστημα στεγάνωσης πλάκας οροφής
- ◆ Σύστημα στεγάνωσης σύνδεσης πλάκας πυθμένα με διαφραγματικό τοίχο
- ◆ Σύστημα στεγάνωσης πλάκας πρόσβασης και διαφραγματικού τοίχου

Σύστημα Υδατοστεγάνωσης ΔΤ



Σε κάθε αρμό πετάσματος θα τοποθετηθούν υδατοφραγμοί, το πλάτος των οποίων θα είναι τουλάχιστον 200mm – 240 mm. Τα παρακείμενα πετάσματα θα διαμορφωθούν με προσωρινούς χαλύβδινους αρμούς (formers) τα οποία θα επιτρέπουν την εγκατάσταση των λωρίδων υδατοφραγμού μεταξύ των πετασμάτων. Η εξαγωγή του προσωρινού καλουπιού θα πραγματοποιηθεί κατά τέτοιο τρόπο ούτως ώστε να αποφευχθεί η πρόκληση οποιασδήποτε ζημιάς στο σκυρόδεμα και στον υδατοφραγμό που τοποθετείται σε αυτόν.

Λεπτομέρεια Πασσαλοσανίδας και υδατοφραγμού (waterstop)

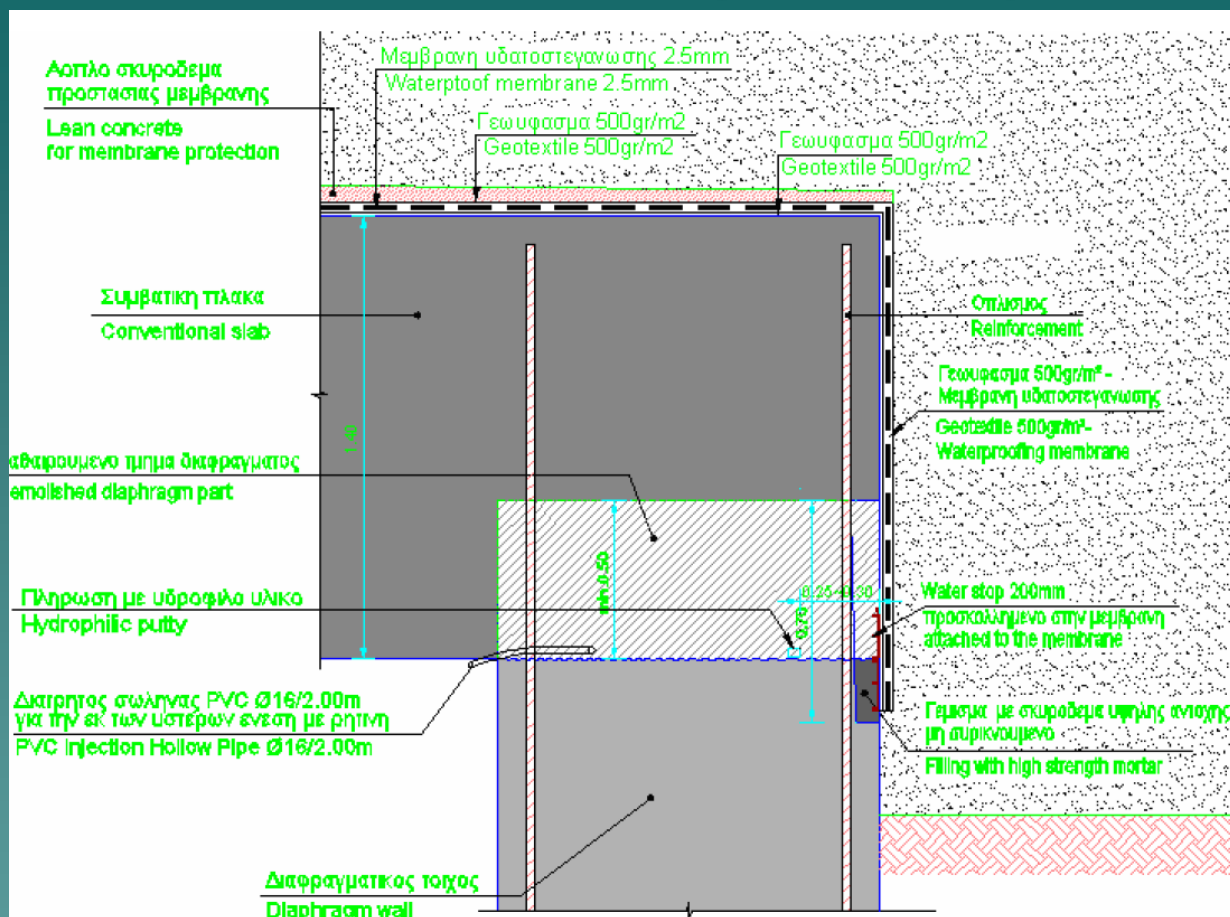


Οι παραπάνω διαστάσεις δίνονται σε mm

Ενωση σήραγγας TBM με σταθμό

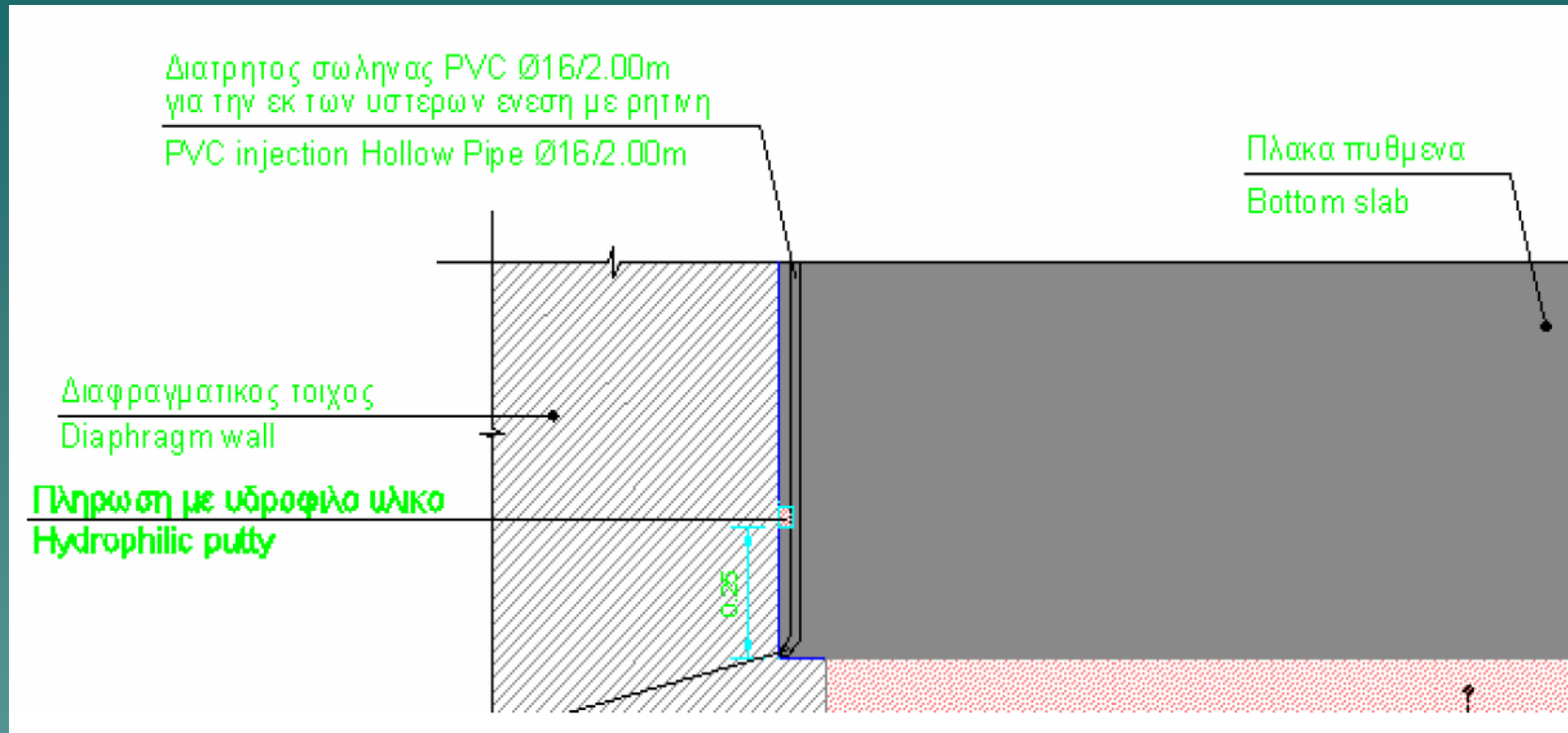
Κατά την ένωση της σήραγγας TBM με το Σταθμό και έπειτα από την καθαίρεση των segments όπου απαιτείται, θα δημιουργείται ξεχωριστή δοκός σύνδεσης του ΔΤ με τα segments ανάλογα με τη γεωμετρία της περιοχής της σύνδεσης, όπου εκτός από τον απαραίτητο οπλισμό θα τοποθετούνται διάτρητοι σωλήνες και υδρόφιλα υλικά , για τη στεγάνωση της περιοχής.

Σύστημα Στεγάνωσης Πλάκας οροφής



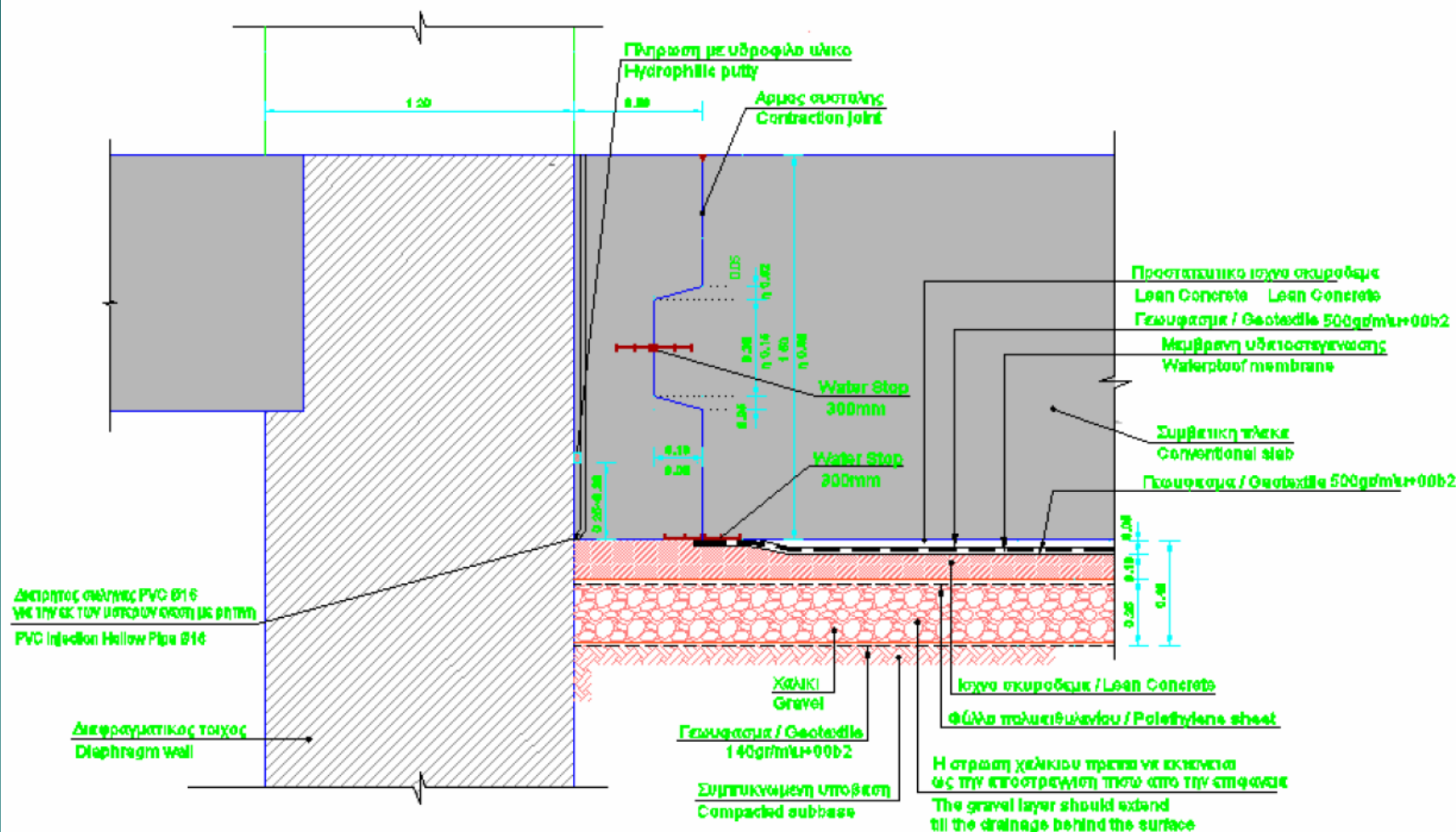
Στην πλάκα οροφής του Σταθμού θα τοποθετηθεί σύστημα υδατοστεγάνωσης (μεμβράνη υδατοστεγάνωσης-υδατοφραγμοί-γεωύφασμα). Επίσης τοποθετείται διάτρητος σωλήνας για την εκ των υστέρων ενεμάτωση με ρητίνη στην ένωση παλαιού με νέο σκυροδέμα.

Σύστημα στεγάνωσης στην σύνδεση πλάκας πυθμένα με διαφραγματικό τοίχο



Στην ένωση του ΔΤ με την πλάκα πυθμένα του Σταθμού ή με την πλάκα Προσβασης θα τοποθετηθεί υδρόφιλο υλικό και κατακόρυφος διάτρητος σωλήνας (με πρόσβαση από την εσωτερική πλευρά του Σταθμού) για τη μελλοντική ενεμάτωση με ρητίνη στην ένωση παλαιού με νέου σκυροδέματος.

Σύστημα Στεγάνωσης Πλάκας Πρόσβασης και Διαφραγματικού Τοίχου



Κατασκευαστικά Προβλήματα - Αντιμετώπιση

Κατά την κατασκευή των Δ.Τ. στο Μετρό Θεσσαλονίκης εμφανίστηκαν σε τοπική έκταση τα παρακάτω προβλήματα:

♦ Εκσκαφή δευτερεύοντος πανέλου με χρήση υδροφρέζας μεταξύ δύο πρωτευόντων, ενός πρόσφατα σκυροδετημένου και ενός ήδη σκληρυμένου. Στην περίπτωση αυτή, λόγω διαφορετικής σκληρότητας των πανέλων, η υδροφρέζα παρεξέκλινε προς το «μαλακό» πάνελο και συνάντησε τον οπλισμό του, οπότε διεκόπη η διάνοιξη του σκάμματος.

- **Επακόλουθο:** Πάνελο μειωμένου βάθους σε σχέση με το προβλεπόμενο από τη μελέτη.
- **Αντιμετώπιση:** Επανυπολογισμός του φορέα, ο οποίος έδειξε ότι, λόγω του τοπικού χαρακτήρα του προβλήματος, δεν απαιτείτο περαιτέρω ενέργεια. Αλλαγή του κλωβού οπλισμού του πανέλου.

♦ Μετακίνηση του κλωβού οπλισμού προς τη μία μεριά του σκάμματος.

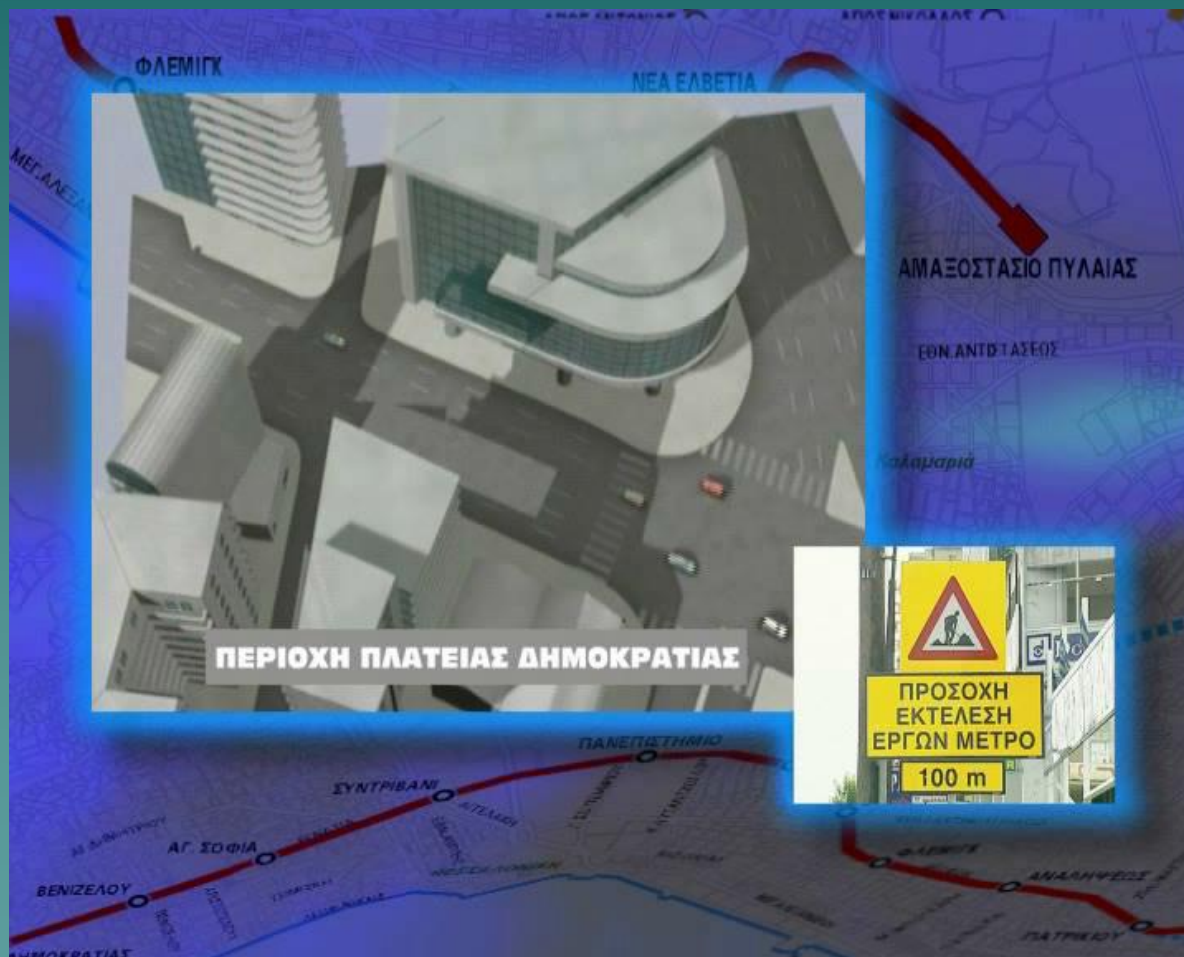
- **Επακόλουθο:** Μείωση της επικάλυψης του οπλισμού.
- **Αντιμετώπιση:**
 - ♦ Όταν η επικάλυψη μειώνεται προς το εσωτερικό του σταθμού: Καθαίρεση σαθρών τμημάτων όπου απαιτείται και χρήση επαλειφόμενων υλικών.
 - ♦ Όταν έχει μειωθεί η επικάλυψη προς την πλευρά του εδάφους: επανυπολογισμός του πανέλου ως αμφιέριστου και έλεγχος επάρκειας του υφιστάμενου οπλισμού. Οι υπολογισμοί έδειξαν επάρκεια του υφιστάμενου οπλισμού.

- ◆ Εμφάνιση των συνδέσμων οπλισμού (couplers) κατά την εκσκαφή του σταθμού σε άλλη θέση από την προβλεπόμενη.
 - **Επακόλουθο:**
 - ◆ Αδυναμία της προβλεπόμενης από τη μελέτη μόρφωσης του κόμβου Δ.Τ. – Πλάκας
 - ◆ Διαφορετική στατική λειτουργία της πλάκας όταν το πρόβλημα εντοπίστηκε σε 4-5 πάνελα στη σειρά.
 - **Αντιμετώπιση:**
 - ◆ Χρήση βλήτρων για την υλοποίηση του κόμβου Δ.Τ. Πλάκας.
 - ◆ Απαίτηση, λόγω ακριβώς τέτοιων ενδεχόμενων, των Προδιαγραφών Μελετών Έργων Πολιτικού Μηχανικού είναι ο υπολογισμός των πλακών με θεώρηση των συνδέσεών τους με τους Δ.Τ. τόσο ως «πακτώσεις» όσο και ως «αρθρώσεις».

Άλλα Πιθανά Κατασκευαστικά Προβλήματα

Κατά την κατασκευή των Δ.Τ. μπορεί να προκύψουν τα παρακάτω προβλήματα:

- ♦ **Αιτία** Ποιότητα Μπεντονίτη
 - **Επακόλουθο:** ασυνέχειες στο σώμα του Δ.Τ. με παρεμβολή στρώσης μπεντονίτη.
- ♦ **Αιτία** Οι χειρισμοί του σωλήνα σκυροδέτησης και κυρίως εάν τηρείται το σωστό βάθος βύθισης του σωλήνα μέσα στη μάζα του σκυροδέματος.
 - **Επακόλουθο:** περιοχές χωρίς σκυρόδεμα (φωλιές) που ποικίλουν ως προς το μέγεθος και το βάθος. Γίνεται έλεγχος ομοιογένειας σκυροδέματος μέσω υπερήχων (Sonic Test)
- ♦ **Αιτία** Η ποιότητα του σκυροδέματος, και κυρίως η έλλειψη της απαιτούμενης ρευστότητας.
 - **Επακόλουθο:** εμφανή συσσωματωμένα αδρανή (χωρίς παρουσία τσιμεντοπολτού).
- ♦ **Αιτία** Μη έγκαιρη διόρθωση του συστήματος εκσκαφής από τον χειριστή.
 - **Επακόλουθο:** κατακόρυφες αποκλίσεις πανέλων.
- ♦ **Αιτία** Τοπική αστάθεια εδάφους.
 - **Επακόλουθο:** τοπικές επιφανειακές διογκώσεις.





**ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ "ΟΔΗΓΟΥ-ΤΟΙΧΟΥ"
ΓΙΑ ΟΡΙΣΜΟ ΤΟΥ ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΙΚΟΥ
ΤΟΙΧΟΥ ΤΟΥ ΣΤΑΘΜΟΥ
ΜΕ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ 100εκ. x 180εκ.**



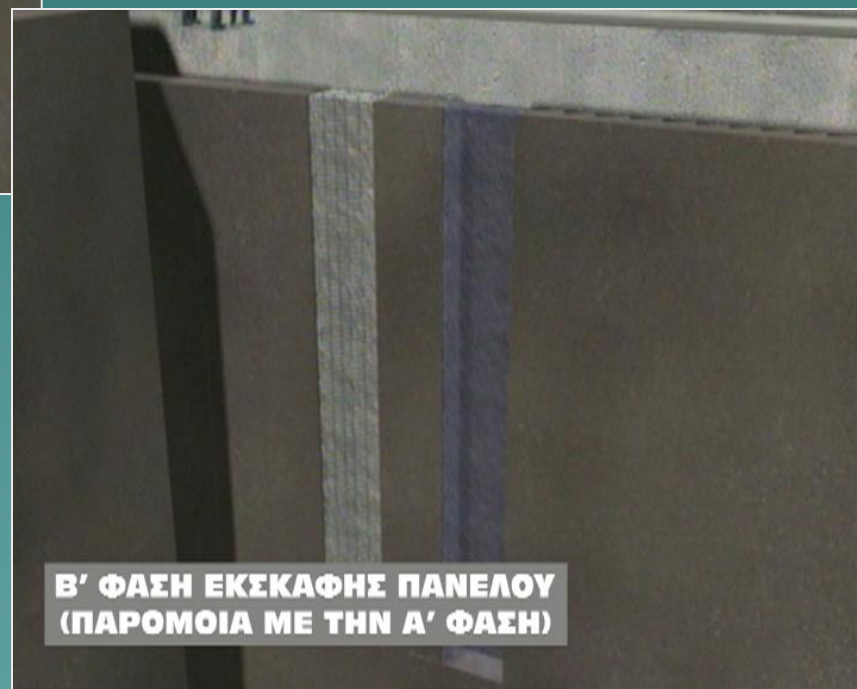
**Α' ΦΑΣΗ ΕΚΣΚΑΦΗΣ ΠΑΝΕΛΟΥ
ΚΑΙ ΤΑΥΤΟΧΡΟΝΗ ΕΓΧΥΣΗ
ΜΠΕΤΟΝΙΤΗ ΓΙΑ ΤΗ ΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΗΣΗ
ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ**



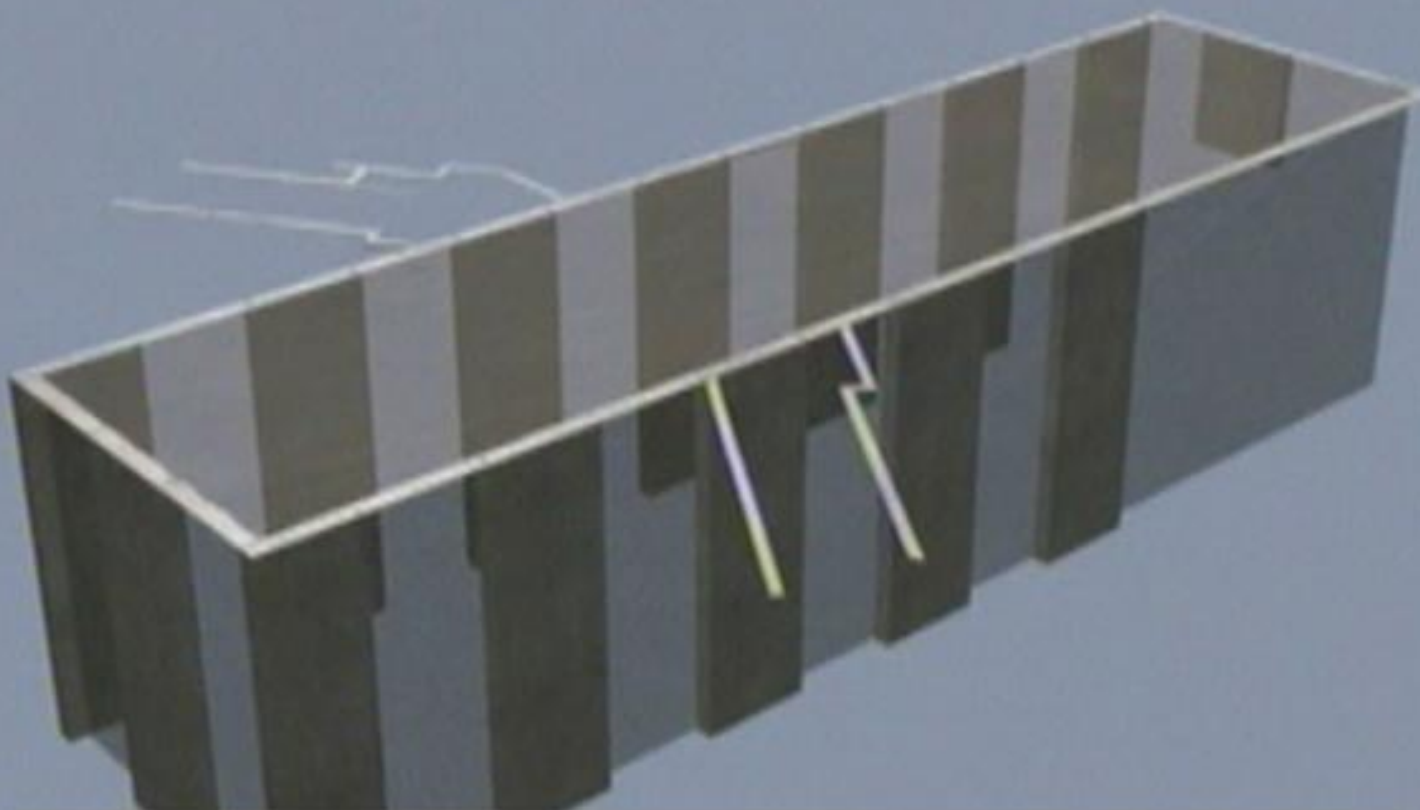
ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΟΠΛΙΣΜΟΥ



ΕΓΧΥΣΗ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ



**Β' ΦΑΣΗ ΕΚΣΚΑΦΗΣ ΠΑΝΕΛΟΥ
(ΠΑΡΟΜΟΙΑ ΜΕ ΤΗΝ Α' ΦΑΣΗ)**



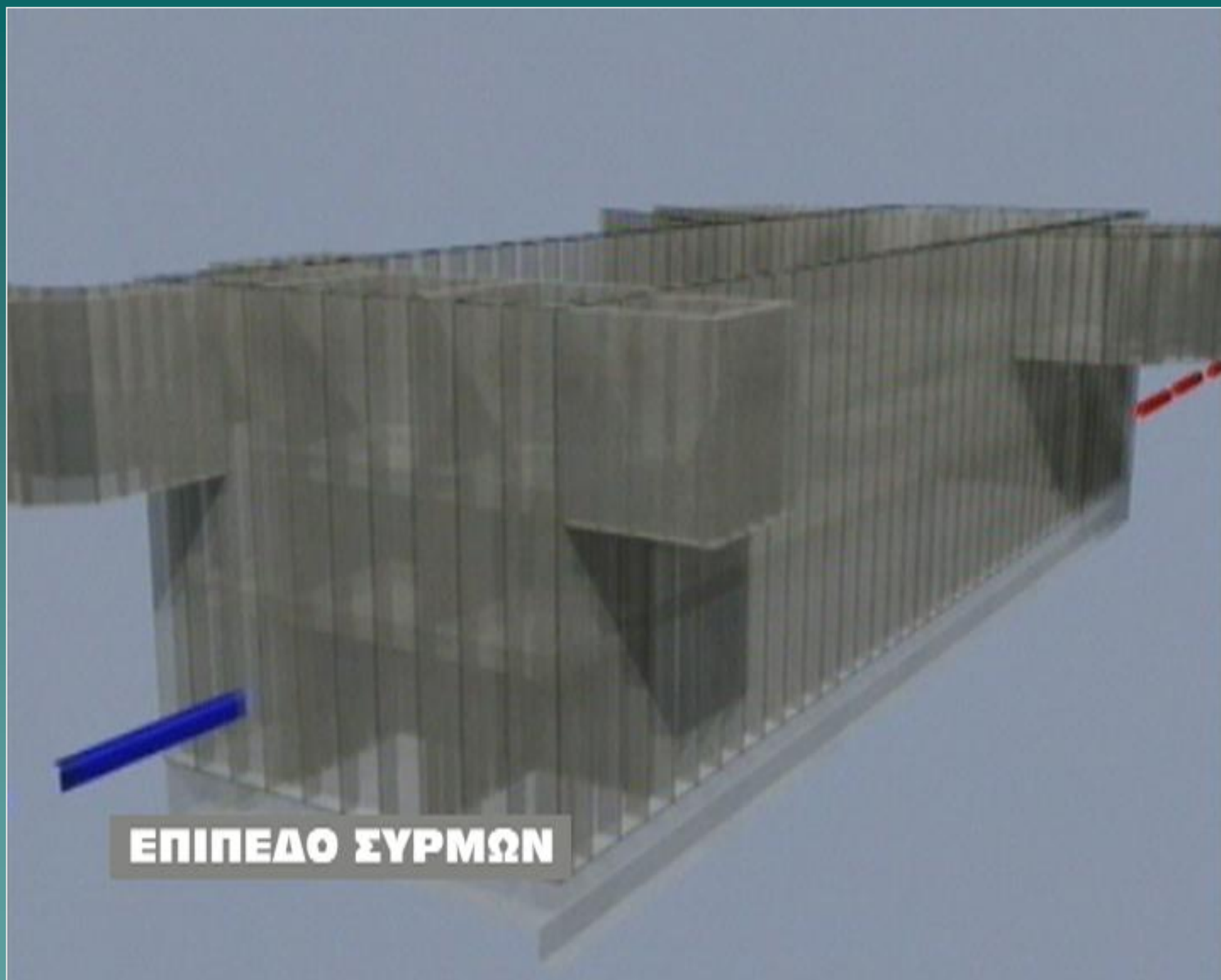
**ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΥΠΟΛΟΙΠΩΝ
ΠΑΝΕΛΩΝ, ΑΝΑ ΔΥΟ ΔΙΑΔΟΧΙΚΑ**



**ΕΚΣΚΑΦΗ ΜΕΧΡΙ ΤΟ ΥΨΟΣ ΤΟΥ ΕΚΑΣΤΟΤΕ
ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΚΑΙ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΟΡΟΦΩΝ**



**ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΩΝ
ΤΟΙΧΩΝ ΣΤΑΘΜΟΥ**



ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΥΡΜΩΝ