



**ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ**  
**ΜΟΝΑΔΑ ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΛΕΣΒΟΥ & ΠΡΑΣΙΝΟΥ**  
**ΣΗΜΕΙΟΥ (Π.Σ.) ΜΥΤΙΛΗΝΗΣ**



**ΙΟΥΛΙΟΣ 2018**

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b>	<b>1</b>
1.1 Γενικά	1
1.2 Σκοπός γεωτεχνικής μελέτης	2
1.3 Θέση και στοιχεία του έργου	2
<b>2. ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΑ ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΚΑΙ ΣΕΙΣΜΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ</b>	<b>7</b>
2.1 Γεωλογικά στοιχεία	7
2.2 Σεισμολογικά στοιχεία	9
<b>3. ΓΝΩΜΑΤΕΥΣΗ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ - ΕΔΑΦΟΤΕΧΝΙΚΟΙ ΕΛΕΓΧΟΙ</b>	<b>10</b>
3.1 Είδος θεμελίωσης - Μέτρα βελτίωσης συνθηκών έδρασης	10
3.2 Υπολογισμός φέρουσας ικανότητας - επιτρεπόμενης τάσης	11
3.3 Υπολογισμός αναμενόμενων καθιζήσεων - δείκτη εδάφους	15
3.4 Εκσκαφές	18
<b>4. ΣΥΝΟΨΗ</b>	<b>19</b>

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α:** Αναλυτικά δεδομένα και αποτελέσματα αριθμητικής ανάλυσης.

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 1.1 Γενικά

Στο παρόν τεύχος παρουσιάζονται και αξιολογούνται τα πορίσματα της γεωτεχνικής μελέτης των προβλεπόμενων τεχνικών έργων υποδομής της Μονάδας Κομποστοποίησης Λέσβου και του Πράσινου Σημείου (Π.Σ) Μυτιλήνης.

Τα στοιχεία του κύριου του έργου είναι τα εξής:

<u>Φορέας:</u>	<b>ΔΙΑΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΛΕΣΒΟΥ Δ.Ε.Δ.Α.Π.Α.Λ. Α.Ε.</b>
<u>Υπεύθυνος επικοινωνίας:</u>	Αποστόλου Στέφανος, Πρόεδρος Δ.Ε.Δ.Α.Π.Α.Λ. Α.Ε.
<u>Ταχ. Δ/νση:</u>	Καραντώνη 6, 81100, Μυτιλήνη
<u>Τηλέφωνο:</u>	2251 0 29570
<u>Fax:</u>	2251 0 41463

Τα στοιχεία του φορέα εκπόνησης των μελετών του έργου είναι τα εξής:

<u>Φορέας:</u>	<b>ΔΗΜΟΣ ΛΕΣΒΟΥ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ</b>
<u>Αρμόδιος Αντιδήμαρχος</u>	Κατσαρός Κων/νος, Αντιδήμαρχος Ανάπτυξης - Ευρωπαϊκών Προγραμμάτων και Τεχνικών Υπηρεσιών
<u>Υπεύθυνος επικοινωνίας:</u>	Στυλιανίδου Μαριάνθη, Προϊσταμένη Διεύθυνσης Τεχνικών Υπηρεσιών
<u>Ταχ. Δ/νση:</u>	Ελ. Βενιζέλου 13 - 17, 81100, Μυτιλήνη
<u>Τηλέφωνο:</u>	22513 50533
<u>Fax:</u>	22513 50539
<u>e-mail:</u>	<a href="mailto:dimos@mytilene.gr">dimos@mytilene.gr</a>

Στοιχεία επικοινωνίας για τη σύνταξη της Γεωτεχνικής Μελέτης:

<u>Φορέας:</u>	<b>ΔΗΜΟΣ ΛΕΣΒΟΥ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ</b>
<u>Ον/μο:</u>	Μαρία Πιαλλέ, Πολιτικός Μηχανικός
<u>Δ/νση:</u>	Ελ. Βενιζέλου 13-17, Μυτιλήνη
<u>Τηλέφωνο:</u>	22513 50558
<u>Fax:</u>	22513 50508
<u>e-mail:</u>	<a href="mailto:mpialle@gmail.com">mpialle@gmail.com</a>

## 1.2 Σκοπός γεωτεχνικής μελέτης

Σκοπός της γεωτεχνικής μελέτης είναι η διερεύνηση και ο προσδιορισμός των εδαφικών συνθηκών και παραμέτρων που συναντώνται στην προβλεπόμενη θέση κατασκευής του έργου σύμφωνα με τα διαθέσιμα στοιχεία της παρούσας φάσης (ήτοι γεωλογικός χάρτης ΙΓΜΕ).

Ειδικότερα, η γεωτεχνική μελέτη θεμελίωσης αποσκοπεί στη διατύπωση τεκμηριωμένων προτάσεων σχετικά με τον κατάλληλο τρόπο θεμελίωσης, την πιθανή ανάγκη λήψης ειδικών μέτρων βελτίωσης και το σχεδιασμό των τυχόν απαιτούμενων διατάξεων αντιστήριξης. Συγκεκριμένα, η εν λόγω μελέτη περιλαμβάνει αναλυτικά τα αποτελέσματα των αναγκαίων εδαφοτεχνικών υπολογισμών και πιο συγκεκριμένα:

- Της εύρεσης της φέρουσας ικανότητας εδάφους και της επιτρεπόμενης τάσης επιφανειακής θεμελίωσης με χρήση των σχετικών κανονιστικών διατάξεων.
- Της εκτίμησης των αναμενόμενων καθιζήσεων επιφανειακής θεμελίωσης.
- Της εύρεσης της τιμής του δείκτη εδάφους που απαιτείται για τη στατική επίλυση της θεμελίωσης (περίπτωση επιφανειακής θεμελίωσης).

## 1.3 Θέση και στοιχεία του έργου

Το εξεταζόμενο έργο (βλ. Σχήμα 1) βρίσκεται στη θέση «Ουτζά - Λεμονού» και διοικητικά υπάγεται στην Περιφέρεια Βορείου Αιγαίου και ειδικότερα στην Π.Ε. Λέσβου, ενώ εντοπίζεται εντός των διοικητικών ορίων του Δ. Μυτιλήνης και ειδικότερα της ομώνυμης Δημοτικής Ενότητας (Δ.Ε. Μυτιλήνης). Ο χώρος προσεγγίζεται μέσω του ασφαλοστρωμένου δρόμου από την 1η Επαρχιακή Οδό Μυτιλήνης - Θέρμα - Καλλονής, σε απόσταση 1,5km ο οποίος οδηγεί στον εν λειτουργία ΣΜΑ Μυτιλήνης. Ο δρόμος έχει καλά οδικά χαρακτηριστικά που επιτρέπει την καλή προσπέλαση απορριμματοφόρων και λοιπών βαρέων οχημάτων, ελαχιστοποιώντας το χρόνο μετάβασης.





Σχήμα 1: Ευρύτερη περιοχή θέσης έργου (Πηγή υποβάθρου: Google Earth, 2018).

Οι νέες δραστηριότητες αναφέρονται στις ακόλουθες επιμέρους υποδομές:

- Μονάδα Κομποστοποίησης προδιαλεγμένου οργανικού και πράσινων αποβλήτων Δ. Λέσβου

Η παρούσα δραστηριότητα αφορά την κατασκευή εγκατάστασης επεξεργασίας προδιαλεγμένων οργανικών αποβλήτων δυναμικότητας 7.200tn ετησίως. Επιπλέον η εγκατάσταση θα επεξεργάζεται ετησίως 800tn πράσινων κήπου (κυρίως γρασίδι και φύλλα) και 9.000tn πράσινων απορριμμάτων (κυρίως κλαδέματα). Η εγκατάσταση θα αποτελείται από τα εξής επιμέρους τμήματα επεξεργασίας:

- Υποδοχή Προδιαλεγμένων οργανικών και πράσινων κήπου
- Υποδοχή και τεμαχισμός πράσινων απορριμμάτων
- Μηχανική προεπεξεργασία
- Κομποστοποίηση σε στατικούς αεριζόμενους σωρούς
- Ωρίμανση προδιαλεγμένων οργανικών σε σειράδια επί ανοικτής πλατείας
- Εξευγενισμός ώριμου κόμποστ
- Αποθήκη τελικού προϊόντος

Συμπληρωματικά των ανωτέρω θα υπάρχουν επίσης έργα εισόδου - υποδομής, στα οποία περιλαμβάνονται:

- Εξωτερική πύλη εισόδου (κοινή με την εγκατάσταση του ΣΜΑ)
- Εσωτερική πύλη εισόδου
- Φυλάκιο εισόδου (κοινό με την εγκατάσταση του ΣΜΑ)
- Γεφυροπλάστιγγα (κοινή με την εγκατάσταση του ΣΜΑ)
- Κτίριο εξυπηρέτησης εγκατάστασης / Κτίριο Διοίκησης
- Περίφραξη του χώρου
- Περιμετρική δενδροφύτευση
- Εσωτερική οδοποιία
- Έργα αντιπλημμυρικής προστασίας
- Σύστημα συλλογής και ανακυκλοφορίας υγρών αποβλήτων από την μονάδα κομποστοποίησης
- Σύστημα συλλογής και ανακυκλοφορίας υγρών αποβλήτων από την μονάδα ωρίμανσης
- Δίκτυα υποδομής (ύδρευσης, αποχέτευσης, άρδευσης, πυρόσβεσης, φωτισμού, δίκτυα ισχυρών και ασθενών ρευμάτων, αντικεραυνικής προστασίας)
- Έργα διαμορφώσεων περιβάλλοντος χώρου
- Κινητός εξοπλισμός

Ως προς τα έργα εισόδου - υποδομής σημειώνεται ότι ως επί τω πλείστον αποτελούν υποδομές ήδη υφιστάμενες στον εν λειτουργία ΣΜΑ Μυτιλήνης, οι οποίες και θα αξιοποιηθούν και για την Μονάδα Κομποστοποίησης. Τα επιπλέον έργα που προβλέπονται είναι η κατασκευή των δικτύων υποδομής που θα εξυπηρετούν τις νέες εγκαταστάσεις, καθώς και η επέκταση της εσωτερικής οδοποιίας, του φωτισμού, των έργων αντιπλημμυρικής προστασίας και της περίφραξης.

Γενικά θα γίνουν παρεμβάσεις, διαμορφώσεις, βελτιώσεις σε όλες τις υφιστάμενες υποδομές και σε όλη την έκταση του έργου (παλαιό και νέο) έτσι, ώστε να εξυπηρετούν τις ανάγκες του έργου και να είναι σύμφωνες με την κείμενη νομοθεσία.

#### • Πράσινο Σημείο (Π.Σ.) Μυτιλήνης

Το ΠΣ της Μυτιλήνης, με εκτιμώμενη αποθηκευτική ικανότητα ίση σχεδόν με 118tn θα εξυπηρετεί τους κατοίκους των Δημοτικών Ενοτήτων (Δ.Ε.) Μυτιλήνης, Αγιάσου, Ευεργέτουλας και Λουτροπόλεως-Θέρμης.

Η εγκατάσταση του ΠΣ, θα περιλαμβάνει αποθηκευτικό εξοπλισμό αποτελούμενο από:

- skip containers των 24 m<sup>3</sup> έκαστο για τη συλλογή μεταλλικών αντικειμένων, χαρτιού, πλαστικών, ξύλινης συσκευασίας, σύνθετης συσκευασίας, ΑΗΗΕ, απόβλητα κλωστο-ϋφαντουργικά προϊόντα, και μικρές ποσότητες αποβλήτων από μικροεπισκευές και συντηρήσεις οικιών,
- πλαστικούς κάδους 1.100 lt έκαστος για τη συλλογή αλουμινίου, έντυπου χαρτιού, μικρές ηλεκτρικές συσκευές και ρούχων,

- πλαστικούς κάδους 240 lt έκαστος για τη συλλογή μπαταριών,
- χάρτινους κάδους 200 lt έκαστος για τη συλλογή λαμπτήρων,
- κώδωνες 2,5m<sup>3</sup> για τη συλλογή του γυαλιού,
- ειδικά δοχεία χωρητικότητας 1m<sup>3</sup> για βρώσιμα έλαια και λίπη.

Η πρόσβαση στο Πράσινο Σημείο θα γίνεται μέσω υφιστάμενου οδικού δικτύου. Στο ΒΑ τμήμα του γηπέδου τοποθετείται η πύλη εισόδου. Η πύλη εισόδου θα είναι ηλεκτροκίνητη, συρόμενη με πλάτος περίπου 7,5 μέτρων ώστε να μπορούν να εξυπηρετηθούν μεγάλα οχήματα που στρίβουν στον χώρο. Αμέσως μετά την είσοδο και σε ειδικά διαμορφωμένο χώρο, εγκαθίσταται ο οικίσκος εξυπηρέτησης του ΠΣ. Απέναντι από τον οικίσκο τοποθετείται πληροφοριακή πινακίδα για τη διάταξη του ΠΣ και τη θέση όλων των περιεκτών που αντιστοιχούν στα αποδεκτά υλικά για διάθεση. Ιδιαίτερη προσοχή έχει δοθεί στην ύπαρξη του απαιτούμενου ελεύθερου πλάτους τόσο στις στροφές όσο και στις πλατείες προκειμένου να μπορούν να κινηθούν τα μεγάλα οχήματα εντός του χώρου. Θα πραγματοποιηθεί κατασκευή δύο ανισόπεδων επιπέδων που διαχωρίζονται με ένα τοίχιο. Το άνω επίπεδο με το υψηλότερο μέσο υψόμετρο, εξυπηρετεί μεγάλο τμήμα των οχημάτων των επισκεπτών που επί τω πλείστω δύναται να απορρίψουν μεγάλα αντικείμενα. Η χαμηλότερη υψομετρικά πλατεία, εξυπηρετεί την τοποθέτηση μεγάλων κάδων, που γεμίζουν από το πάνω μέρος τους μέσω διαδρόμων πρόσβασης από σκυρόδεμα που χωροθετούνται στο ίδιο υψόμετρο με την πάνω επίπεδο, καθώς επίσης το σύνολο των μικρής χωρητικότητας περιεκτών. Οι επιφάνειες κίνησης θα κατασκευαστούν με κατάλληλες ρήσεις, ούτως ώστε να επιτυγχάνεται η επιφανειακή απορροή των ομβρίων υδάτων προς την νότια πλευρά του χώρου.

Η εγκατάσταση του Πράσινου Σημείου, θα περιλαμβάνει τα ακόλουθα:

- Υπόστεγο 7,5 x 42,5 m, που προορίζεται για την τοποθέτηση των περιεκτών που χρήζουν προστασίας από τη βροχή ούτως ώστε να μην απωλέσουν την εμπορευματική αξία τους τα ευαίσθητα υλικά, όπως είναι το χαρτί, η ξύλινη συσκευασία, τα ΑΗΕΕ και τα υφάσματα. Η συναρμογή του δαπέδου του υπόστεγου με την πλατεία που εξυπηρετεί τα οχήματα επιτυγχάνεται με την βοήθεια ράμπας κλίσης 5%, ενώ από την πίσω πλευρά δημιουργείται τοίχιο για την αντιστήριξη της περιμετρικής οδού. Το υπόστεγο τοποθετείται στη βορειοδυτική πλευρά της πλατείας.
- Τοίχιο δημιουργίας ανισοσταθμίας ύψους 2,4m με πέντε διαδρόμους φόρτωσης διαστάσεων 2,00 x 6,25m, που προορίζεται για την τοποθέτηση των περιεκτών.
- ↪ Οδός πρόσβασης και κίνησης εντός του ΠΣ. Το ελάχιστο πλάτος για διπλής κατεύθυνσης οδό ορίζεται σε 7m. Όπου είναι αναγκαίο διαμορφώνονται πεζοδρόμια πλάτους 1,0m, ενώ όπου απαιτείται χρησιμοποιούνται κρασπεδόρειθρα.

- ↪ Περίφραξη και πύλη εισόδου - εξόδου. Η περίφραξη εφαρμόζεται στα υποδεικνυόμενα όρια, ενώ η πύλη του ΠΣ θα είναι ανεξάρτητη από εκείνη του ΣΜΑ και της Μονάδας Κομποστοποίησης και θα είναι ανοιγόμενη με πλάτος περίπου 7,5m.
- ↪ Αντιπλημμυρικά έργα.
- ↪ Κτίριο εισόδου. Τοποθετείται οικίσκος στην είσοδο του χώρου για τον έλεγχο των οχημάτων. Το μέγεθος του οικίσκου είναι περίπου 25 m<sup>2</sup>.
- ↪ Εξοπλισμό αποθήκευσης υλικών (περιέκτες).
- ↪ Στεγασμένος χώρος: προβλέπεται η κατασκευή υπόστεγου για τη στέγαση ορισμένων περιεκτών του ΠΣ.
- ↪ Δεξαμενή για τη συλλογή των υγρών αποβλήτων των εγκαταστάσεων, όγκου 11,25m<sup>3</sup>, από την οποία μέσω βυτιοφόρων θα οδηγούνται τα παραγόμενα υγρά απόβλητα προς την υφιστάμενη εγκατάσταση επεξεργασίας στραγγισμάτων του ΧΥΤΑ Λέσβου. Η δεξαμενή χωροθετείται δυτικά του κτιρίου εισόδου. Εναλλακτικά τα παραγόμενα υγρά απόβλητα δύναται να μεταφέρονται σε άλλη εν λειτουργία ΕΕΛ του νησιού κατόπιν σύμφωνης γνώμης.
- ↪ Δεξαμενή ύδρευσης - άρδευσης που εξυπηρετεί όλη την εγκατάσταση.
- ↪ Τοιχίο με διαδρόμους πρόσβασης από σκυρόδεμα για την φόρτωση περιεκτών από το επάνω μέρος τους.
- ↪ Γεφυροπλάστιγγα καθώς και μικρή ζυγιστική διάταξη για την ζύγιση των ανακυκλώσιμων υλικών
- ↪ Δίκτυο φωτισμού και ηλεκτροδότησης
- ↪ Δίκτυα ύδρευσης και αποχέτευσης
- ↪ Χώρος στάθμευσης αυτοκινήτων προσωπικού και επισκεπτών

Ειδικότερα, ο αποθηκευτικός εξοπλισμός θα αποτελείται από:

- 1) skip containers των 24m<sup>3</sup> για τη συλλογή κλαδεμάτων, πλαστικών, μεταλλικών αντικειμένων, χαρτιού, ξύλινης συσκευασίας, σύνθετης συσκευασίας, υφασμάτων, ΑΗΗΕ και μικρών ποσοτήτων αποβλήτων από μικροεπισκευές και συντηρήσεις οικιών,
- 2) πλαστικούς κάδους των 1.100lt για τη συλλογή αλουμίνιου, μικρών ΑΗΗΕ, έντυπου χαρτιού,
- 3) κώδωνες 2,5m<sup>3</sup> για τη συλλογή γυαλιού,
- 4) πλαστικούς κάδους των 240lt για τη συλλογή μπαταριών,
- 5) χάρτινους κάδους των 200lt για τη συλλογή λαμπτήρων,
- 6) πλαστική δεξαμενή, 1m<sup>3</sup> για τη συλλογή βρώσιμων ελαίων και λιπών.

## 2. ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΑ ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΚΑΙ ΣΕΙΣΜΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

### 2.1 Γεωλογικά στοιχεία

Οι γεωλογικοί σχηματισμοί που απαντώνται στην περιοχή μελέτης, σύμφωνα με τον Γεωλογικό Χάρτη του ΙΓΜΕ, Φύλλο «Πλωμάρι - Μυτιλήνη» είναι οι εξής:

- ♦ Μάρμαρα και σχιστόλιθοι του Περμοτριαδικού (P-R.sch, P-R.mr): πρόκειται περί συμπαγών μαρμάρων χρώματος υποκύανου ή τεφρού, τα οποία παρουσιάζουν έντονο πλέγμα διαρρήξεων και επιφανειακά φαινόμενα χημικής διάλυσης. Περιλαμβάνονται ανάμεσα σε σχιστολιθικά πετρώματα και έχουν σχεδόν κατακόρυφη κλίση. Οι σχιστολιθοί είναι κυρίως μετα-αργιλλικοί, μεταψαμμίτες και φυλλίτες. Παρουσιάζουν μικρή μεταμόρφωση, είναι έντονα πτυχωμένοι, η διεύθυνση τους είναι ΒΑ-ΝΔ και η βύθιση τους σχεδόν κατακόρυφη.
- ♦ Βασάλτες και ενδιάμεσες λάβες (β): Πρόκειται για πυριγενή πετρώματα που σχηματίζουν κώνους και κορυφές, σκοτεινόχρωμες, συμπαγείς, άνευ σκωρίας λάβας. Οι βασάλτες κείνται τοπικώς επί των πλειοκαινικών αποθέσεων γλυκών νερών. Έχουν δημιουργηθεί από έκχυση λάβας χαμηλού ιξώδους πάνω στο μεταμορφωμένο υπόβαθρο των Μαρμάρων και Σχιστολίθων του Περμίου. Στους Βασάλτες της περιοχής παρατηρούνται στηλοειδείς αποχωρισμοί (διακλάσεις) και ρωγμές, που οφείλονται στην μέχρι 15% μείωση του όγκου της λάβας λόγω ψύξης. Το πάχος των βασαλτών στην περιοχή είναι περίπου 70m και εν συνεχεία ακολουθεί το μεταμορφωμένο υπόβαθρο.

Στον παρόντα γεωλογικό σχηματισμό εδράζεται και η προτεινόμενη θέση εγκατάστασης των έργων.

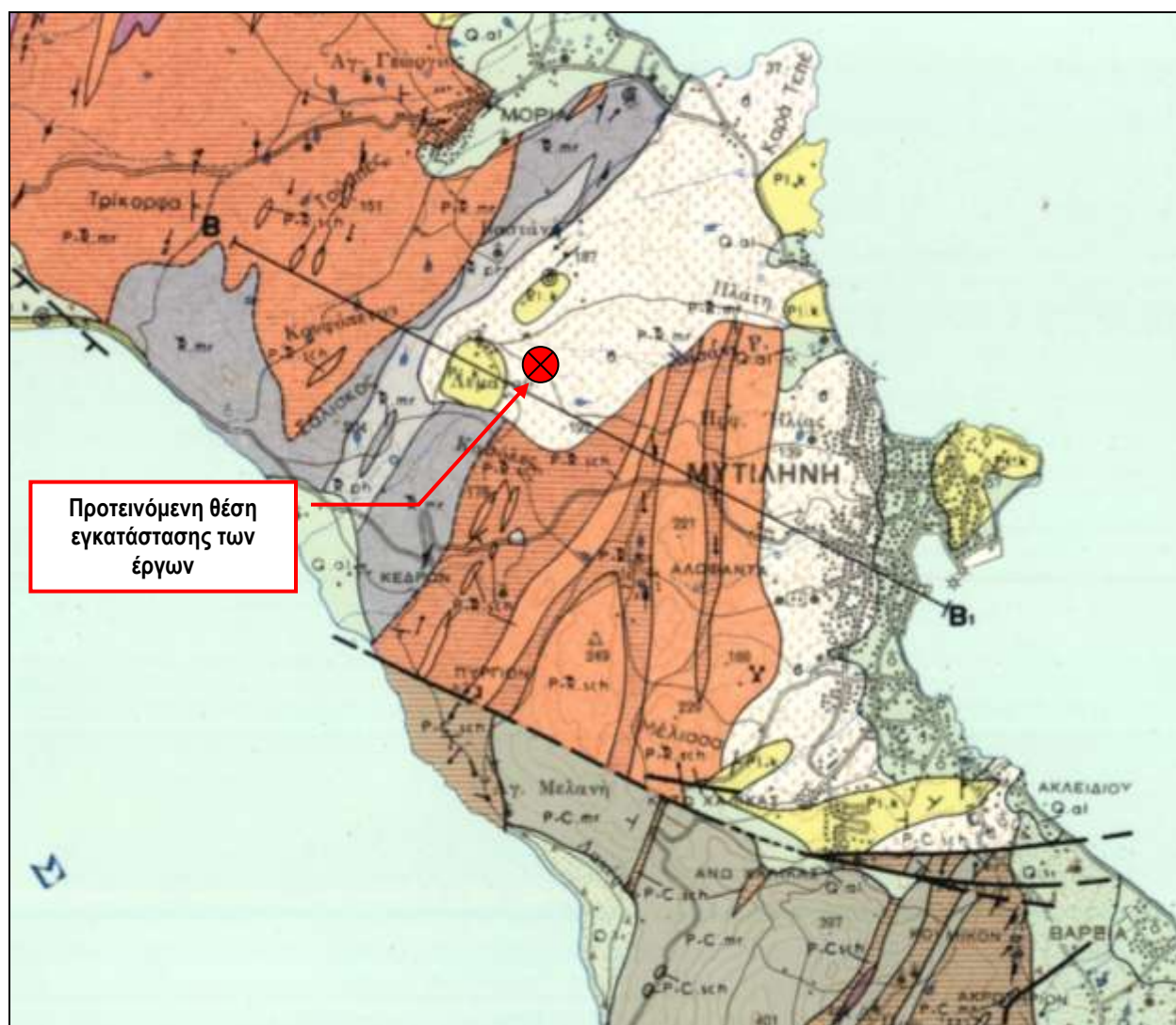
- ♦ Ανθρακικά ιζήματα γλυκών νερών του Πλειόκαινου (Pl.k): αποτελούνται κυρίως από μαργαϊκούς ασβεστολίθους, λευκούς και συχνά τραβερτινοειδείς (ύπαρξη θερμών πηγών). Επίσης συναντώνται υφάλμυρες αποθέσεις με μάργες, αργίλους και ψαμμίτες που περιέχουν αρκετά στρώματα αστράκων (γαστερόποδα, ελασματοβράγχια, οστρακώδη). Το συνολικό τους πάχος υπερβαίνει τα 60m.
- ♦ Αλουβιακές αποθέσεις (Q.al): αποτελούνται από τεφρές και ερυθρές αργίλους, άμμους, κροκάλες, παράλια κροκαλοπαγή και ηπειρωτικές αποθέσεις.

Στην περιοχή δεν παρατηρείται η ύπαρξη τυχόν σπάνιων ή διατηρητέων γεωλογικών φαινομένων που να αποτελούν αντικείμενο προστασίας.

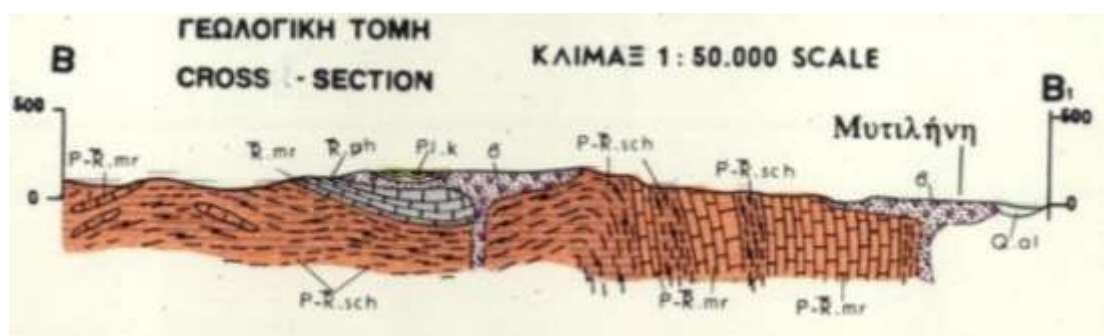
Επίσης στην περιοχή δεν υπάρχουν εκτάσεις αξιόλογου ορυκτού πλούτου. Οι εκμεταλλεύσεις αφορούν μόνο αδρανή υλικά (λατομεία περιοχής).

Απόσπασμα του γεωλογικού χάρτη του ΙΓΜΕ παρουσιάζεται ακολούθως (Σχήματα 2.1, 2.2).





Σχήμα 2.1: Απόσπασμα γεωλογικού χάρτη με σημειωμένη τη θέση των προτεινόμενων έργων (Πηγή: ΙΓΜΕ, Φύλλο «Πλωμάρι - Μυτιλήνη»)

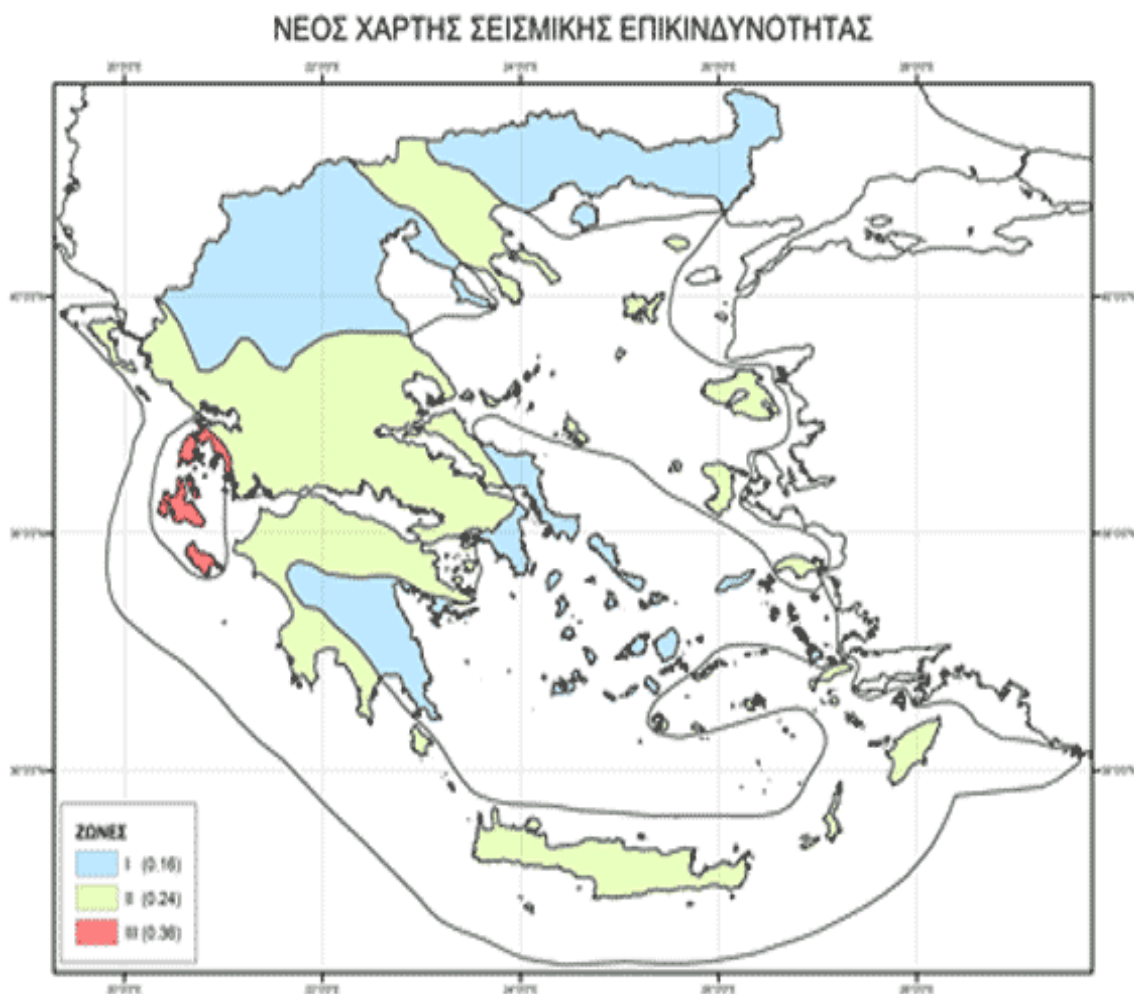


Σχήμα 2.2 : Γεωλογική τομή περιοχής (Πηγή: ΙΓΜΕ, Φύλλο «Πλωμάρι – Μυτιλήνη»)

## 2.2 Σεισμολογικά στοιχεία

Ο νέος Χάρτης Σεισμικής Επικινδυνότητας της Ελλάδας ενσωματώνεται στον ΕΑΚ 2000, που τροποποιήθηκε με την απόφαση Δ 17α/115/9/ΦΝ 275/7.8.2003 του Υφυπουργού ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε και δημοσιεύτηκε στο ΦΕΚ 1154Β/12.8.2003. Ο σχετικός χάρτης, με τις τρεις κατηγορίες ζωνών σεισμικής επικινδυνότητας (I, II και III) παρατίθεται στο Σχήμα 3.

Με βάση τον Ελληνικό Αντισεισμικό Κανονισμό (ΕΑΚ 2000), η περιοχή όπου πρόκειται να κατασκευαστεί το έργο, εντάσσεται στη ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας II με σεισμική επιτάχυνση εδάφους  $a=0,24g$  (όπου  $g$  η επιτάχυνση της βαρύτητας) με πιθανότητα υπερβάσεως 10% στα 50 έτη, το δε υπέδαφος κατατάσσεται στην κατηγορία Β των προσυμπιεσμένων αργίλων μεγάλου πάχους ή των κοκκωδών μέσης πυκνότητας στρωμάτων, έτσι όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας κατά ΕΑΚ2000 και στην Κατηγορία Β (very stiff clay, very dense sand) κατά τον EN 1998.



### 3. ΓΝΩΜΑΤΕΥΣΗ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ - ΕΔΑΦΟΤΕΧΝΙΚΟΙ ΕΛΕΓΧΟΙ

#### 3.1 Είδος θεμελίωσης - Μέτρα βελτίωσης συνθηκών έδρασης

Με βάση τα διαθέσιμα στοιχεία για την περιοχή του έργου, το υπέδαφος φαίνεται να παρέχει ικανοποιητική φέρουσα ικανότητα και μέτρια συμπίεστότητα, ούτως ώστε να είναι δυνατή η επιλογή λύσης επιφανειακής θεμελίωσης των επιμέρους υποδομών του έργου με σχάρα πεδιλοδοκών συνήθους πλάτους χωρίς την ανάγκη λήψης ειδικών μέτρων βελτίωσης των συνθηκών υπεδάφους.

Η στάθμη της εκσκαφής θεμελίωσης προτείνεται να είναι σε μέσο βάθος 1,50m από την υφιστάμενη επιφάνεια του φυσικού εδάφους.

Συνεκτιμώντας τα χαρακτηριστικά του υπεδάφους, όπως αυτά προκύπτουν από τον γεωλογικό χάρτη του ΙΓΜΕ, προκύπτει ότι δεν απαιτείται η λήψη ιδιαίτερων μέτρων βελτίωσης των συνθηκών έδρασης πέραν από την πλήρη απομάκρυνση χαλαρών ακατάλληλων γεωυλικών που τυχόν εντοπισθούν στον πυθμένα της εκσκαφής. Συνεπώς, σε κάθε θέση το τελικό βάθος της γενικής εκσκαφής θα καθορισθεί επιτόπου και με κριτήριο την πλήρη αφαίρεση τυχόν ακατάλληλων γεωυλικών και υπό την έγκριση της Επιβλέπουσας Υπηρεσίας.

Εν συνεχεία, προτείνεται η κατασκευή στρώσης εξυγίανσης κάτω από τη θεμελίωση μέσου πάχους 0,40cm (ήτοι από τον πυθμένα της εκσκαφής θεμελίωσης έως τη στάθμη έδρασης της θεμελίωσης). Με την κατασκευή της εξυγιαντικής στρώσης, δημιουργείται κατάλληλο δάπεδο εργασίας, αντιμετωπίζεται το θέμα των ομβρίων και υπογείων υδάτων (σε περίπτωση ανύψωσής τους), διαμορφώνεται η επιφάνεια έδρασης των θεμελίων στο απαιτούμενο βάθος θεμελίωσης και ομογενοποιούνται οι συνθήκες έδρασης ώστε να καταστεί αποτελεσματικότερη η επανασυμπύκνωση του υπεδάφους έδρασης των θεμελίων. Η εξυγιαντική στρώση θα πρέπει να είναι αμμοχαλικώδους σύστασης (π.χ. αμμοχάλικο κατηγορίας A-1-a ή A-1-b κατά AASHTO και επαρκώς συμπακνωμένη (βαθμός συμπίκνωσης κατά AASHTO T108-D $\geq$ 95%). Μετά την κατασκευή της εξυγιαντικής στρώσης, προτείνεται η έγχυση ισχνού σκυροδέματος καθαριότητας κάτω από τα θεμέλια.

Σε κάθε περίπτωση τονίζεται ότι η προτεινόμενη ως άνω γνωμάτευση για τη θεμελίωση των επιμέρους υποδομών του έργου, βασίζεται στα διαθέσιμα στοιχεία του γεωλογικού χάρτη του ΙΓΜΕ. Συνεπώς, πριν την έναρξη κατασκευής της θεμελίωσης των έργων κρίνεται αναγκαία η εκτέλεση ερευνητικών εργασιών ιδίως στις θέσεις έδρασης επί του αποκαταστημένου ΧΑΔΑ (π.χ ερευνητικά-δειγματοληπτικά σκάμματα, ερευνητικές-δειγματοληπτικές γεωτρήσεις, εργαστηριακές δομικές εδαφομηχανικής) προκειμένου για την επαλήθευση των προαναφερόμενων συνθηκών υπεδάφους. Σε περίπτωση εντοπισμού δυσμενέστερων εδαφικών συνθηκών



επιβάλλεται η επανεξέταση του προτεινόμενου τρόπου θεμελίωσης και η επανεκτέλεση των αντίστοιχων εδαφοτεχνικών ελέγχων των επόμενων ενοτήτων.

Τέλος, τονίζεται ότι για τις επανεπικώσεις των θεμελιώσεων ενδείκνυται η χρήση των προϊόντων εκσκαφής κατόπιν διαλογής και με τη σύμφωνη γνώμη της Επίβλεψης.

### 3.2 Υπολογισμός φέρουσας ικανότητας

Ο έλεγχος έναντι υπέρβασης της κατακόρυφης φέρουσας ικανότητας του εδάφους θεμελίωσης συνίσταται σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα 7 (EN1997-1:2004) στον κάτωθι έλεγχο:

$$V_d \leq R_{vd}$$

όπου:

$V_d$  : είναι η τιμή σχεδιασμού της δράσης επί του θεμελίου. Περιλαμβάνει το βάρος της θεμελίωσης, το βάρος τυχόν υλικού επανεπίκωσης και όλες τις πιέσεις γαιών, είτε ευμενείς είτε δυσμενείς και

$R_{vd}$  : είναι η τιμή σχεδιασμού της αντίστασης του εδάφους (Φέρουσα Ικανότητα).

Η τιμή σχεδιασμού της φέρουσας ικανότητας του εδάφους θεμελίωσης υπολογίζεται από τη σχέση:

$$R_{vd} = (1 / \gamma_{R,v}) \times R(F_k, X_k)$$

όπου:

$\gamma_{R,v}$  : είναι ο συντελεστής ασφαλείας φέρουσας ικανότητας (όπως δίνεται ακολούθως) και

$R(F_k, X_k)$ : είναι η φέρουσα ικανότητα του εδάφους θεμελίωσης υπολογιζόμενης βάσει αναγνωρισμένης αναλυτικής μεθόδου.

Η φέρουσα ικανότητα του εδάφους θεμελίωσης υπολογίζεται από τη σχέση:

$$R(F_k, X_k) / (B' \times L') = C_u \times S_c \times N_c \times i_c + \gamma_o \bullet D$$

όπου:

$$S_c \times N_c = (1 + 0,2(B'/L'))(\pi + 2) ,$$

$$i_c = 0,5 + 0,5(1 - H / (B' \times L' \times C_u))^{0,5} , H = \max\{H_b, H_L\},$$

$C_u, \gamma_o$  : είναι η αστράγγιστη διατμητική αντοχή και το ειδικό βάρος του εδάφους αντίστοιχα,

$B', L'$  : είναι το ενεργό πλάτος και μήκος του θεμελίου αντίστοιχα και

$D$  : είναι το βάθος θεμελίωσης.

Για τον υπολογισμό της επιτρεπόμενης φόρτισης και τον έλεγχο οριακής κατάστασης αστοχίας της επιφανειακής θεμελίωσης εφαρμόζεται ο Τρόπος Ανάλυσης 2 (Design Approach DA-2) σύμφωνα με την παράγραφο 2.4.7.3.4.3 και το Κεφ. 6 του EN 1997-1:2004, καθώς και το αντίστοιχο Εθνικό Προσάρτημα (ΣΕΠ ΕΛΟΤ 1497-1).

Για το συγκεκριμένο τρόπο ανάλυσης εφαρμόζεται ο συνδυασμός μερικών συντελεστών “A1 + M1 + R2” για τις δράσεις, τις μηχανικές παραμέτρους του υπεδάφους και τις συνολικές αντι-

στάσεις αντίστοιχα, σύμφωνα με τους πίνακες Α.3, Α.4 και Α.5 του Παραρτ. Α του ΕΝ 1997-1:2004.

Με βάση τους παραπάνω πίνακες, για το σχεδιασμό της θεμελίωσης των έργων λαμβάνονται οι ακόλουθοι επιμέρους συντελεστές:

#### Στατική Φόρτιση :

Φορτία Κτιρίου (Δράσεις) -  $\gamma_F : \gamma_G = 1,35$  (μόνιμες δράσεις) ,  $\gamma_Q = 1,50$  (παροδικές δράσεις)

$\gamma_G = \gamma_Q = 1,0$  για την περίπτωση δράσεων ευνοϊκών για την οριακή ισορροπία του συστήματος.

Παράμετροι αντοχής εδάφους :  $\gamma_M = 1,0 \rightarrow \gamma_{\phi'} = \gamma_{c'} = \gamma_{cu} = 1,0$

Αντίσταση Υπέδαφους / Θεμελίωσης -  $\gamma_R : \gamma_{R,v} = 1,40$  (φέρουσα ικανότητα θεμελίωσης)

$\gamma_{R,h} = 1,10$  (ολίσθηση θεμελίωσης)

Επομένως ο συνολικός συντελεστής ασφάλειας για τη θεμελίωση προκύπτει στην περίπτωση αυτή ( $FS = \gamma_F \times \gamma_M \times \gamma_R$ , ζυγισμένος μέσος όρος μόνιμων και παροδικών δράσεων  $\gamma_F = 1,40$ ):

- Φέρουσα Ικανότητα :  $FS = 1,40 \times 1,00 \times 1,40 = 1,96$  (ισοδύναμος ενιαίος FS)
- Ολίσθηση :  $FS = 1,40 \times 1,00 \times 1,10 = 1,54$  (ισοδύναμος ενιαίος FS)

#### Σεισμική Φόρτιση :

Λαμβάνονται τιμές επιμέρους συντελεστών :  $\gamma_F = \gamma_M = \gamma_R = 1,0$  (για σεισμικές φορτίσεις αντιστοιχούσες σε ισχυρό σεισμό σύμφωνα με τις απαιτήσεις του ΕΑΚ).

Στα επόμενα υπολογιστικά φύλλα παρουσιάζεται αναλυτικά ο υπολογισμός της φέρουσας ικανότητας του εδάφους θεμελίωσης. Βάσει των ανωτέρω αποτελεσμάτων η τιμή σχεδιασμού της φέρουσας ικανότητας του εδάφους θεμελίωσης για επιφανειακή θεμελίωση προκύπτει υψηλή και πιο συγκεκριμένα ίση με  $R_{vd} \geq 2.050 \text{ kPa}$ .

Σε κάθε περίπτωση, για τον έλεγχο των τάσεων, τα φορτία της θεμελίωσης πρέπει να εμπεριέχουν τους κατάλληλους μερικούς συντελεστές ασφάλειας. Επίσης, θα πρέπει στις τάσεις έδρασης να συνυπολογίζεται το ίδιο βάρος των θεμελίων και των γαιών επανεπίκωσης, ο δε έλεγχος με την τιμή της επιτρεπόμενης τάσης να διεξάγεται θεωρώντας το ενεργό πλάτος θεμελίωσης Β' λαμβανομένων υπόψη των τυχόν εκκεντροτήτων των θεμελίων, καθώς και των οριζόντιων φορτίων στη θεμελίωση.

Οι διαστάσεις των θεμελίων και εξ αυτών το μέγεθος των αναπτυσσόμενων τάσεων έδρασης των θεμελίων θα πρέπει να καθορίζονται τόσο με βάση τον ως άνω έλεγχο της φέρουσας ικανότητας σχεδιασμού έναντι θραύσης του υπεδάφους θεμελίωσης, όσο και με τον έλεγχο των

καθιζήσεων των θεμελίων (βλ. ενότητα 3.3), ούτως ώστε οι καθιζήσεις να βρίσκονται εντός των επιτρεπτών ορίων ( $S_{\max}=2,00\text{cm}$ ).

Στη συγκεκριμένη περίπτωση λαμβανομένων υπόψη των ως άνω κριτηρίων, η μέση επιτρεπόμενη τάση (με αυξητικούς επιμέρους συντελεστές επί των φορτίων) για επιφανειακή θεμελίωση με σχάρα πεδιλοδοκών συνήθους πλάτους, προκύπτει εν τέλει ίση με:

$$B'=1,20\text{m} \Rightarrow \sigma_{\varepsilon\pi}= 200\text{kPa}$$

$$B'=1,40\text{m} \Rightarrow \sigma_{\varepsilon\pi}= 175\text{kPa}$$

$$B'=1,60\text{m} \Rightarrow \sigma_{\varepsilon\pi}= 155\text{kPa}$$

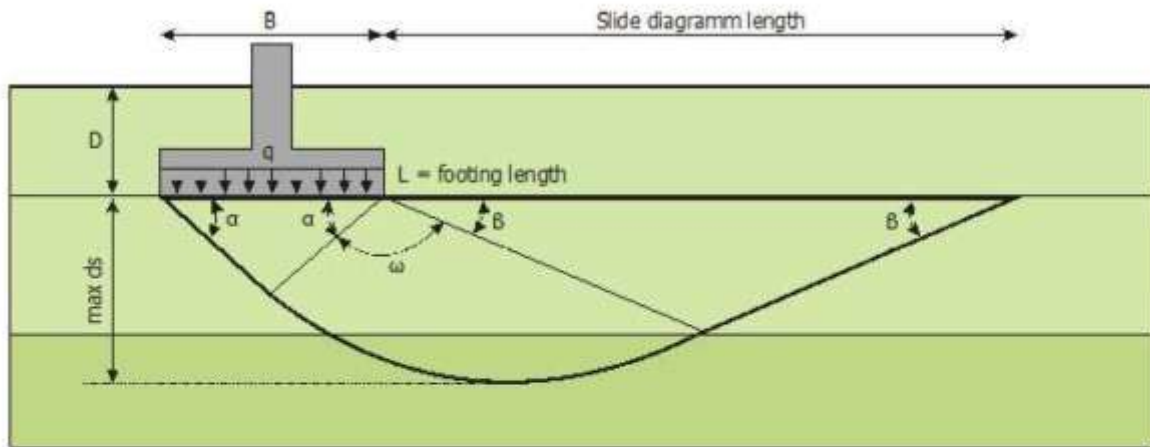
$$B'=1,80\text{m} \Rightarrow \sigma_{\varepsilon\pi}= 140\text{kPa}$$

$$B'=2,00\text{m} \Rightarrow \sigma_{\varepsilon\pi}= 130\text{kPa}$$

$$B'=2,20\text{m} \Rightarrow \sigma_{\varepsilon\pi}= 105\text{kPa}$$

Οι ως άνω τιμές επιτρεπόμενης τάσης αναφέρονται σε συνθήκες φόρτισης. Ως προς το δυσμενέστερο δύνανται να ληφθούν και για τον έλεγχο σε σεισμό.

**Parametric analysis of bearing capacity of soil below a rectangular footing according to DIN 4017**  
**Project : ΠΣ + COMPOST ΜΥΤΙΑΛΗΝΗΣ**



**Soil layer input data**

Layer No	Bottom z (m)	Layer thickness (m)	Gamma (kN/m <sup>3</sup> )	Fr. angle (°)	Cohesion (kPa)
1	20.00	20.00	21.50	30.00	100.00

**Bearing capacity results**

Footing length L (m)	Footing width B (m)	Bearing capacity (kPa)	Vertical force (kN)	max ds (m)	Calculated settlement (mm)	Calculated friction angle (°)	Calculated cohesion (kPa)	Calculated gamma 2 (kN/m <sup>3</sup> )	K <sub>s</sub> (MN/m <sup>3</sup> )
12.00	1.20	2051.88	29547	1.61	224.5	24.79	80.00	21.50	9.14
14.00	1.40	2070.05	40573	1.87	265.7	24.79	80.00	21.50	7.79
16.00	1.60	2088.22	53458	2.14	306.0	24.79	80.00	21.50	6.82
18.00	1.80	2106.39	68247	2.41	345.4	24.79	80.00	21.50	6.10
20.00	2.00	2124.56	84982	2.68	383.8	24.79	80.00	21.50	5.54
22.00	2.20	2142.73	103708	2.94	421.5	24.79	80.00	21.50	5.08

The calculation procedure uses the analytical formulas taken from DIN 4017 while applying the partial factors from Eurocode 7. The partial factors are taken from :

1. Set A2 in Table A.3 for design value of the actions.
2. Set M2 in Table A.4 for design value of the vertical bearing resistances.
3. Set R1 in Table A.5 for partial resistance factor.

The above approach (Design Approach 1 Combination 2) is the only one taken into consideration as it always governs the sizing of the foundation for vertical (and slightly inclined loads). The calculation does not take into consideration the weight of the footing and uplift force due to the presence of water.

**Partial factors**

Gamma<sub>act</sub> : 1.00 (factor for actions)  
 Gamma<sub>phi</sub> : 1.25 (factor for friction angle)  
 Gamma<sub>c</sub> : 1.25 (factor for cohesion)  
 Gamma<sub>res</sub> : 1.00 (factor for calculated resistance)

### 3.3 Υπολογισμός αναμενόμενων καθιζήσεων - δείκτη εδάφους

Ο υπολογισμός των αναμενόμενων καθιζήσεων γίνεται με τη χρήση του εξειδικευμένου λογισμικού SteinPro λαμβάνοντας υπόψη τα φορτία της ανωδομής, τη γεωμορφολογία της περιοχής καθώς και τα αποτελέσματα της γεωτεχνικής έρευνας. Στο ακόλουθο υπολογιστικό φύλλο δίνονται παραμετρικά οι υπολογιζόμενες καθιζήσεις των επιμέρους υποδομών του Έργου μετά την επιβολή του ολικού φορτίου για την περίπτωση θεμελίωσης με σχάρα πεδילוδοκών. Όπως προκύπτει, η μέγιστη καθίζηση υπό το ολικό φορτίο λειτουργίας αναμένεται να είναι της τάξεως των  $S_{ολ}=1,00\div1,50\text{cm}$  για συνήθη πλάτη πεδילוδοκών. Οι τιμές αυτές κρίνονται αποδεκτές καθώς είναι μικρότερες των αντίστοιχων επιτρεπόμενων ( $S_{max}=2,00\text{cm}$ ). Επίσης, αναφέρεται ότι δεν αναμένεται να προκύψουν διαφορικές καθιζήσεις κυρίως λόγω της διαστρωμάτωσης του υπεδάφους θεμελίωσης καθώς και λόγω των ομοιόμορφων κατανεμημένων φορτίων της ανωδομής των επιμέρους υποδομών.

Η τιμή του δείκτη εδάφους για τη στατική επίλυση της θεμελίωσης, υπό τη θεώρηση έδρασης επί ελαστικού εδάφους ( $K= \sigma_{εδρ}/S$ ), μπορεί να ληφθεί σε στατικές συνθήκες για πεδילוδοκούς συνήθους πλάτους ίση με:

$$B'=1,20\text{m} \Rightarrow K= 8.935\text{kPa/m}$$

$$B'=1,40\text{m} \Rightarrow K= 7.610\text{kPa/m}$$

$$B'=1,60\text{m} \Rightarrow K= 6.660\text{kPa/m}$$

$$B'=1,80\text{m} \Rightarrow K= 5.945\text{kPa/m}$$

$$B'=2,00\text{m} \Rightarrow K= 5.390\text{kPa/m}$$

$$B'=2,20\text{m} \Rightarrow K= 4.945\text{kPa/m}$$

Για ανάλυση σε σεισμό, δύναται να ληφθούν τιμές  $K$  τουλάχιστον τριπλάσιες των ως άνω προτεινόμενων.

Συμπληρωματικά, για τον υπολογισμό των αναμενόμενων καθιζήσεων χρησιμοποιείται και ο κώδικας πεπερασμένων στοιχείων PLAXIS, με τον οποίο είναι εφικτή η προσομοίωση των επιμέρους σταδίων κατασκευής των έργων. Εν προκειμένω, τα επιμέρους στάδια της υπολογιστικής διαδικασίας είναι τα εξής:

1ο στάδιο: Δημιουργία αρχικού πεδίου τάσεων.

2ο στάδιο: Κατασκευή της θεμελίωσης των έργων.

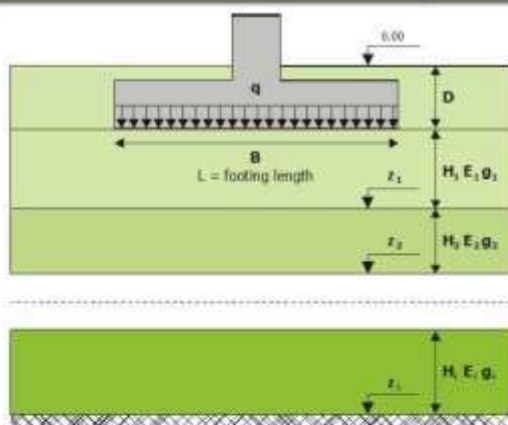
3ο στάδιο: Επιβολή φορτίου λειτουργίας.

Στα αρχικά σχήματα του συνημμένου Παραρτήματος Α παρουσιάζονται η μορφή του παραμορφωμένου καννάβου των πεπερασμένων στοιχείων και οι καθιζήσεις της θεμελίωσης υπό τη μορφή ισότιμων καμπύλων αντίστοιχα (μετά την ολοκλήρωση του 3<sup>ου</sup> σταδίου). Τα βασικά δεδομένα (γεωμετρικά χαρακτηριστικά, στοιχεία χρησιμοποιούμενων πεπερασμένων στοιχείων,

τιμές εδαφικών παραμέτρων, επιμέρους στάδια ανάλυσης κτλ) και αποτελέσματα (μετακινήσεις, τάσεις κτλ) παρατίθενται στη συνέχεια του Παραρτήματος Α του παρόντος.

Από την αξιολόγηση των προαναφερόμενων σχημάτων προκύπτει ότι η μέγιστη καθίζηση υπό το ολικό φορτίο λειτουργίας αναμένεται να είναι της τάξεως των  $S_{ολ}=1,88\text{cm}$ .

**Parametric analysis of expected settlements below a rectangular footing according to DIN 4019**  
**Project : ΠΣ + COMPOST ΜΥΤΙΑΙΝΗΣ**



**Parametric analysis data**

Footing type:	Flexible
Ground water:	20.00 (m)
L/B ratio:	10.00
Minimum footing width $B_{min}$ :	1.20 (m)
Maximum footing width $B_{max}$ :	2.20 (m)
Minimum footing pressure $q_{min}$ :	60.00 (kPa)
Maximum footing pressure $q_{max}$ :	300.00 (kPa)
Embedment depth D:	1.00 (m)

**Soil layer input data**

Layer No	Bottom z (m)	Layer thickness (m)	Modulus of elasticity (MPa)	Gamma (kN/m <sup>3</sup> )
1	20.00	20.00	20.00	21.50

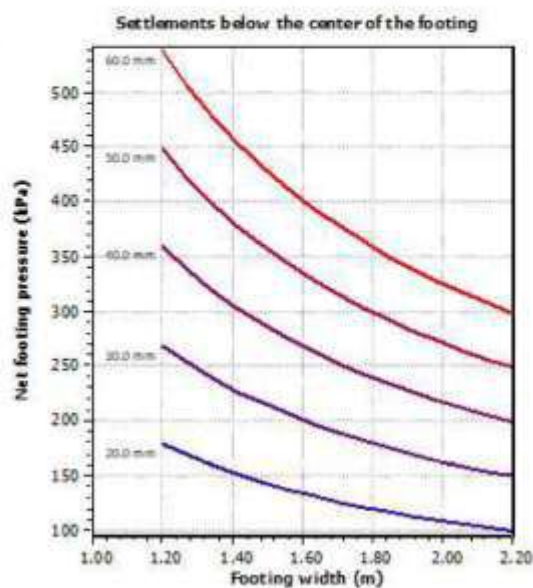
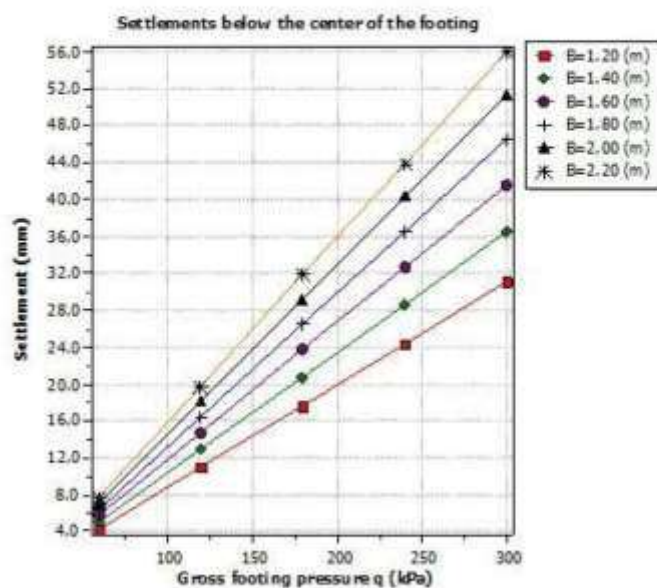
**Parametric settlement results**

$$\text{Settlement} = \frac{1}{E_s} \times \int_0^{d_s} l \times \sigma_1 dz$$

Calculations are carried out using the procedure described in DIN 4019. The general equation for a single soil layer is presented above. The software uses an analytical procedure to calculate the above integral.

**Expected settlements (mm)**

$q_0$ (kPa)	B = 1.20	B = 1.40	B = 1.60	B = 1.80	B = 2.00	B = 2.20
38.50	4.29	5.04	5.75	6.44	7.11	7.74
98.50	10.97	12.88	14.72	16.49	18.18	19.81
158.50	17.66	20.73	23.69	26.53	29.25	31.87
218.50	24.34	28.58	32.66	36.57	40.33	43.94
278.50	31.03	36.43	41.62	46.61	51.40	56.00



### 3.4 Εκσκαφές

Λαμβάνοντας υπόψη τα διαθέσιμα στοιχεία του γεωλογικού χάρτη του ΙΓΜΕ καθώς και το μέγιστο βάθος εκσκαφής που θα απαιτηθεί για τη θεμελίωση των επιμέρους υποδομών του Έργου προκύπτει ότι δεν τίθενται ιδιαίτερα προβλήματα ευστάθειας του μετώπου και των προσωρινών πρανών των εκσκαφών αφενός μεν λόγω των μηχανικών χαρακτηριστικών του υπεδάφους αφετέρου δε της διαθεσιμότητας ελεύθερου χώρου περιμετρικά των πλευρών του Έργου.

Συνεπώς οι προσωρινές εκσκαφές μπορούν να πραγματοποιηθούν με σχετικώς απότομες κλίσεις πρανών (π.χ  $\alpha:\beta=2:1$ ). Πέραν των ανωτέρω, συνεκτιμώντας αφενός μεν το γεγονός ότι η παρουσία ομοιόμορφων εδαφικών συνθηκών σ' όλη την έκταση του μετώπου της εκσκαφής δεν είναι βέβαιη, προτείνεται εν τέλει κατά τη διάρκεια των εκσκαφών να εφαρμοσθούν ηπιότερες κλίσεις για τη διασφάλιση της απαιτούμενης ευστάθειας των πρανών (π.χ  $\alpha:\beta=3:2$  ή και ηπιότερες τοπικά σε θέσεις εντοπισμού χαλαρών σχηματισμών).

Επιπλέον, σε κάθε περίπτωση θα πρέπει να ληφθούν όλα τα απαραίτητα εργοταξιακά μέτρα ασφαλείας που απαιτούνται για παρόμοιου είδους εκσκαφές (στρογγύλευση χείλους εκσκαφής - προσωρινές εργοταξιακές αντιστηρίξεις όπου απαιτηθεί για προστασία εργαζομένων από τοπικές καταπτώσεις, περίφραξη χώρου, κ.λπ.) και μετά την έγκριση αυτών από την Επιβλέπουσα Υπηρεσία.



#### 4. ΣΥΝΟΨΗ

- Το υπέδαφος στη θέση όπου προτείνεται η κατασκευή των υπό μελέτη έργων, σύμφωνα με τον γεωλογικό χάρτη του ΙΓΜΕ αποτελείται από πυριγενή πετρώματα που σχηματίζουν κώνους και κορυφές, σκοτεινόχρωμες, συμπαγείς, άνευ σκωρίας λάβας. Οι βασάλτες κείνται τοπικώς επί των πλειοκαινικών αποθέσεων γλυκών νερών. Έχουν δημιουργηθεί από έκχυση λάβας χαμηλού ιξώδους πάνω στο μεταμορφωμένο υπόβαθρο των Μαρμάρων και Σχιστολίθων του Περμίου. Στους Βασάλτες της περιοχής παρατηρούνται στηλοειδείς αποχωρισμοί (διακλάσεις) και ρωγμές, που οφείλονται στην μέχρι 15% μείωση του όγκου της λάβας λόγω ψύξης. Το πάχος των βασαλτών στην περιοχή είναι περίπου 70m και εν συνεχεία ακολουθεί το μεταμορφωμένο υπόβαθρο.

Βάσει των ανωτέρω στοιχείων το υπέδαφος στη θέση του έργου κατατάσσεται στην Κατηγορία Β κατά ΕΑΚ2000 και στην Κατηγορία Β κατά τον EN 1998.

- Για τη θεμελίωση των υπό μελέτη επιμέρους έργων προτείνεται η επιλογή λύσης επιφανειακής θεμελίωσης με σχάρα πεδιλοδοκών συνήθους πλάτους, όπως αναλυτικά τεκμηριώνεται στην ενότητα 3.1. Συνεκτιμώντας τα χαρακτηριστικά του υπεδάφους προκύπτει ότι δεν απαιτείται η λήψη ιδιαίτερων μέτρων βελτίωσης των συνθηκών έδρασης πέραν από την πλήρη απομάκρυνση χαλαρών ακατάλληλων γεωυλικών που τυχόν εντοπισθούν στον πυθμένα της εκσκαφής. Συνεπώς, σε κάθε θέση το τελικό βάθος της γενικής εκσκαφής θα καθορισθεί επιτόπου και με κριτήριο την πλήρη αφαίρεση τυχόν ακατάλληλων γεωυλικών και υπό την έγκριση της Επιβλέπουσας Υπηρεσίας.

Εν συνεχεία, προτείνεται η κατασκευή στρώσης εξυγίανσης κάτω από τη θεμελίωση μέσου πάχους 0,40m (ήτοι από τον πυθμένα της εκσκαφής θεμελίωσης έως τη στάθμη έδρασης της θεμελίωσης). Με την κατασκευή της εξυγιαντικής στρώσης, δημιουργείται κατάλληλο δάπεδο εργασίας, αντιμετωπίζεται το θέμα των ομβρίων και υπογείων υδάτων (σε περίπτωση πιθανής εμφάνισής τους), διαμορφώνεται η επιφάνεια έδρασης των θεμελίων στο απαιτούμενο βάθος θεμελίωσης και ομογενοποιούνται οι συνθήκες έδρασης ώστε να καταστεί αποτελεσματικότερη η επανασυμπύκνωση του υπεδάφους έδρασης των θεμελίων. Η εξυγιαντική στρώση θα πρέπει να είναι αμμοχαλικώδους σύστασης (π.χ. αμμοχάλικο κατηγορίας A-1-α ή A-1-β κατά AASHO και επαρκώς συμπυκνωμένη (βαθμός συμπύκνωσης κατά AASHO T108-D $\geq$ 95%). Μετά την κατασκευή της εξυγιαντικής στρώσης, προτείνεται η έγχυση ισχνού σκυροδέματος καθαριότητας κάτω από τα θεμέλια.

Τονίζεται ότι η προτεινόμενη γνωμάτευση για τη θεμελίωση των επιμέρους υποδομών του έργου, βασίζεται στα διαθέσιμα στοιχεία του γεωλογικού χάρτη του ΙΓΜΕ. Συνεπώς, πριν την έναρξη κατασκευής της θεμελίωσης των έργων κρίνεται αναγκαία η εκτέλεση ερευνητικών εργασιών (π.χ. ερευνητικά-δειγματοληπτικά σκάμματα, ερευνητικές-δειγματοληπτικές γεωτρήσεις, εργαστηριακές δοκιμές) προκειμένου για την επαλήθευση

των προαναφερόμενων συνθηκών υπεδάφους. Σε περίπτωση εντοπισμού δυσμενέστερων εδαφικών συνθηκών επιβάλλεται η επανεξέταση του προτεινόμενου τρόπου θεμελίωσης και η επανεκτέλεση των αντίστοιχων εδαφοτεχνικών ελέγχων των ενοτήτων 3.2 και 3.3 του παρόντος. Επίσης, τονίζεται ότι για τις επανεπιχώσεις της θεμελίωσης ενδείκνυται η χρήση των προϊόντων εκσκαφής κατόπιν, όμως, διαλογής και μετά τη σύμφωνη γνώμη της Επίβλεψης.

- Στις παραγράφους 3.2 και 3.3 υπολογίζονται παραμετρικά οι τιμές της επιτρεπόμενης τάσης σχεδιασμού έναντι θραύσης του εδάφους θεμελίωσης για σχάρα πεδιλοδοκών συνήθους πλάτους σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα 7 (στατικές συνθήκες) και τον ΕΑΚ (σεισμός) καθώς και οι αναμενόμενες καθιζήσεις αντίστοιχα.

Συνοπτικά, αναφέρεται ότι για πεδιλοδοκούς συνήθους πλάτους  $B'=1,20 \div 2,20\text{m}$  προτείνεται ως επιτρεπόμενη τάση η τιμή των  $200 \div 105\text{kPa}$  αντίστοιχα (με αυξητικούς επιμέρους συντελεστές επί των φορτίων).

Οι καθιζήσεις υπό το φορτίο λειτουργίας, όπως δίνονται στο υπολογιστικό φύλλο της ενότητας 3.3, εκτιμώνται της τάξεως των  $S_{ολ}=1,00 \div 1,50\text{cm}$  για συνήθη πλάτη πεδιλοδοκών.

Ο δείκτης εδάφους για τη στατική επίλυση της θεμελίωσης των επιμέρους υποδομών του Έργου προτείνεται να ληφθεί για  $B'=1,20 \div 2,20\text{m}$  ίσος με  $K=8.935 \div 4.945 \text{ kPa/m}$  αντίστοιχα υπό στατικές συνθήκες φόρτισης. Για ανάλυση σε σεισμό, μπορεί να ληφθούν τιμές  $K$  τουλάχιστον τριπλάσιες των ως άνω προτεινόμενων.

- Στην παράγραφο 3.4 παρατίθενται προτάσεις και επισημάνσεις σχετικά με την ασφαλή πραγματοποίηση των εκσκαφών που θα απαιτηθούν για την θεμελίωση των υπό μελέτη έργων.

Ο Συντάξας

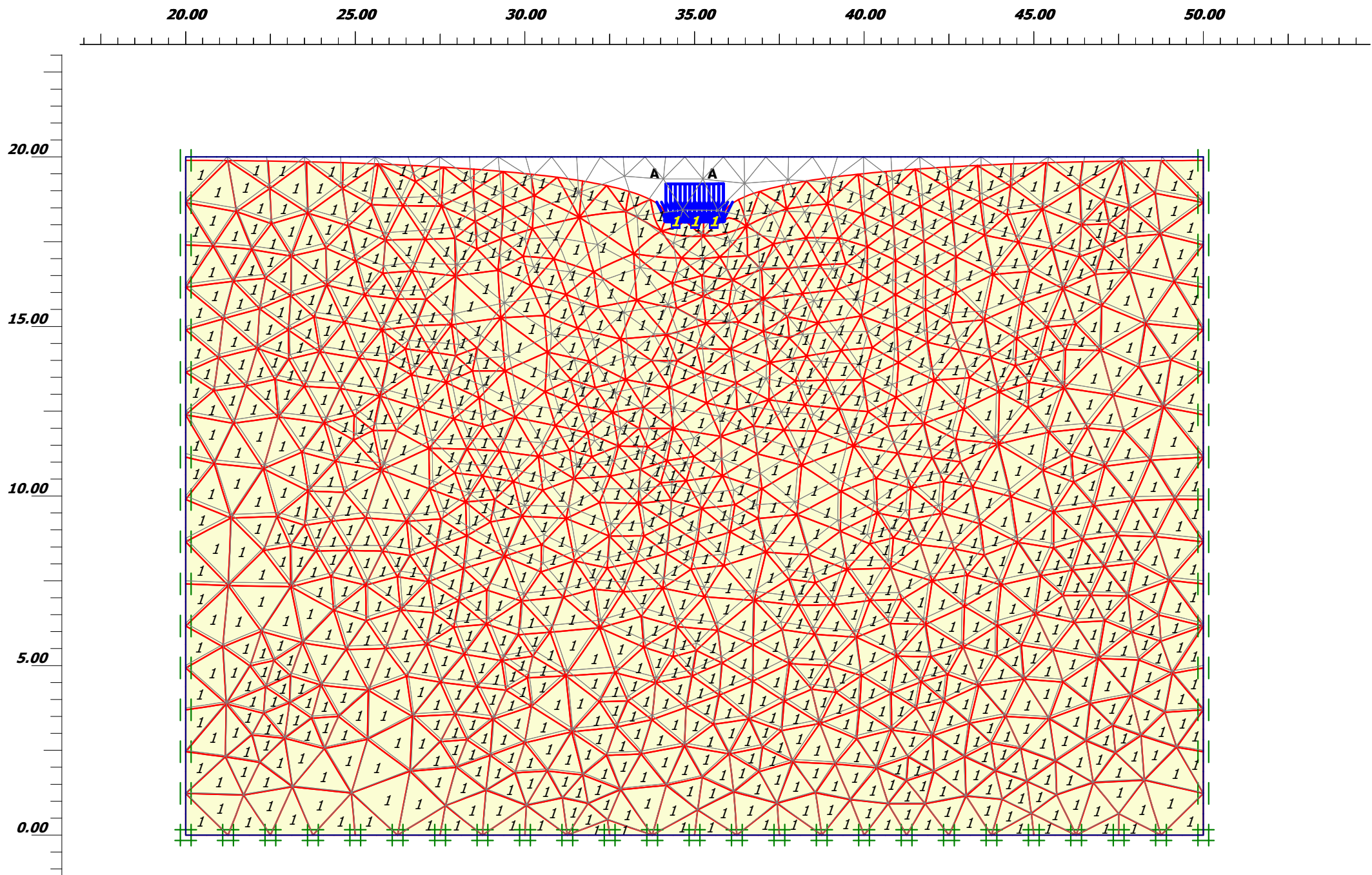
  
ΜΑΡΙΑ ΠΙΛΗ  
ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ



03/08/2018

## **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α**

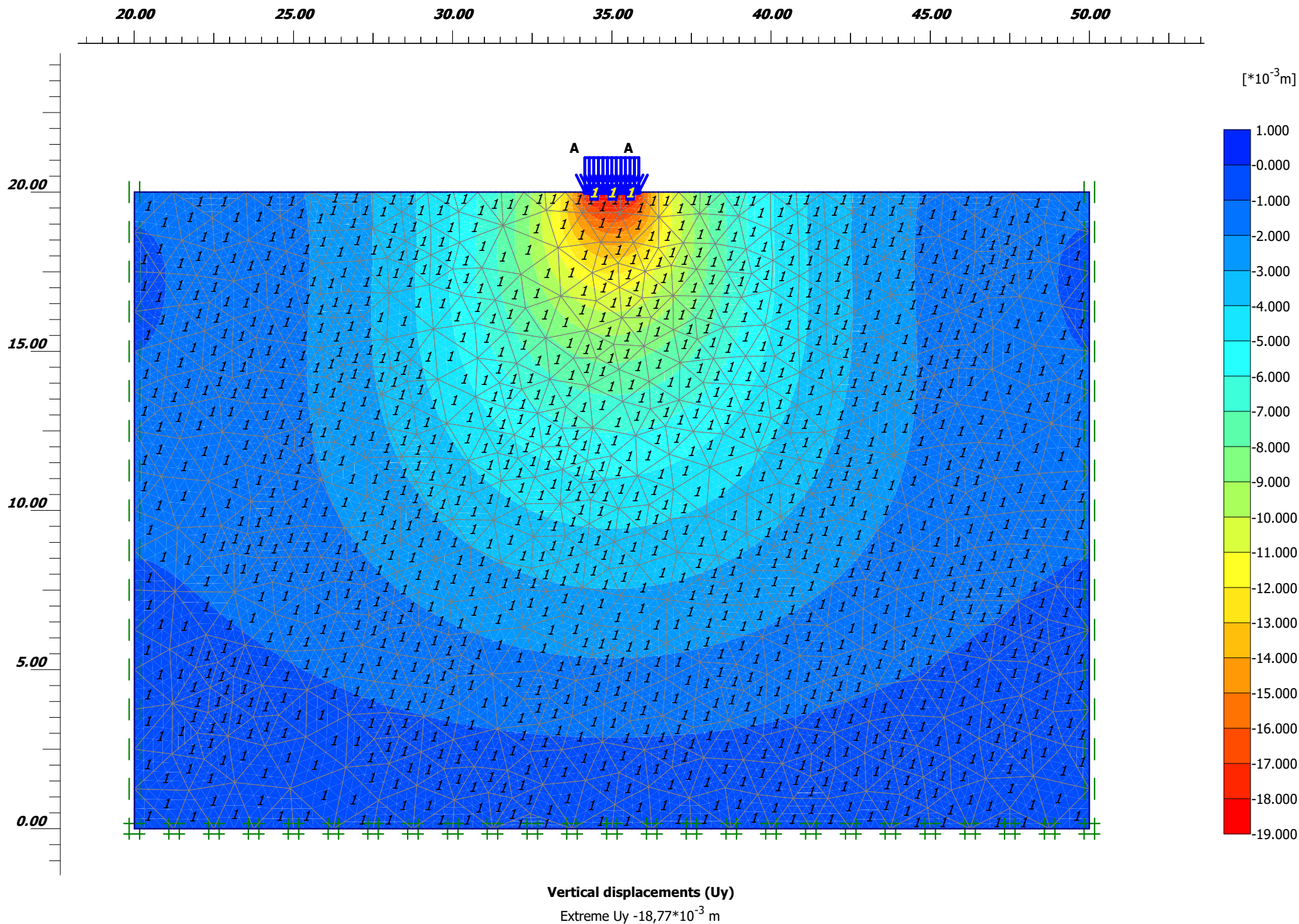
**Αναλυτικά δεδομένα και αποτελέσματα αριθμητικής  
ανάλυσης**

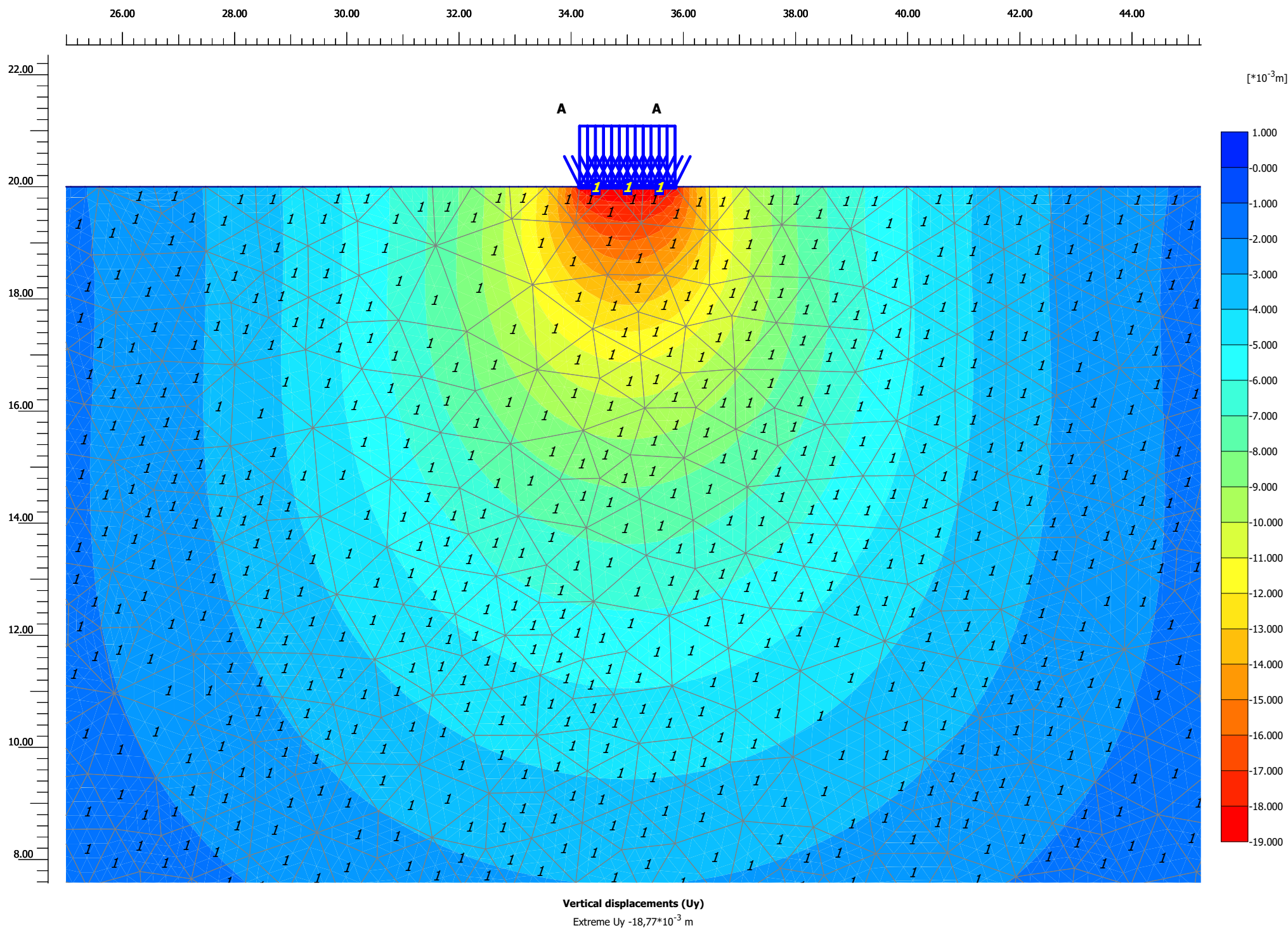


**Deformed mesh**

Extreme total displacement  $18,77 \cdot 10^{-3}$  m  
(displacements scaled up 100,00 times)







# REPORT

07/09/2018

**Title:** P.S & COMPOST MYTILHNH



## Table of Contents

1. General Information.....	3
2. Geometry.....	4
2.1. Clusters.....	5
3. Structures .....	6
4. Loads & boundary conditions.....	7
4.2. Load system A.....	8
5. Mesh data.....	10
6. Material data .....	11
7. Calculation phases.....	13
7.3. Total multipliers .....	14
8. Results for phase 3 .....	15
8.4. Calculation information.....	15
8.4.1. Active loads info .....	16
8.4.1.1. Load system A.....	16
8.5. Deformations.....	17
8.5.2. Plot of total displacements .....	18
8.5.3. Plot of horizontal displacements.....	20
8.5.4. Plot of vertical displacements .....	22
8.5.5. Plot of total increments.....	24
8.5.6. Plot of horizontal increments.....	26
8.5.7. Plot of vertical increments .....	28
8.5.8. Plot of total strains .....	30
8.5.9. Plot of incremental strains .....	33
8.6. Stresses.....	35
8.6.10. Plot of effective stresses .....	36
8.6.11. Plot of total stresses.....	39



## 1. General Information

Table [1] units

Type	Unit
Length	m
Force	kN
Time	day

Table [2] Model dimensions

	min.	max.
X	20,000	50,000
Y	0,000	20,000

Table [3] Model

Model	Plane Strain
Element	15-Noded

## 2. Geometry

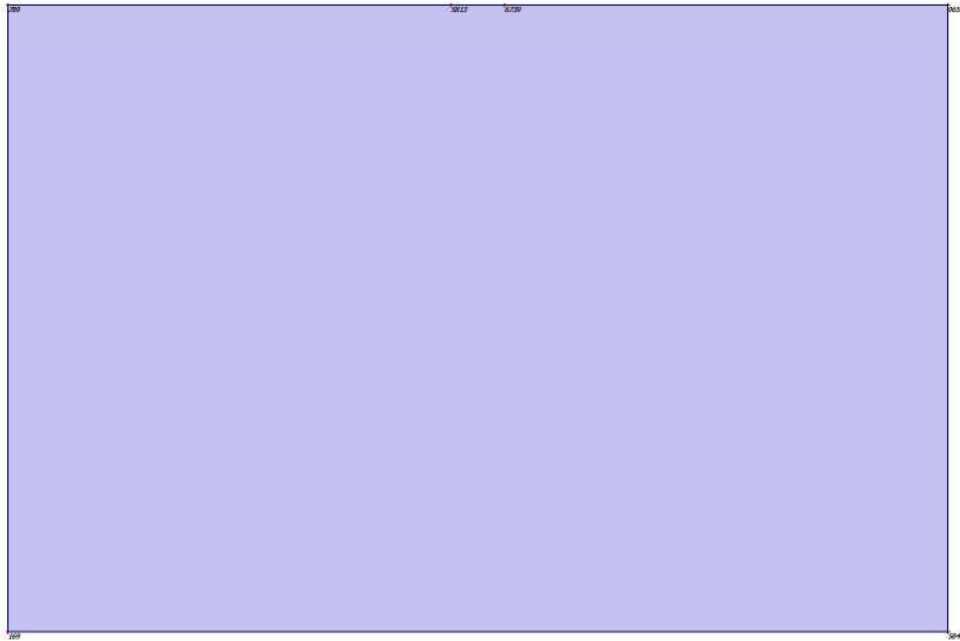


Fig. 1 Plot of geometry model with significant nodes

Table [4] Table of significant nodes

Node no.	x-coord.	y-coord.	Node no.	x-coord.	y-coord.
169	20,000	0,000	5849	50,000	0,000
789	20,000	20,000	5813	34,150	20,000
9655	50,000	20,000	6739	35,850	20,000

## 2.1. Clusters

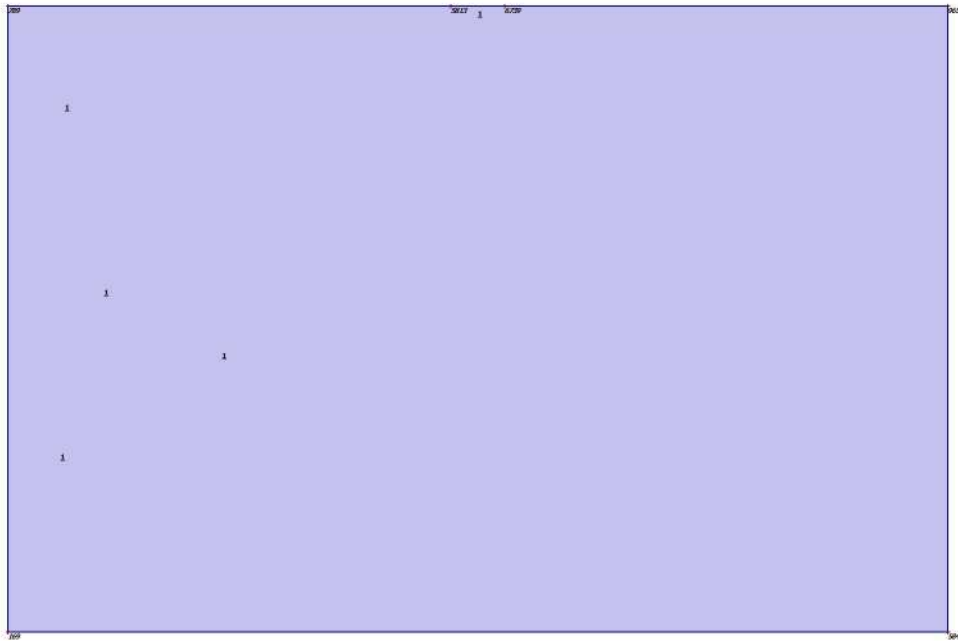


Fig. 2 Plot of geometry model with cluster numbers

Table [5] Table of clusters

Cluster no.	Nodes
1	169, 789, 9655, 5849, 5813, 6739.

### 3. Structures



Fig. 3 Plot of geometry model with structures

Table [6] Beams

Plate no.	Data set	Length [m]	Nodes
1	FOUNDATION	1,700	5813, 6739.

## 4. Loads & boundary conditions

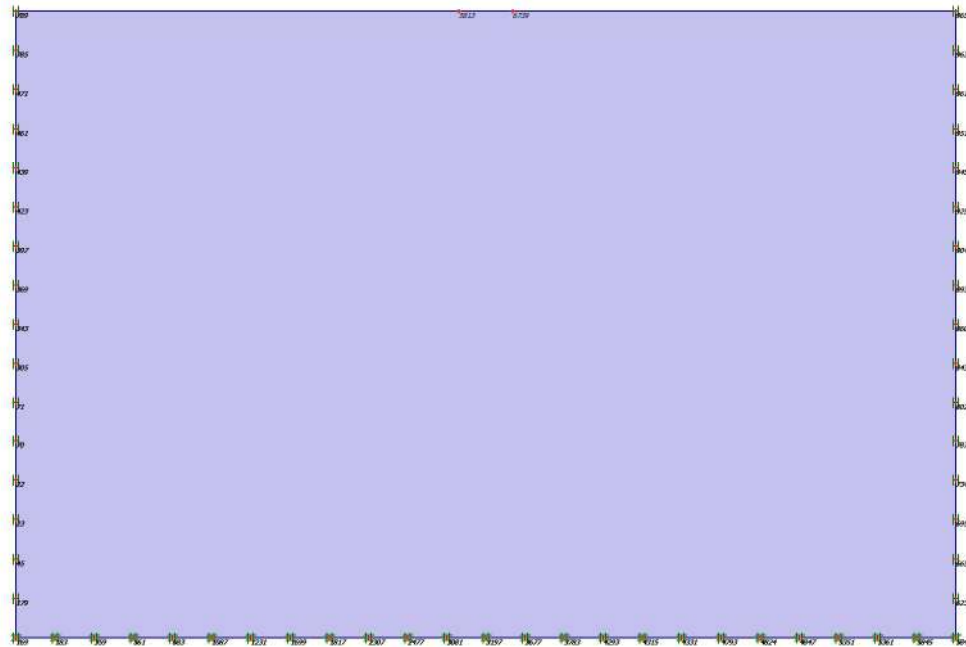


Fig. 4 Plot of geometry with loads & boundary conditions

Table [7] Node fixities

Node no.	Sign	Horizontal	Vertical	Node no.	Sign	Horizontal	Vertical
169	#	Fixed	Fixed	23		Fixed	Free
5849	#	Fixed	Fixed	22		Fixed	Free
5845	#	Fixed	Fixed	70		Fixed	Free
5361	#	Fixed	Fixed	71		Fixed	Free
5351	#	Fixed	Fixed	305		Fixed	Free
4847	#	Fixed	Fixed	343		Fixed	Free
4824	#	Fixed	Fixed	369		Fixed	Free
4793	#	Fixed	Fixed	397		Fixed	Free
4331	#	Fixed	Fixed	423		Fixed	Free

Node no.	Sign	Horizontal	Vertical	Node no.	Sign	Horizontal	Vertical
4315	#	Fixed	Fixed	439		Fixed	Free
4293	#	Fixed	Fixed	461		Fixed	Free
3783	#	Fixed	Fixed	471		Fixed	Free
3677	#	Fixed	Fixed	785		Fixed	Free
3197	#	Fixed	Fixed	9633		Fixed	Free
3081	#	Fixed	Fixed	9613		Fixed	Free
2477	#	Fixed	Fixed	9517		Fixed	Free
2307	#	Fixed	Fixed	9459		Fixed	Free
1817	#	Fixed	Fixed	9255		Fixed	Free
1699	#	Fixed	Fixed	9049		Fixed	Free
1231	#	Fixed	Fixed	8939		Fixed	Free
1087	#	Fixed	Fixed	8607		Fixed	Free
683	#	Fixed	Fixed	8433		Fixed	Free
561	#	Fixed	Fixed	8025		Fixed	Free
359	#	Fixed	Fixed	7873		Fixed	Free
183	#	Fixed	Fixed	7343		Fixed	Free
789		Fixed	Free	6951		Fixed	Free
9655		Fixed	Free	6659		Fixed	Free
179		Fixed	Free	6231		Fixed	Free
45		Fixed	Free				

## 4.2. Load system A

Table [8] Distributed loads A

Loads no.	First node	qx [kN/m/m]	qy [kN/m/m]	Last node	qx [kN/m/m]	qy [kN/m/m]
1	5813	0,000	0,000	6739	0,000	0,000

Loads no.	First node	qx [kN/m/m]	qy [kN/m/m]	Last node	qx [kN/m/m]	qy [kN/m/m]

## 5. Mesh data

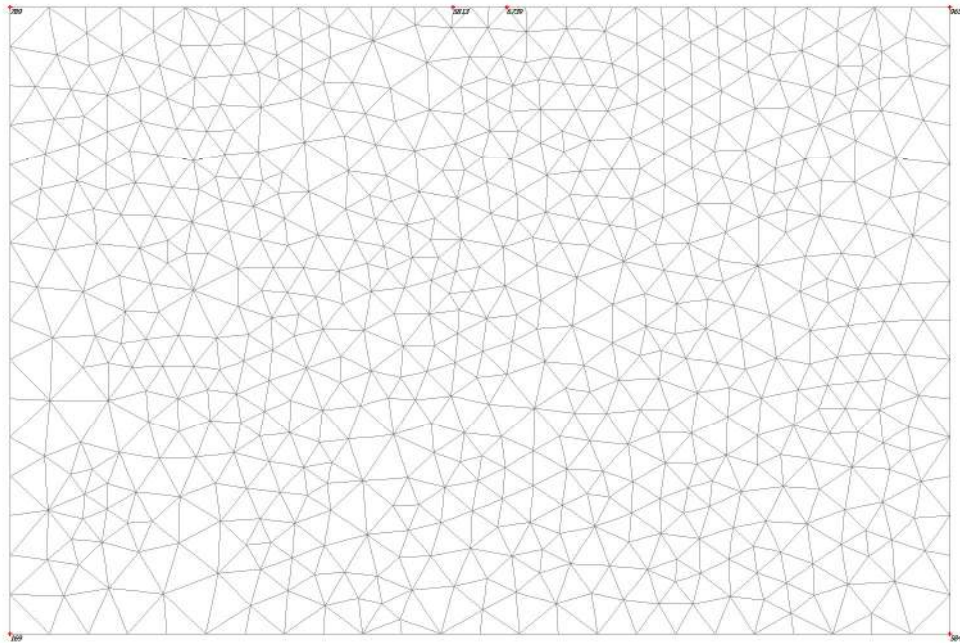


Fig. 5 Plot of the mesh with significant nodes

Table [9] Numbers, type of elements, integrations

Type	Type of element	Type of integration	Total no.
Soil	15-Noded	12-point Gauss	1185
Plate	5-node line	4-point Gauss	3



6. Material data

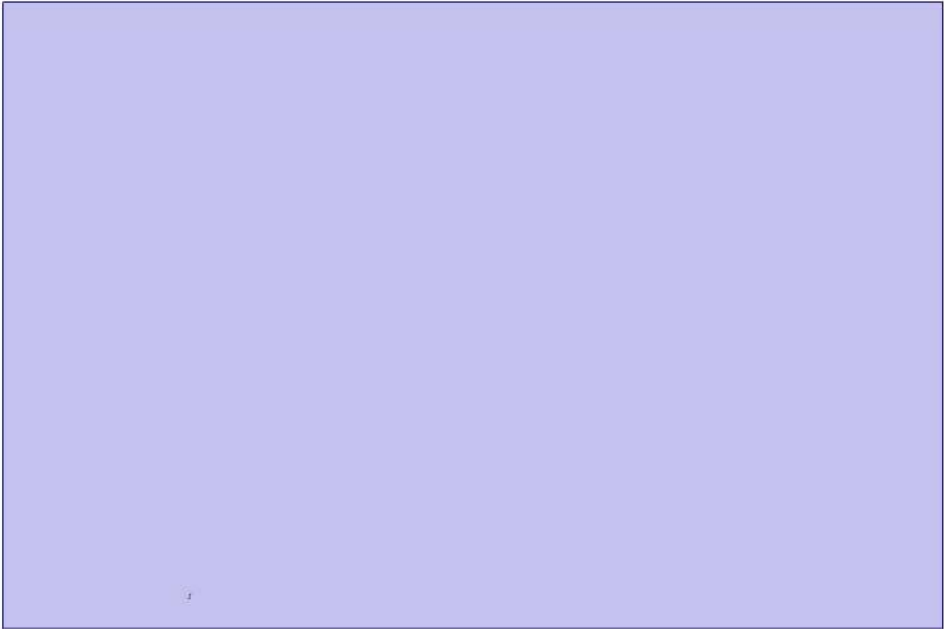


Fig. 6 Plot of geometry with material data sets

Table [10] Soil data sets parameters

Mohr-Coulomb		1
		SOIL1
Type		Drained
$\gamma_{unsat}$	[kN/m <sup>3</sup> ]	21,50
$\gamma_{sat}$	[kN/m <sup>3</sup> ]	22,50
$k_x$	[m/day]	0,000
$k_y$	[m/day]	0,000
$e_{init}$	[-]	0,500
$c_k$	[-]	1E15
$E_{ref}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	20000,000
$\nu$	[-]	0,300

<i>Mohr-Coulomb</i>		1
		SOIL1
<b>G<sub>ref</sub></b>	[kN/m²]	7692,308
<b>E<sub>oed</sub></b>	[kN/m²]	26923,077
<b>c<sub>ref</sub></b>	[kN/m²]	100,00
<b>φ</b>	[°]	30,00
<b>ψ</b>	[°]	0,00
<b>E<sub>inc</sub></b>	[kN/m²/m ]	0,00
<b>y<sub>ref</sub></b>	[m]	0,000
<b>C<sub>incement</sub></b>	[kN/m²/m ]	0,00
<b>T<sub>str.</sub></b>	[kN/m²]	0,00
<b>R<sub>inter.</sub></b>	[-]	1,00
<b>Interface</b>		Neutral
<b>permeability</b>		

Table [11] Beam data sets parameters

no.	Identification	EA [kN/m]	EI [kNm <sup>2</sup> /m]	w [kN/m/m]	v [-]	Mp [kNm/m]	Np [kN/m]
1	FOUNDATION	5,7517E6	2,3486E5	30,00	0,15	1E15	1E15

## 7. Calculation phases

Table [12] List of phases

Phase	Ph-No.	Start phase	Calculation type	Load input	First step	Last step
Initial phase	0	0		-	0	0
<Phase 1>	1	0	Plastic analysis	Staged construction	1	1
<Phase 2>	2	1	Plastic analysis	Staged construction	2	3
<Phase 3>	3	2	Plastic analysis	Total multipliers	4	4

Table [13] Staged construction info

Ph-No.	Active clusters	Inactive clusters	Active beams	Active geotextiles	Active anchors
0	1.				
1	1.				
2	1.		1.		

Table [14] Control parameters 1

Ph-No.	Additional steps	Reset displacements to zero	Ignore undrained behaviour	Delete intermediate steps
1	250	No	No	Yes
2	250	Yes	No	Yes
3	250	No	No	Yes

Table [15] Control parameters 2

Ph-No.	Iterative procedure	Tolerated error	Over relaxation	Max. iterations	Desired min.	Desired max.	Arc-length control
1	Standard	0,010	1,200	60	6	15	Yes
2	Standard	0,010	1,200	60	6	15	Yes
3	Standard	0,010	1,200	60	6	15	Yes

Table [16] Incremental multipliers (input values)

Ph-No.	Displ.	Load A	Load B	Weight	Accel	Time	s-f
0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
3	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

### 7.3. Total multipliers

Table [17] Total multipliers - input values

Ph-No.	Displ.	Load A	Load B	Weight	Accel	Time	s-f
0	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000
1	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000
2	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000
3	1,0000	90,0000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000

Table [18] Total multipliers - reached values

Ph-No.	Displ.	Load A	Load B	Weight	Accel	Time	s-f
0	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000
1	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000
2	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000
3	1,0000	90,0000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000

## 8. Results for phase 3

### 8.4. Calculation information

Table [19] Step Info phase no: 3

Step no:	4
Calculation type	PLASTIC
Extrapolation factor	0,000
Relative stiffness	0,999

Table [20] Reached multipliers phase no: 3

Multipliers	Incremental value	Total value
Prescribed displacements	0,0000	1,0000
Load system A	89,0000	90,0000
Load system B	0,0000	1,0000
Soil weight	0,0000	1,0000
Acceleration	0,0000	0,0000
Strength reduction factor	0,0000	1,0000
Time	0,0000	0,0000

Table [21] Staged construction info phase no: 3

Staged construction	Incremental value	Total value
Active proportion of total area	0,000	1,000
Active proportion of stage	0,000	0,000

Table [22] Realised tunnel contraction info phase no: 3

Tunnel*	Increment [%]	Total [%]
* Tunnels are referred to by lining chain number		

Table [23] Iteration info phase no: 3

Iter. no.	Global error	Plastic points	Plastic Cap + Hard. points	Inacc. Pl. pts.	Plastic Intf. pts.	Inacc. Intf. pts.	Apex & Tension	Inacc. Apx. pts.
1	0,002	152	0	2	0	0	152	2
2	0,001	149	0	1	0	0	149	1
3	0,002	206	0	44	0	0	206	44
4	0,001	205	0	2	0	0	205	2

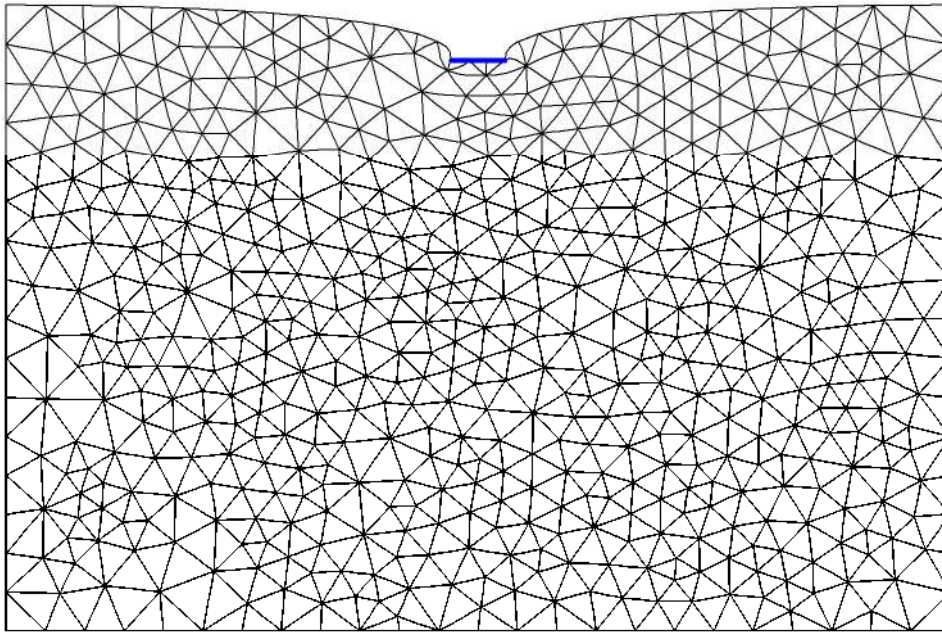
### 8.4.1. Active loads info

#### 8.4.1.1. Load system A

Table [24] Active distributed loads A phase no: 3

Loads no.	First node	qx [kN/m/m]	qy [kN/m/m]	Last node	qx [kN/m/m]	qy [kN/m/m]
1	5813	0,000	-90,000	6739	0,000	-90,000

## 8.5. Deformations



**Fig. 7 Plot of deformed mesh**

**- Step no: 4 - ( Phase: 3 )**

### 8.5.2. Plot of total displacements

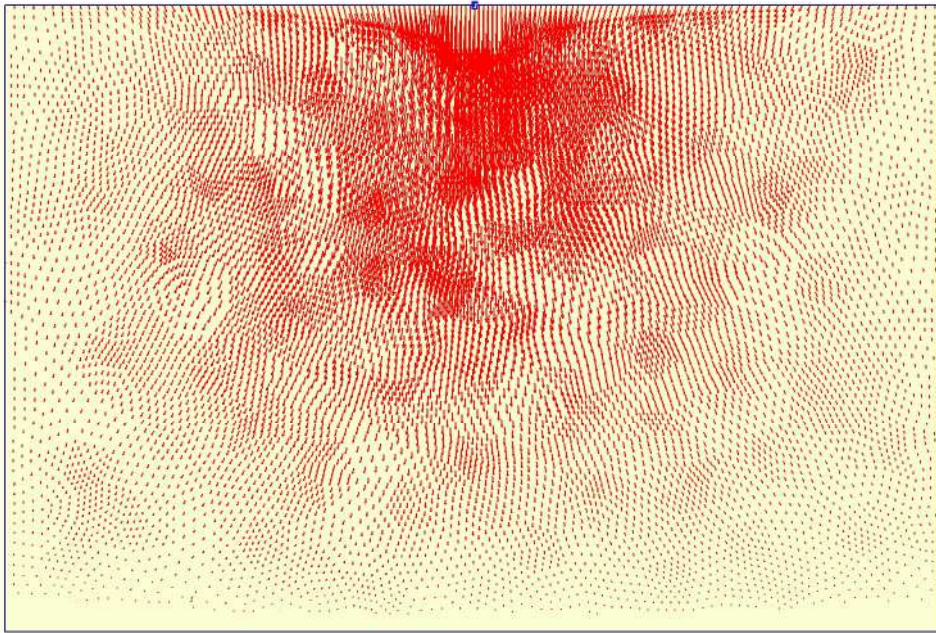


Fig. 8 Plot of total displacements (arrows) - Step no: 4 - ( Phase: 3 )

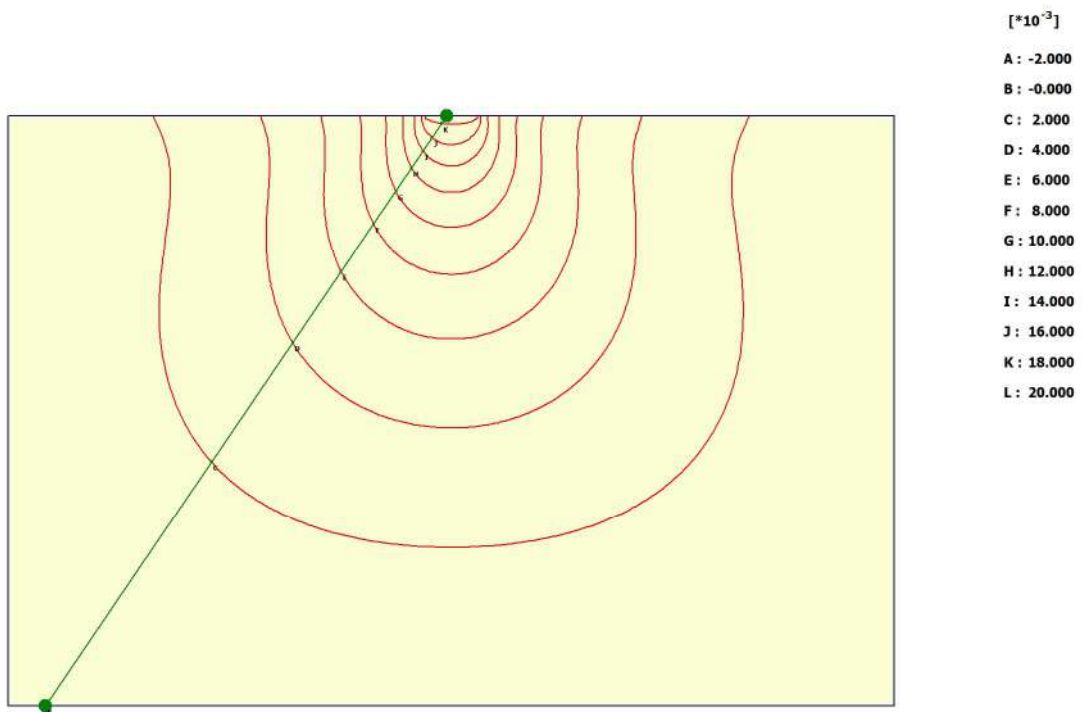


Fig. 9 Plot of total displacements (contour lines) - Step no: 4 - ( Phase: 3 )



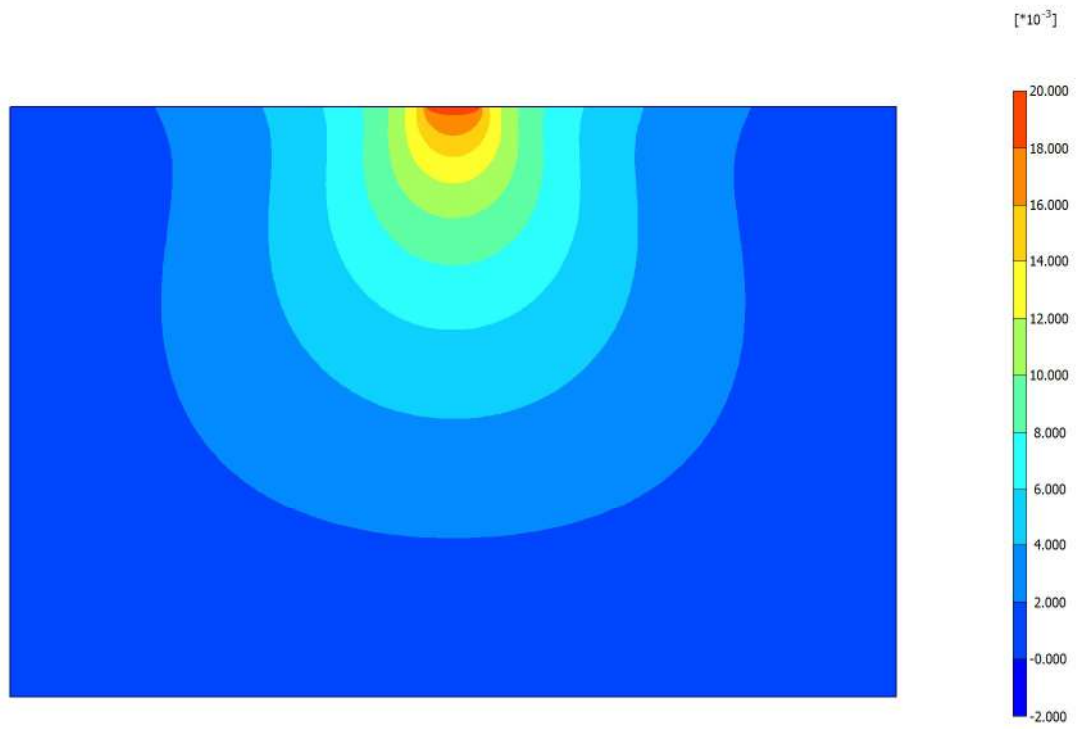


Fig. 10 Plot of total displacements (shadings) - Step no: 4 - ( Phase: 3 )

### 8.5.3. Plot of horizontal displacements

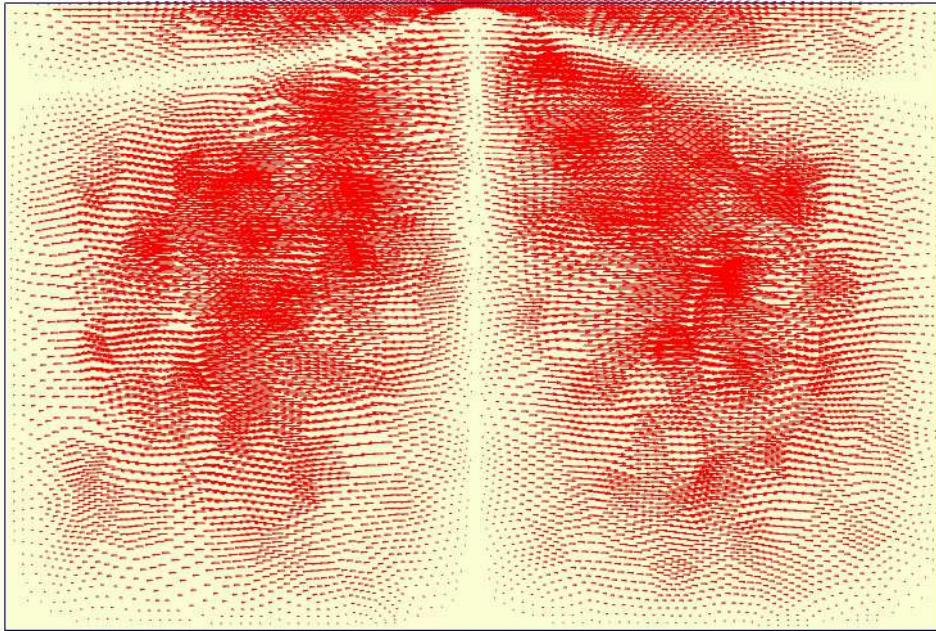


Fig. 11 Plot of horizontal displacements (arrows) - Step no: 4 - ( Phase: 3 )

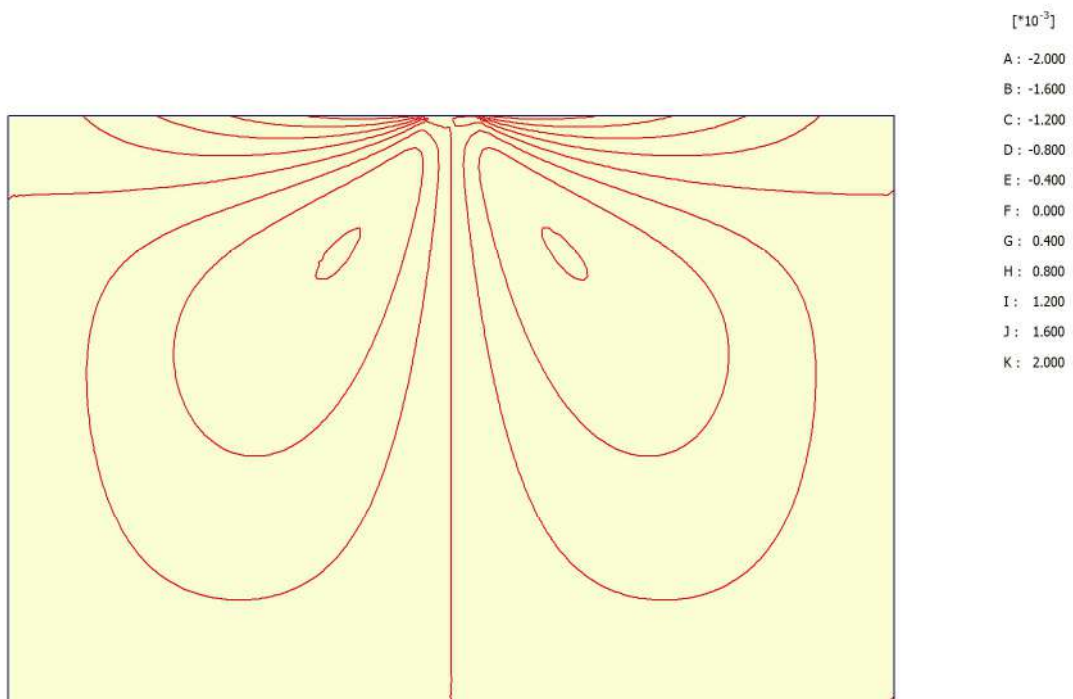


Fig. 12 Plot of horizontal displacements (contour lines) - Step no: 4 - ( Phase: 3 )

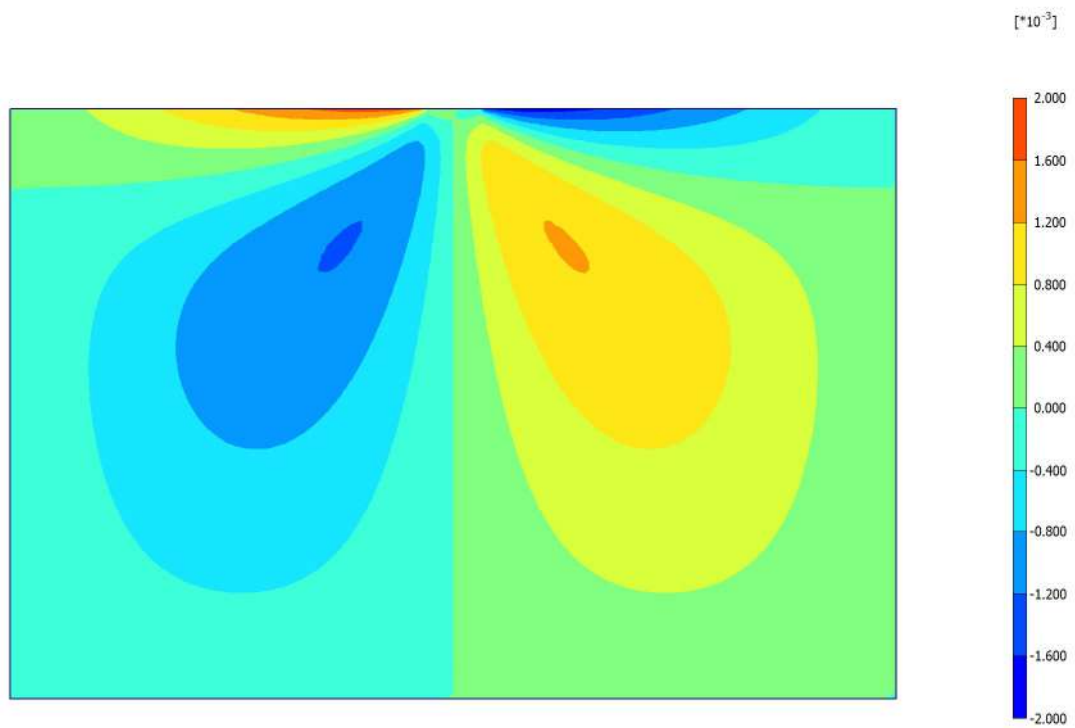


Fig. 13 Plot of horizontal displacements (shadings) - Step no: 4 - ( Phase: 3 )

#### 8.5.4. Plot of vertical displacements

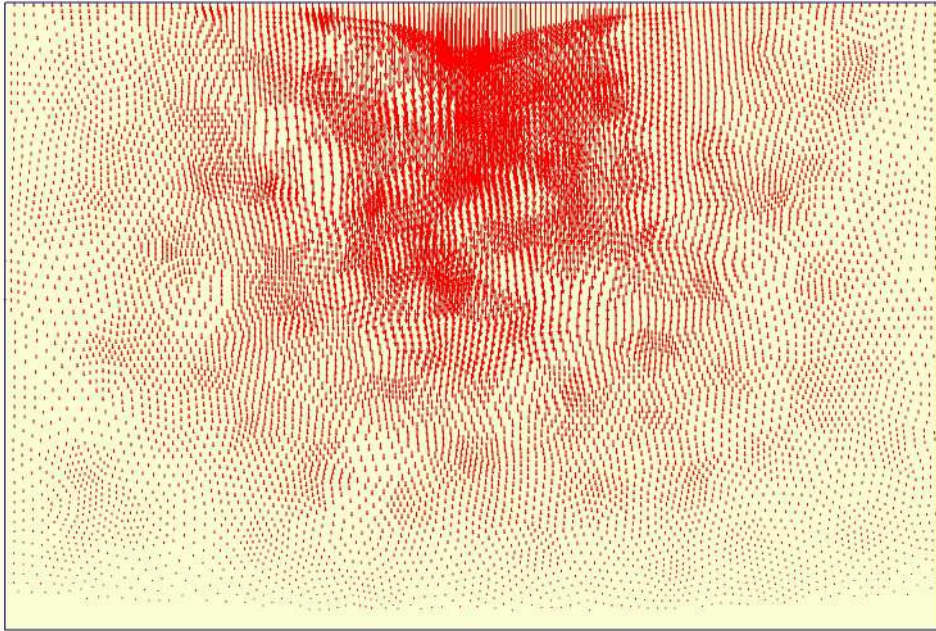


Fig. 14 Plot of vertical displacements (arrows) - Step no: 4 - ( Phase: 3 )

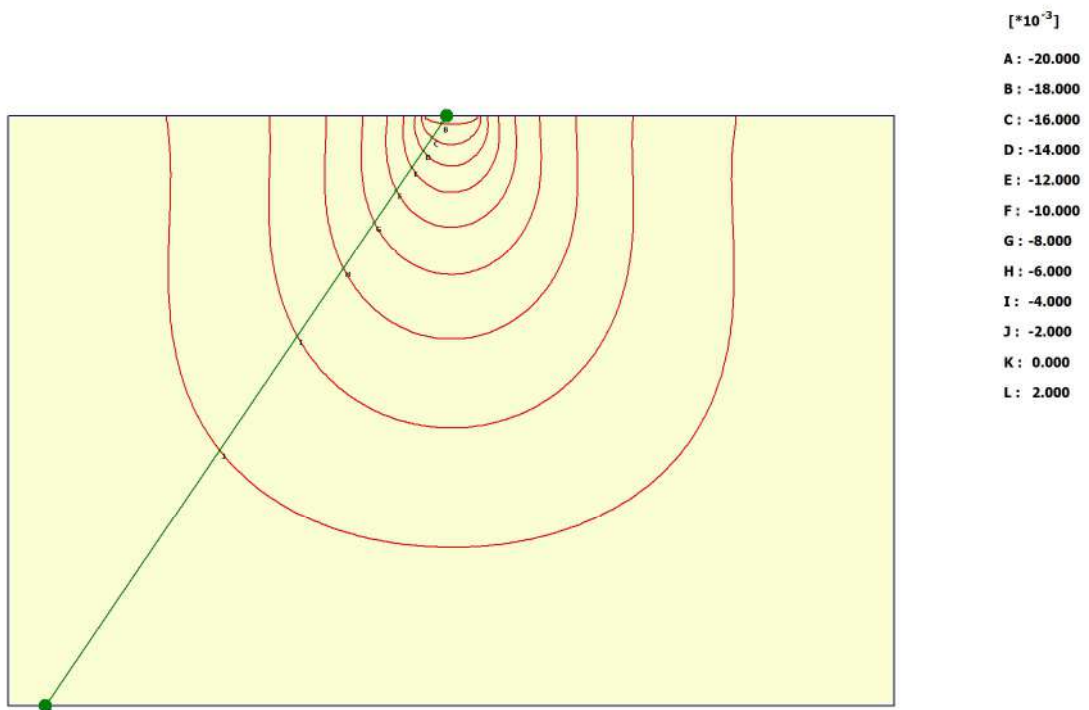


Fig. 15 Plot of vertical displacements (contour lines) - Step no: 4 - ( Phase: 3 )

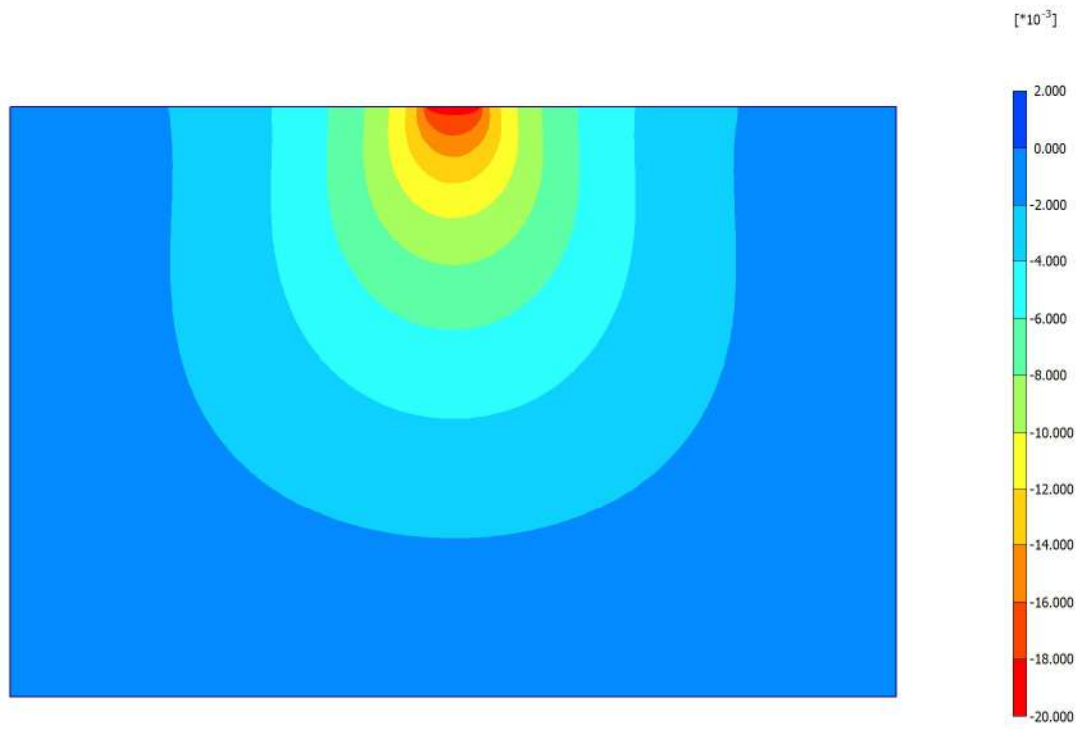


Fig. 16 Plot of vertical displacements (shadings) - Step no: 4 - ( Phase: 3 )



### 8.5.5. Plot of total increments

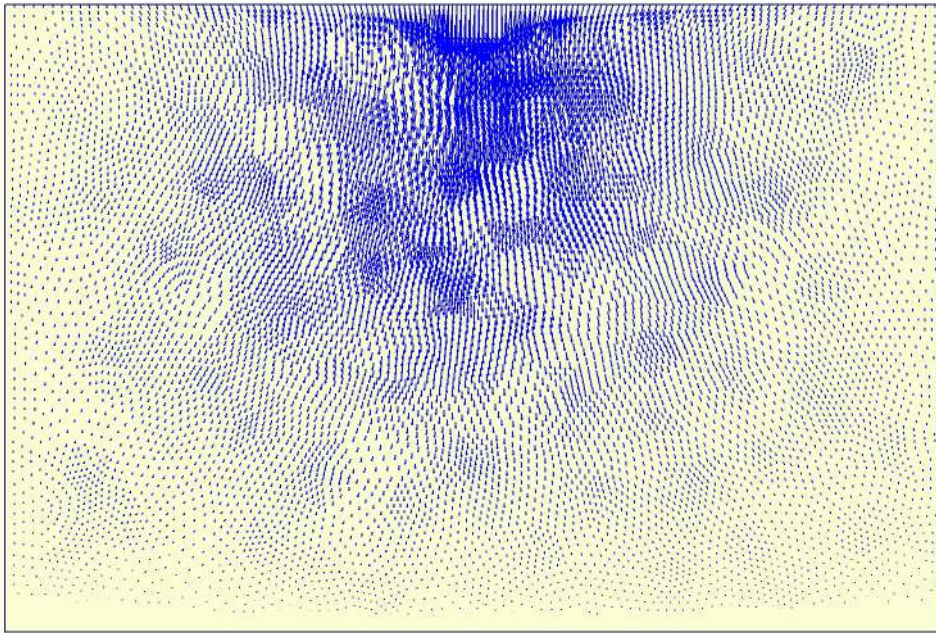


Fig. 17 Plot of total increments (arrows) - Step no: 4 - ( Phase: 3 )

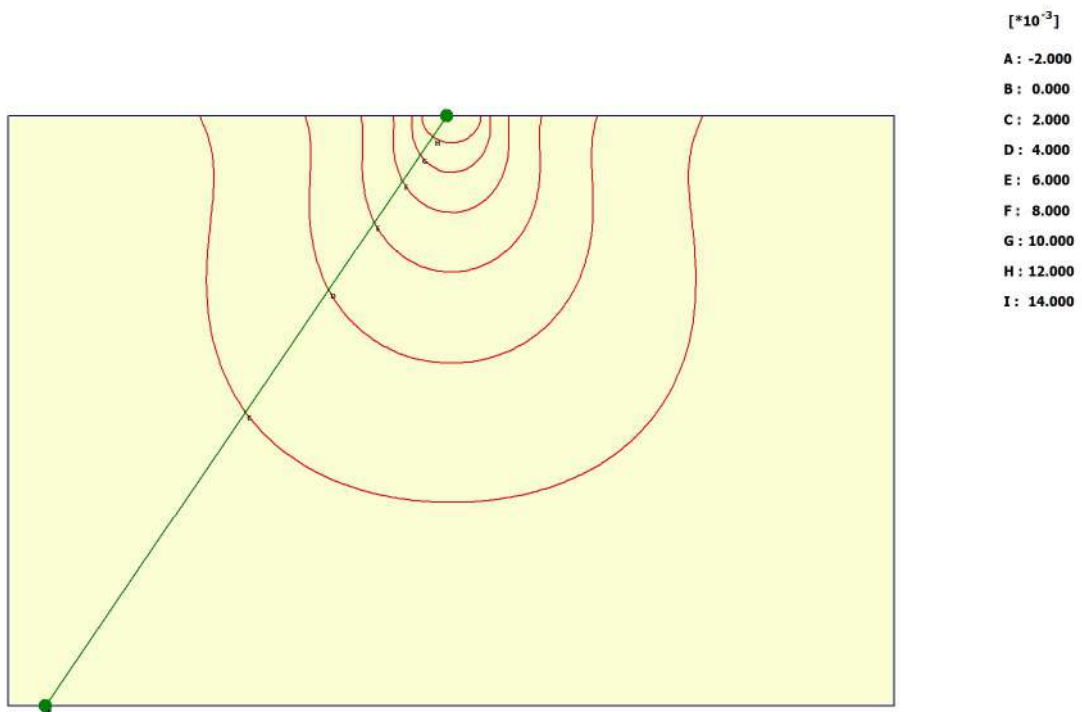


Fig. 18 Plot of total increments (contour lines) - Step no: 4 - ( Phase: 3 )

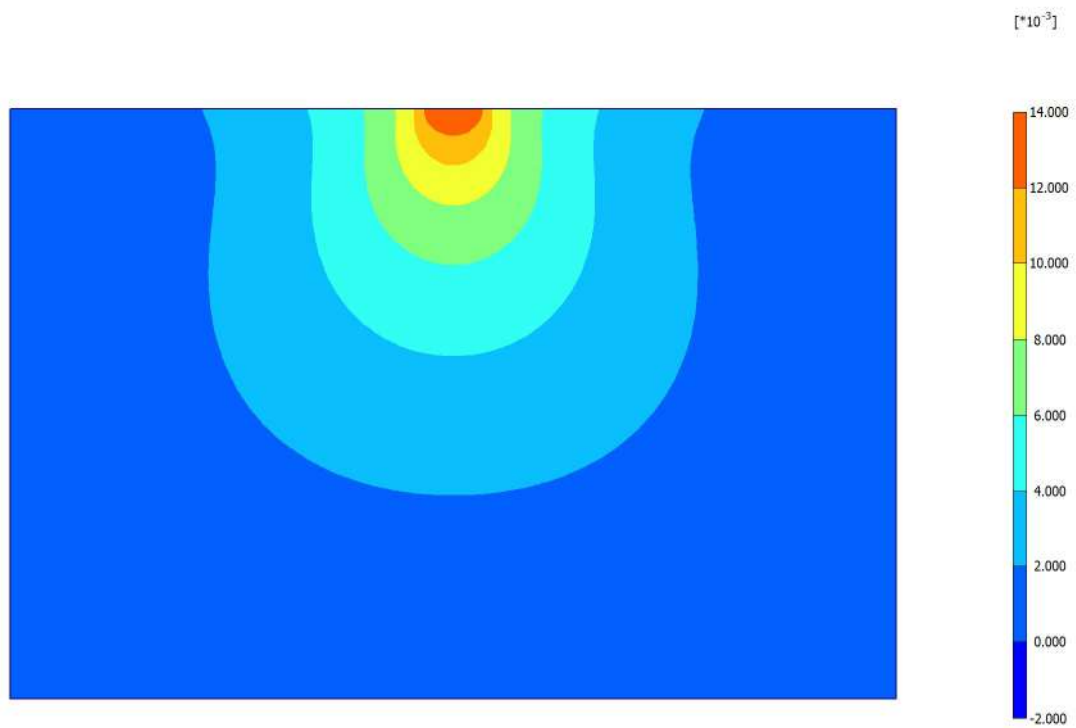


Fig. 19 Plot of total increments (shadings) - Step no: 4 - ( Phase: 3 )

### 8.5.6. Plot of horizontal increments

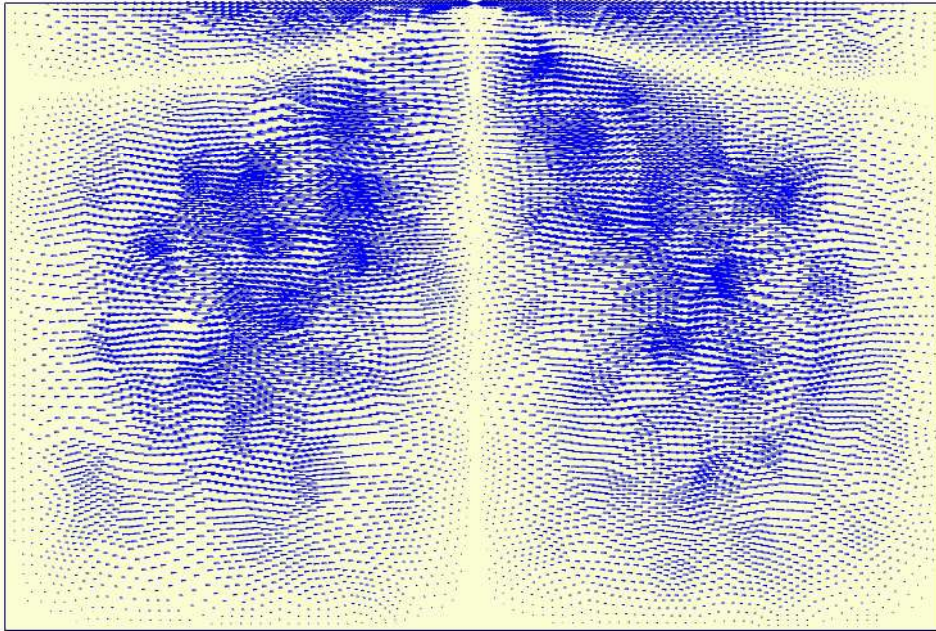


Fig. 20 Plot of horizontal increments (arrows) - Step no: 4 - ( Phase: 3 )

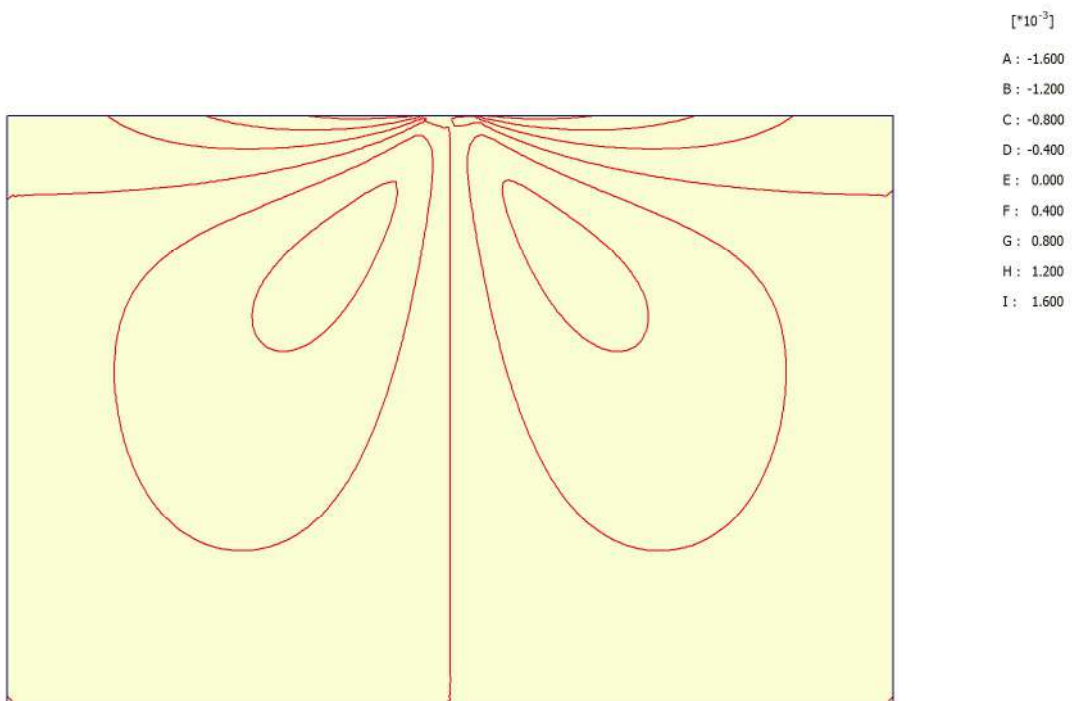


Fig. 21 Plot of horizontal increments (contour lines) - Step no: 4 - ( Phase: 3 )



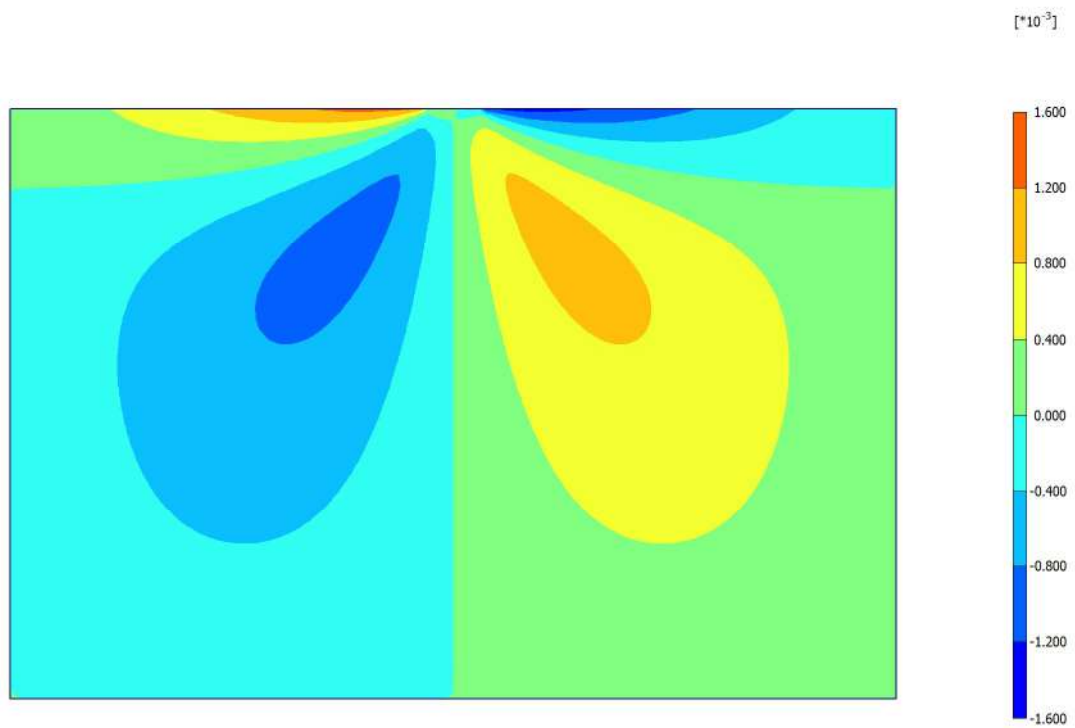


Fig. 22 Plot of horizontal increments (shadings) - Step no: 4 - ( Phase: 3 )

### 8.5.7. Plot of vertical increments

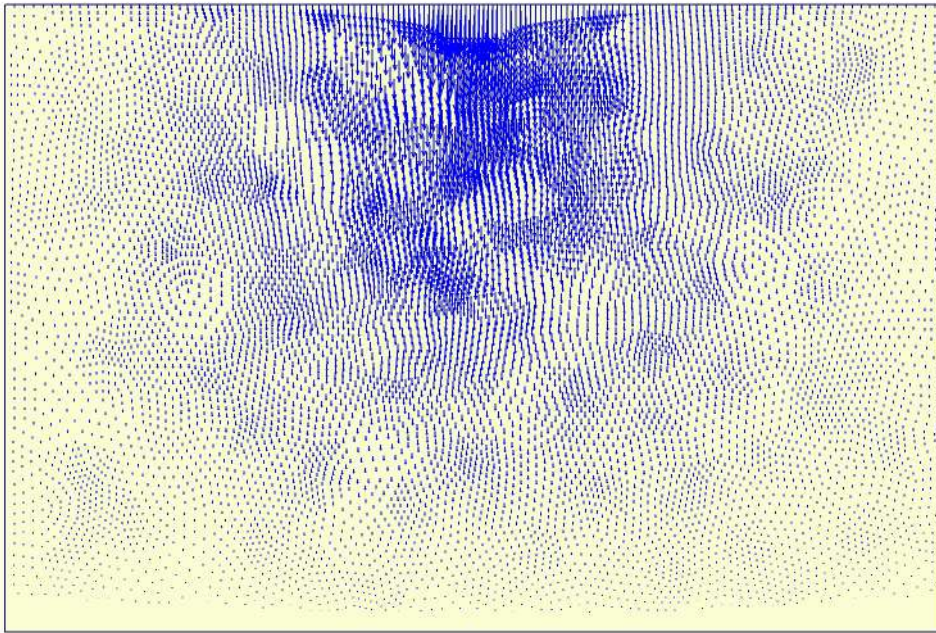


Fig. 23 Plot of vertical increments (arrows) - Step no: 4 - ( Phase: 3 )

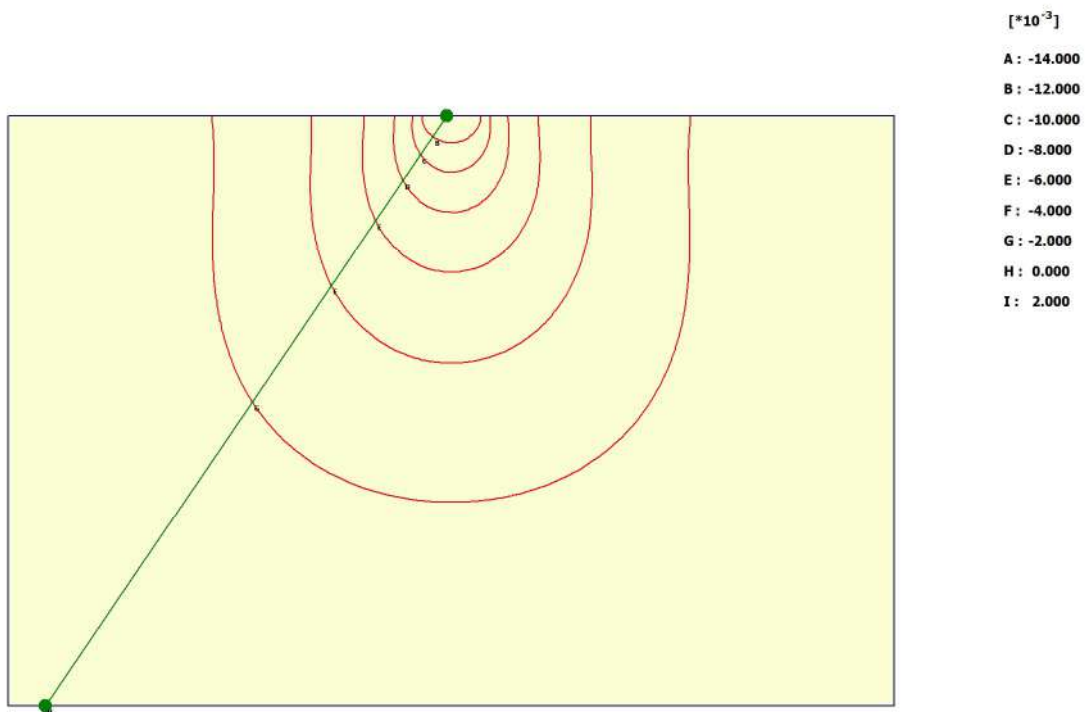


Fig. 24 Plot of vertical increments (contour lines) - Step no: 4 - ( Phase: 3 )

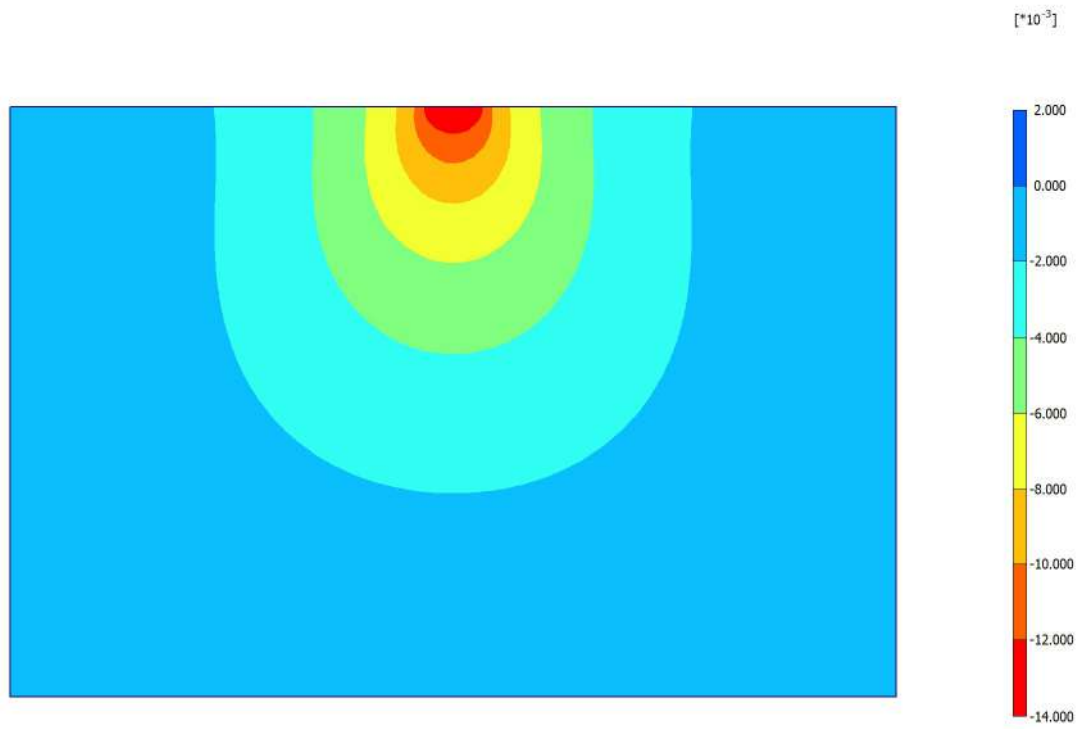


Fig. 25 Plot of vertical increments (shadings) - Step no: 4 - ( Phase: 3 )

### 8.5.8. Plot of total strains

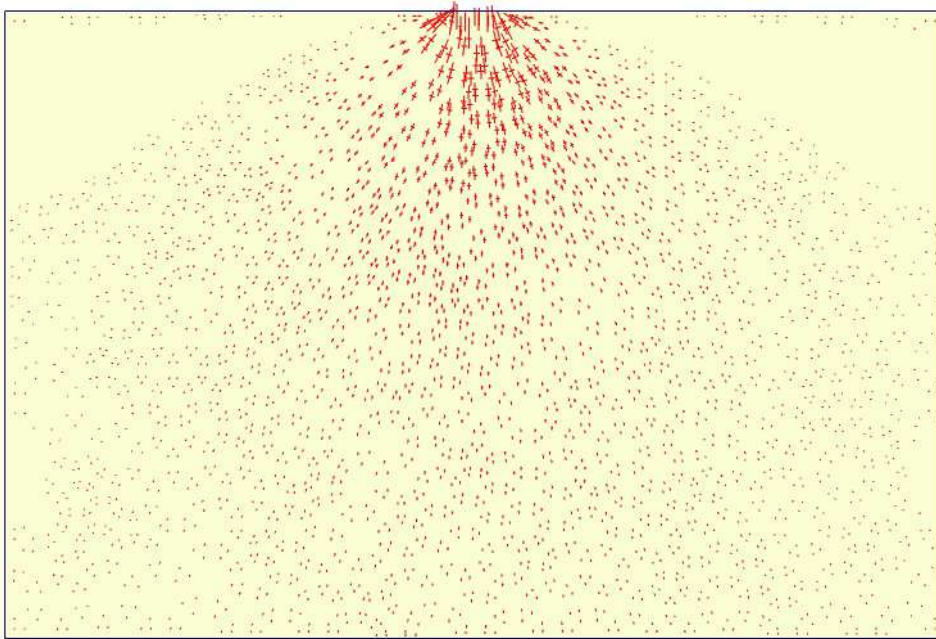


Fig. 26 Plot of total strains (principal directions) - Step no: 4 - ( Phase: 3 )

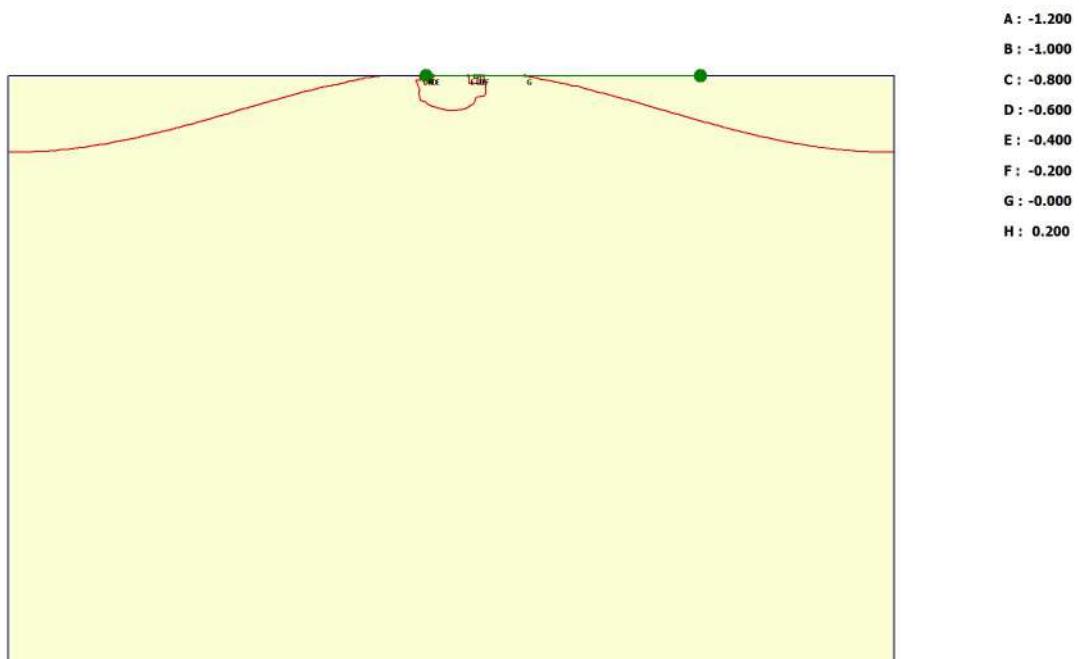


Fig. 27 Plot of total strains (volume contours) - Step no: 4 - ( Phase: 3 )

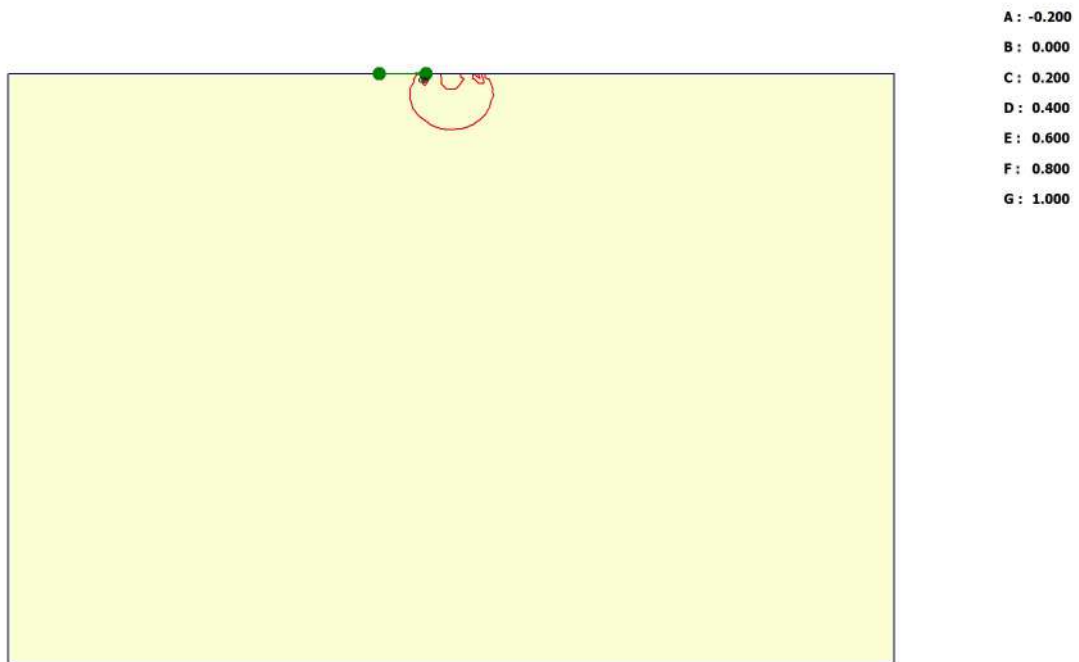


Fig. 28 Plot of total strains (shear contours) - Step no: 4 - ( Phase: 3 )

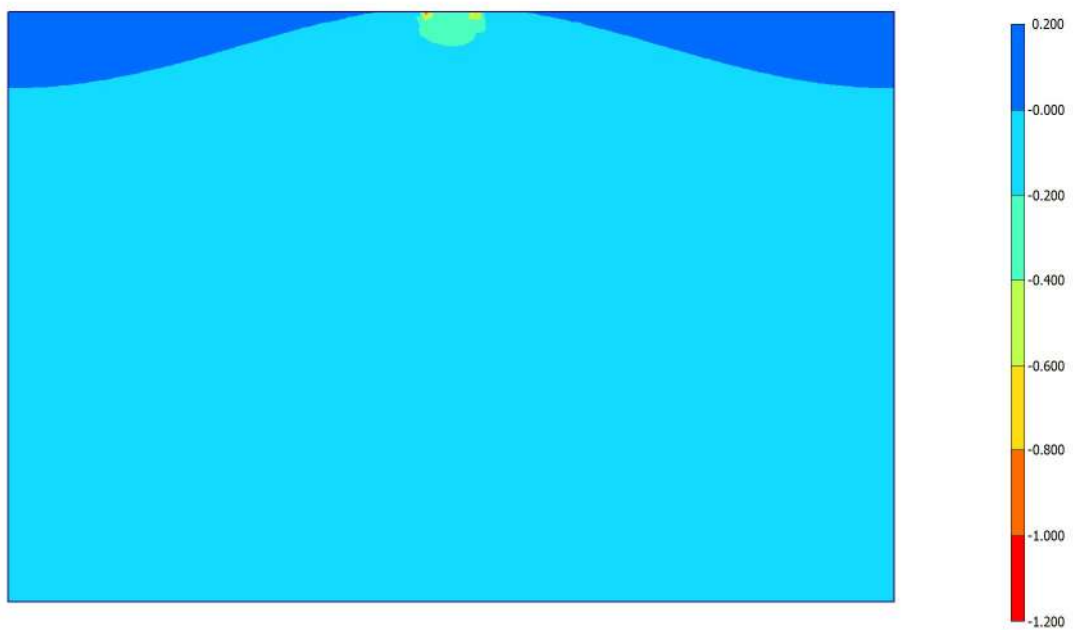


Fig. 29 Plot of total strains (volume shadings) - Step no: 4 - ( Phase: 3 )

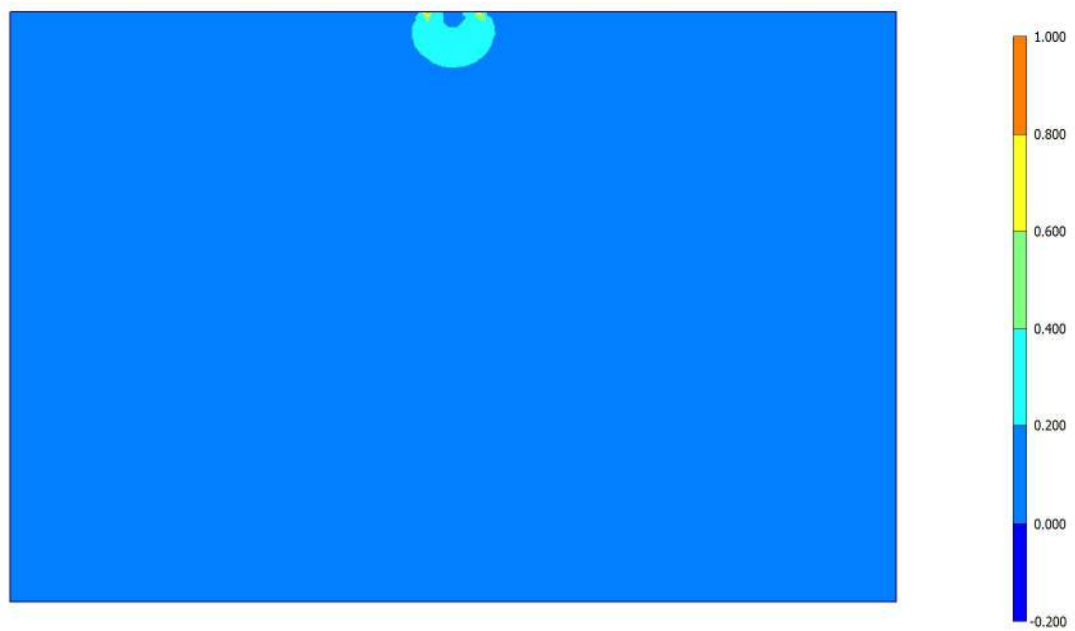


Fig. 30 Plot of total strains (shear shadings) - Step no: 4 - ( Phase: 3 )

### 8.5.9. Plot of incremental strains

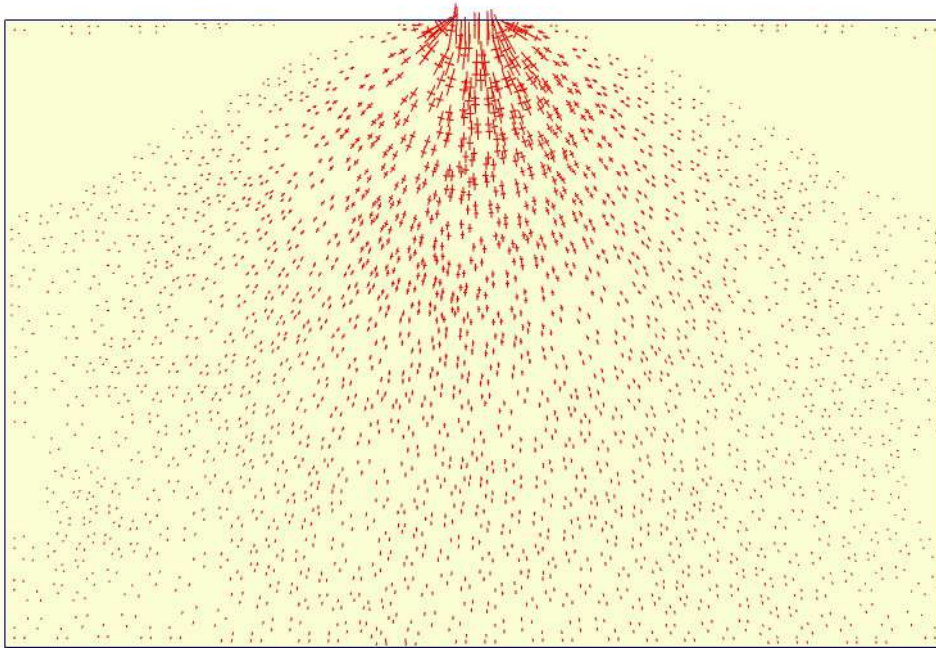


Fig. 31 Plot of total incremental strains (principal directions) - Step no: 4 - ( Phase: 3 )

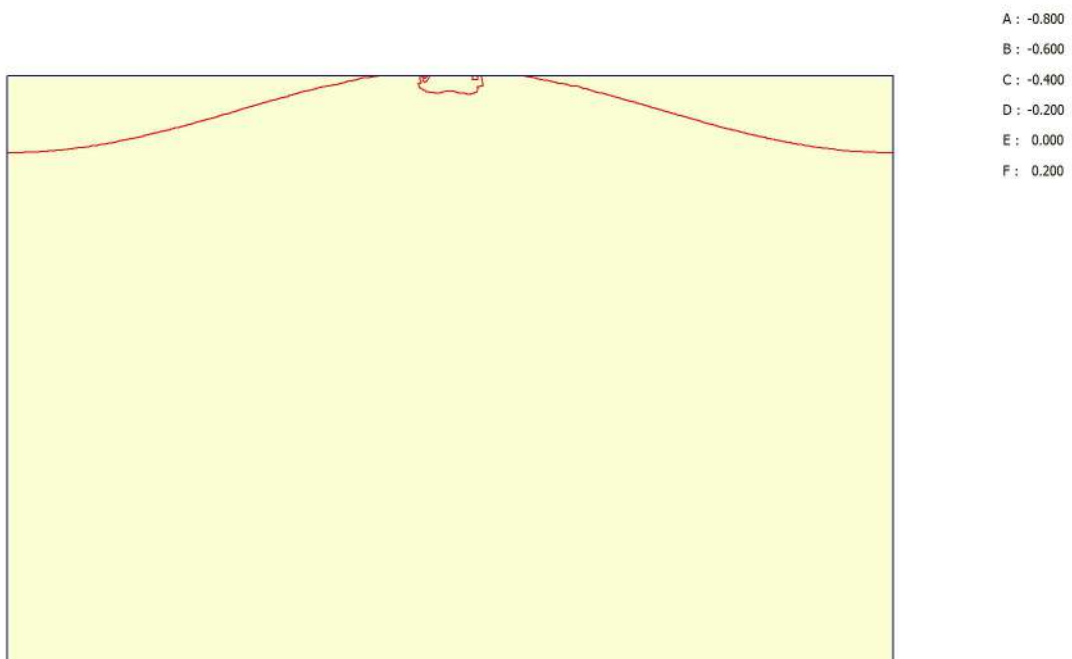


Fig. 32 Plot of total incremental strains (volume contours) - Step no: 4 - ( Phase: 3 )

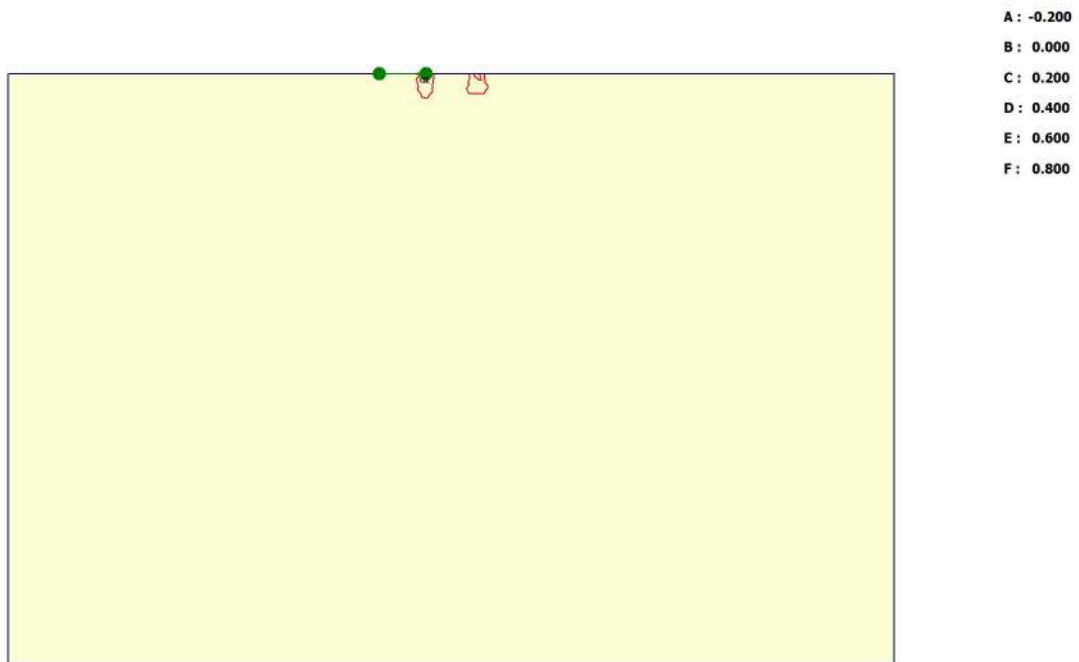


Fig. 33 Plot of total incremental strains (shear contours) - Step no: 4 - ( Phase: 3 )

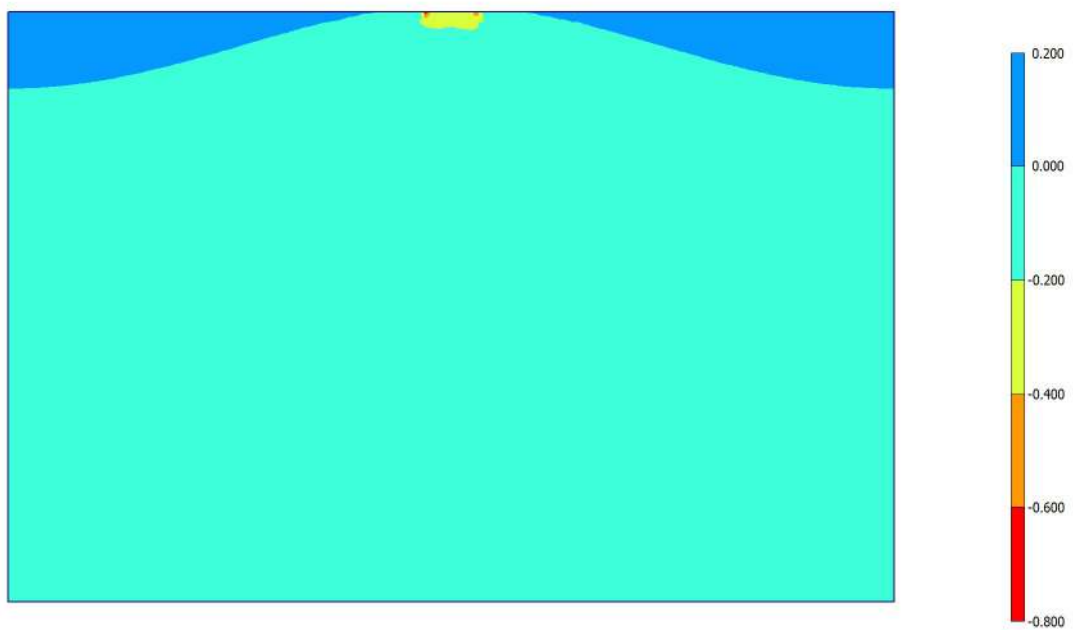


Fig. 34 Plot of total incremental strains (volume shadings) - Step no: 4 - ( Phase: 3 )



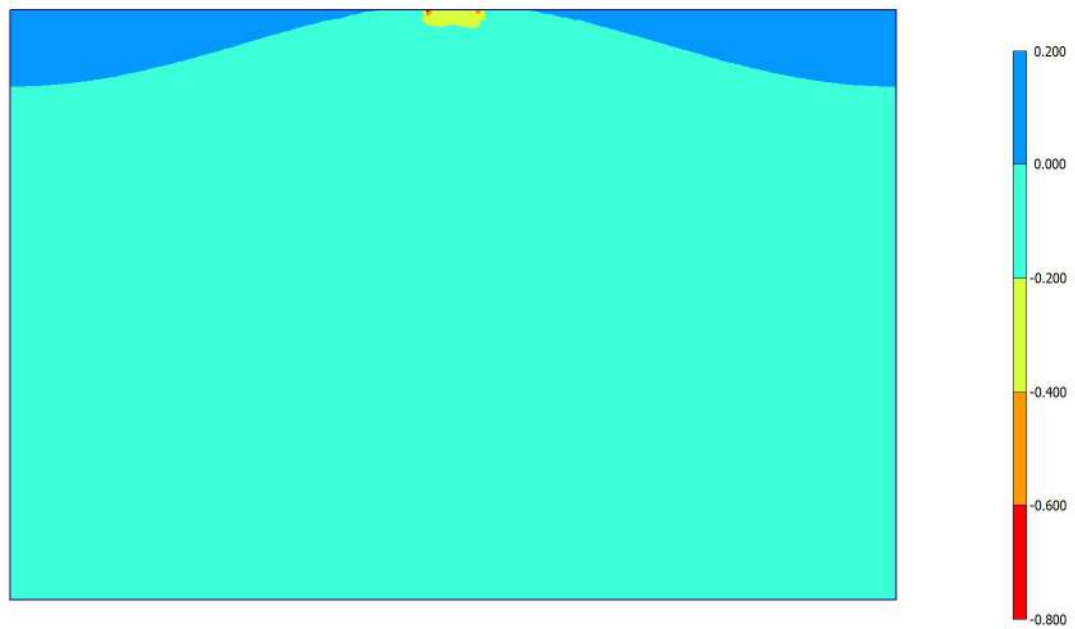


Fig. 35 Plot of total incremental strains (shear shadings) - Step no: 4 - ( Phase: 3 )

## 8.6. Stresses

### 8.6.10. Plot of effective stresses

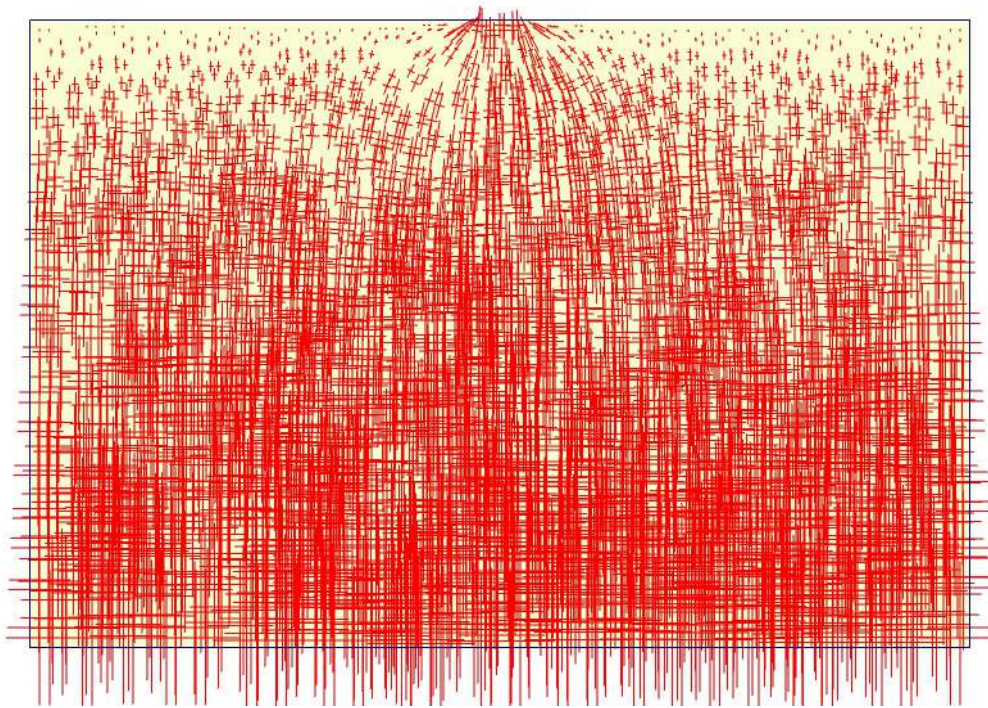


Fig. 36 Plot of effective stresses (principal directions) - Step no: 4 - ( Phase: 3 )

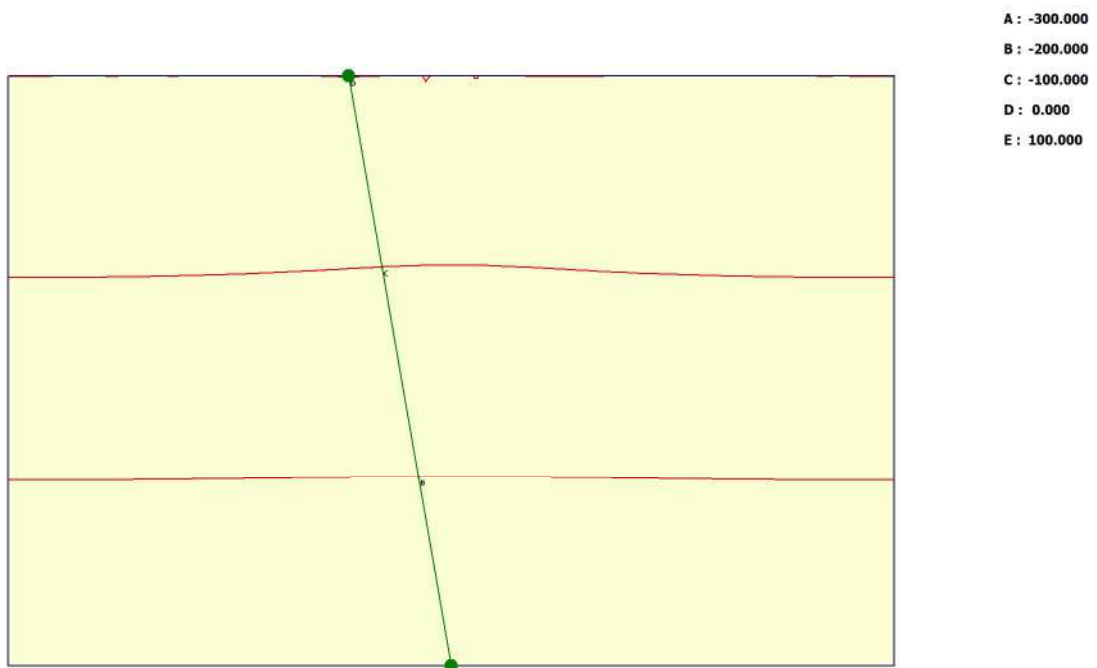


Fig. 37 Plot of effective stresses (mean contours) - Step no: 4 - ( Phase: 3 )

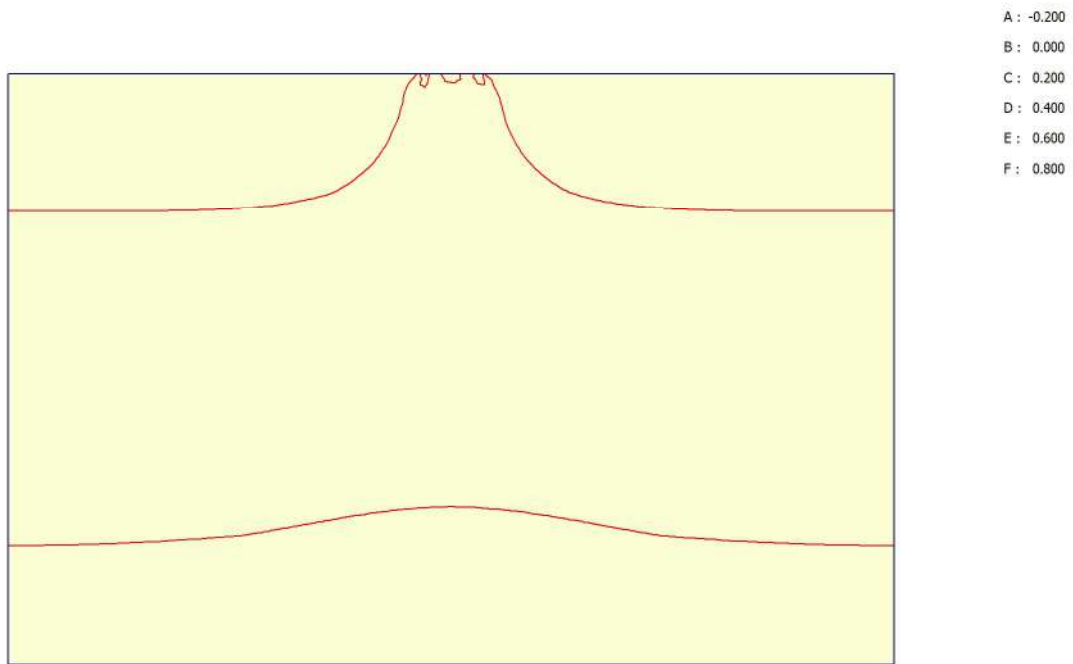
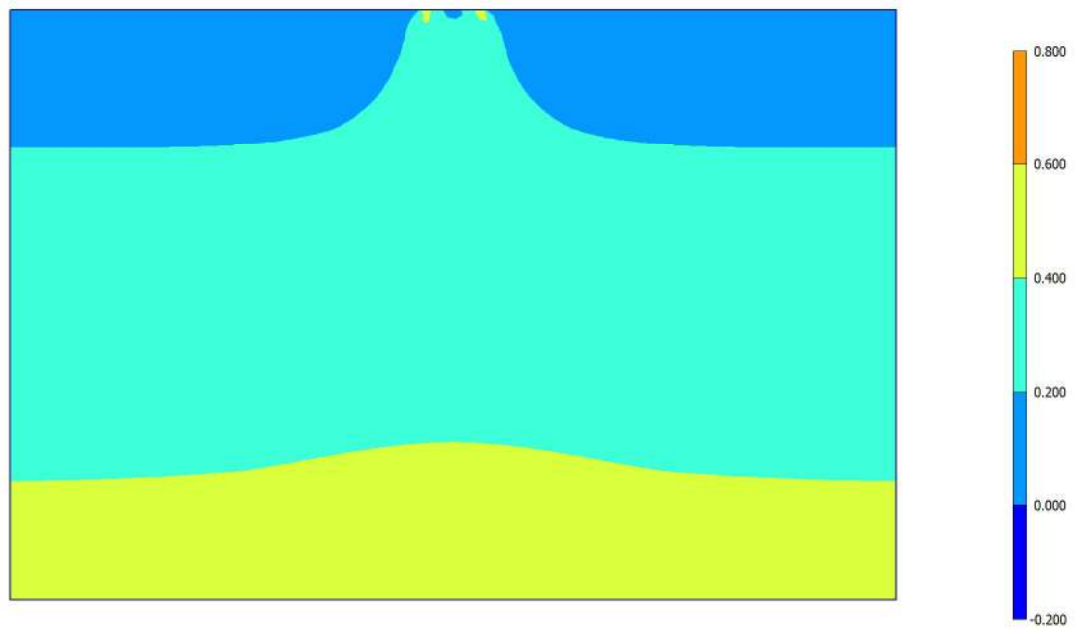


Fig. 38 Plot of effective stresses (relative shear contours) - Step no: 4 - ( Phase: 3 )



Fig. 39 Plot of effective stresses (mean shadings) - Step no: 4 - ( Phase: 3 )



**Fig. 40 Plot of effective stresses (relative shear shadings) - Step no: 4 - ( Phase: 3 )**

### 8.6.11. Plot of total stresses

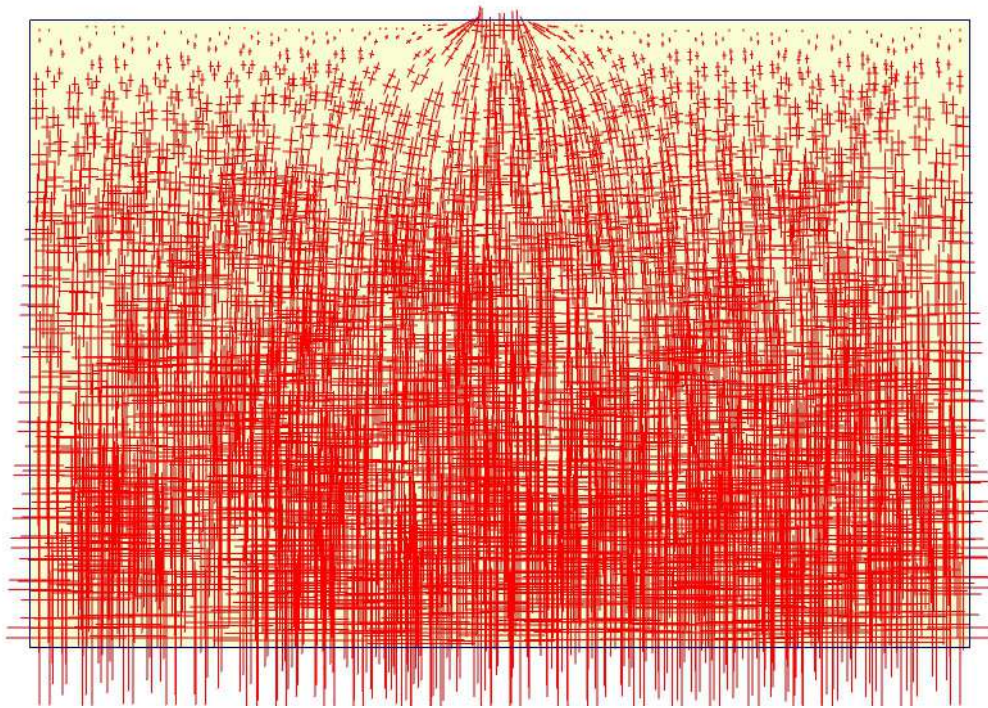


Fig. 41 Plot of total stresses (principal directions) - Step no: 4 - ( Phase: 3 )

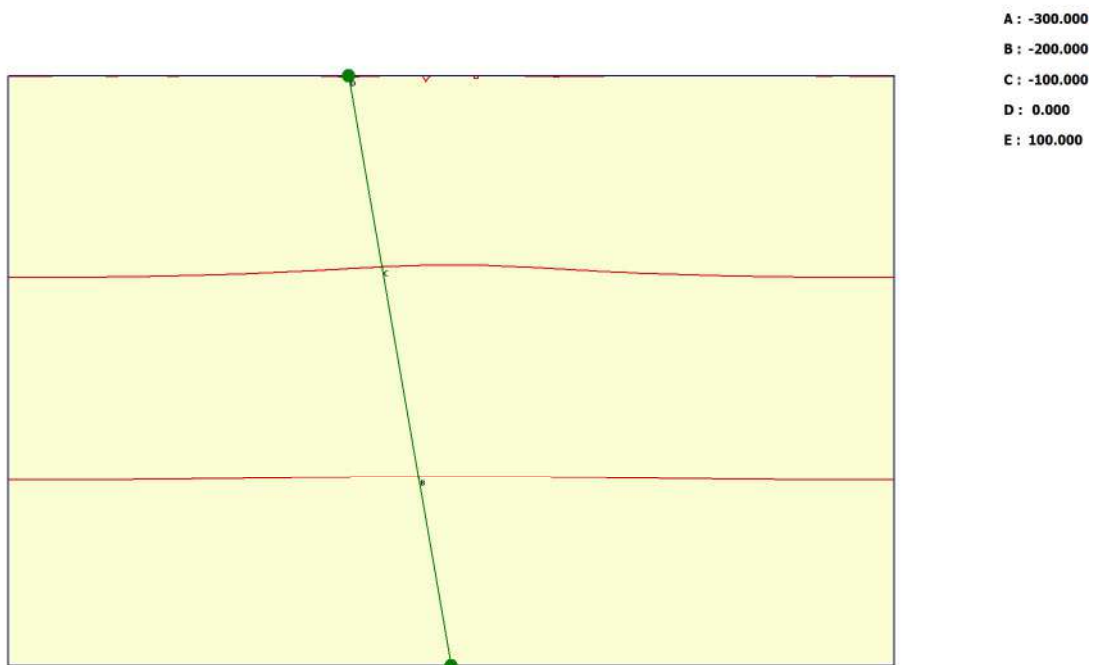


Fig. 42 Plot of total stresses (mean contours) - Step no: 4 - ( Phase: 3 )

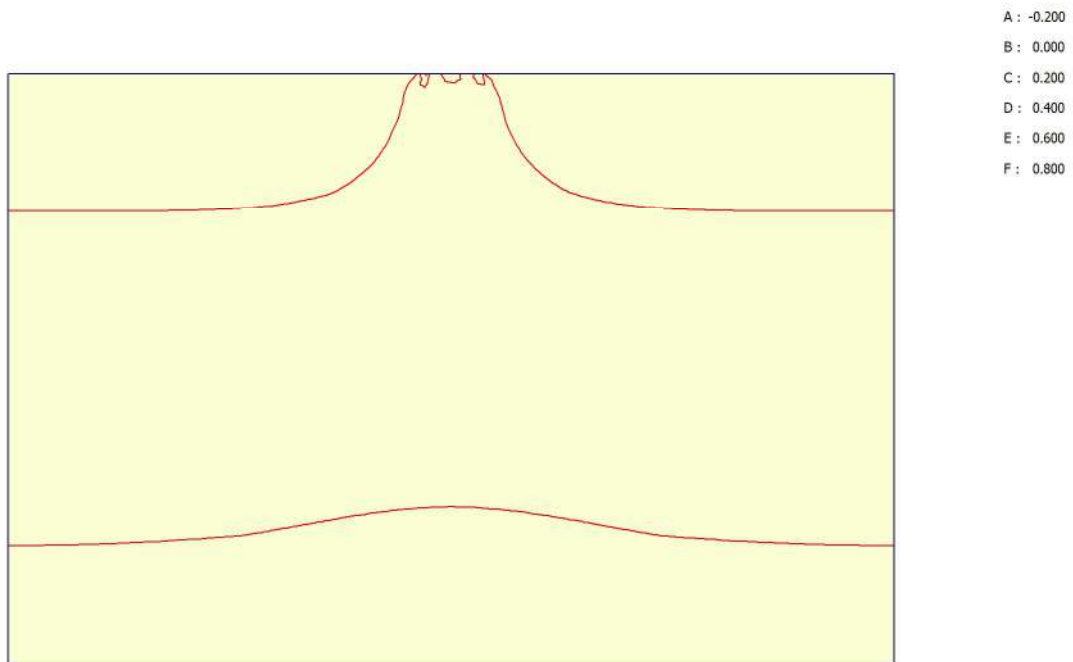


Fig. 43 Plot of total stresses (relative shear contours) - Step no: 4 - ( Phase: 3 )



Fig. 44 Plot of total stresses (mean shadings) - Step no: 4 - ( Phase: 3 )

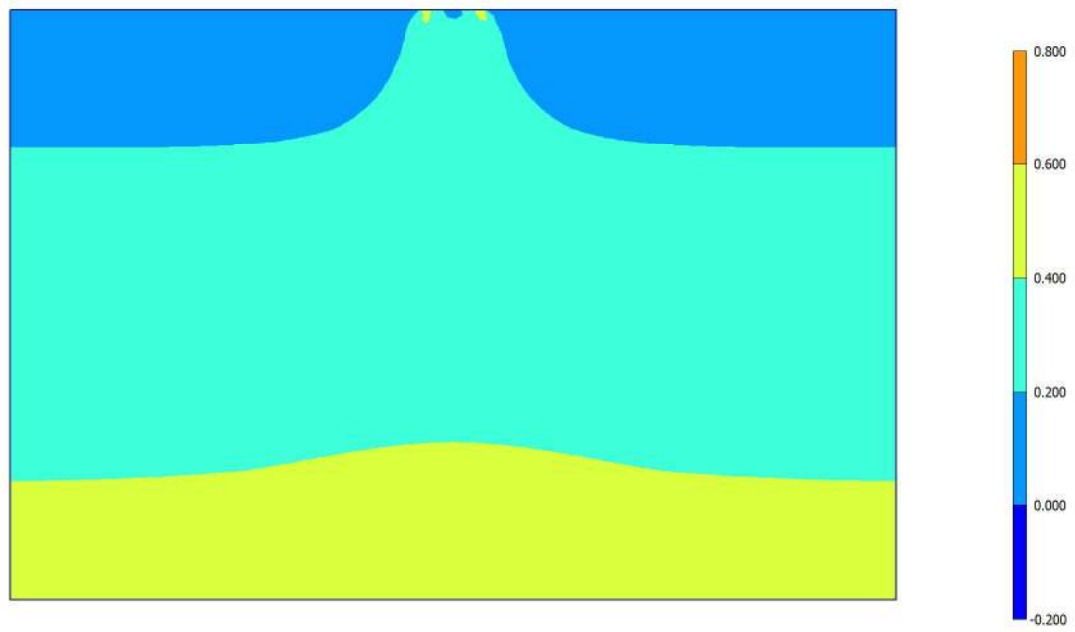


Fig. 45 Plot of total stresses (relative shear shadings) - Step no: 4 - ( Phase: 3 )