

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΙΟΝΙΩΝ ΝΗΣΩΝ
ΔΗΜΟΣ ΛΕΥΚΑΔΑΣ

ΕΡΓΟ: ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ
ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ
ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ
(Επέκταση και αναβάθμιση υφιστάμενων
εγκαταστάσεων Δήμου Λευκάδας) ΚΑΙ
ΑΠΑΓΩΓΟΥ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ
(Από τις Ε.Ε.Λ. προς το ακρωτήριο
Γυράπετρας)

ΜΕΛΕΤΗΤΗΣ: DELCO ΕΠΕ – Ν. Δεληγιαννίδης & Σια

ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ
ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ
(Επέκταση και αναβάθμιση υφιστάμενων εγκαταστάσεων
Δήμου Λευκάδας)
ΚΑΙ ΑΠΑΓΩΓΟΥ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ
(Από τις Ε.Ε.Λ. προς το ακρωτήριο Γυράπετρας)

**4. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΚΑΙ
ΣΤΑΤΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ**

Θεσσαλονίκη Μάρτιος 2018

1. ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΑΠΑΓΩΓΟΥ

1.1. Αντικείμενο υδραυλικών υπολογισμών

1.1.1. Οι υδραυλικοί υπολογισμοί της παρούσας μελέτης περιορίζονται κυρίως στην εκλογή του αγωγού ώθησης και στον προσδιορισμό των στοιχείων του.

1.1.2. Ιδιαίτερα γίνονται υπολογισμοί για τον αγωγό διάθεσης, τον διαχυτήρα με τα στόμια εκροής και την εκτίμηση του βαθμού αραίωσης των επεξεργασμένων λυμάτων μέσα στην θάλασσα.

1.2. Απλή περιγραφή της χάραξης

1.2.1. Η αρχή του απαγωγού των επεξεργασμένων λυμάτων τοποθετείται στην έξοδο του αντλιοστασίου κατάθλιψης που θα κατασκευαστεί μέσα στον χώρο των Ε.Ε.Λ. στην βορειοδυτική πλευρά του.

1.2.2. Από το αναφερόμενο αντλιοστάσιο ο απαγωγός ακολουθεί μέχρι τα Νεκροταφεία ακριβώς την αντίθετη χάραξη σχετικά με τον κεντρικό συλλεκτήρα ακαθάρτων από Τσουκαλάδες και Απόλπαινα. Ο απαγωγός τοποθετείται στην έναντι πλευρά των δρόμων σχετικά με την χάραξη του κεντρικού συλλεκτήρα μέχρι και τον Δημόσιο δρόμο Καρυές – Νυδρί. Στην συνέχεια τοποθετείται ο απαγωγός γειτονικά στην ίδια πλευρά του συλλεκτήρα, δηλαδή προς την μεριά της πόλης. Η θέση αυτή της χάραξης του απαγωγού συνεχίζεται και μετά την συνάντηση του κεντρικού συλλεκτήρα από Φρύνιο και μετά τις εργατικές κατοικίες.

1.2.3. Στην διακλάδωση του δρόμου της Γύρας όπου οι νησίδες στον δρόμο προς Άγιο Ιωάννη η χάραξη γίνεται στην πλευρά του δρόμου της Γύρας προς τα δυτικά, δηλαδή προς το Ιόνιο και στο τελευταίο τμήμα της ξηράς στην αμμώδη παραλία. Στα ανατολικά του ακρωτηρίου της Γυράπετρας βυθίζεται ο απαγωγός για μήκος 650μ. περίπου και βάθος 25 μέτρα όπου τοποθετείται διαχυτήρας.

1.3. Μέση ημερήσια παροχή

1.3.1. Όπως υπολογίστηκε στην μελέτη, η μέση παροχή θέρους με υπόγειες διηθήσεις ανέρχεται για την σαρανταετία σε 102λιτ/δλ.

1.3.2. Για την εικοσαετία η αντίστοιχη παροχή ανέρχεται σε 87λιτ/δλ.

1.4. Τρόπος υπολογισμού ωθητικού αγωγού

1.4.1. Ο τύπος που χρησιμοποιείται στους υπολογισμούς των ωθητικών αγωγών για τις γραμμικές απώλειές τους έχει την γενική έκφραση:

$$J = \lambda * \frac{V^2}{2 * g * D} = \delta * Q^2$$

Όπου:

| | | |
|---|---|---|
| J | = | Απώλεια φορτίου ανά μέτρο αγωγού. (Η μέτρηση γίνεται σε μέτρα ύψους του υγρού). |
| V | = | Η μέση ταχύτητα σε (μ/δλ) |
| D | = | Η εσωτερική διάμετρος του αγωγού (σε μέτρα) |
| g | = | Η επιτάχυνση της βαρύτητας (=9,81 μ/δλ ²) |
| λ | = | Συντελεστής απωλειών φορτίου (αδιάστατος) |

Σημείωση: Η παραπάνω έκφραση είναι γνωστή ως τύπος του Darcy - Weisbach

Για κυκλικούς αγωγούς εξάγεται:

$$\delta = 0,0826 * \lambda * D^{-5}$$

και $J = 0,0826 * D^{-5} * Q^2 * \lambda$

1.4.2. Για στρωτή ροή, όταν δηλαδή ο αριθμός Reynolds είναι μικρότερος από 2000, ο συντελεστής απωλειών φορτίου είναι ανεξάρτητος από την σχετική τραχύτητα και εκφράζεται ως, $\lambda = \frac{64}{Re}$. Για την τυρβώδη ροή, που ισχύει στις

περιπτώσεις των ωθητικών αγωγών, έχουν εκφρασθεί αρκετοί εμπειρικοί τύποι για την τιμή του συντελεστή λ, ορισμένοι από τους οποίους δίδονται στην συνέχεια:

- Για λείους αγωγούς, η εξίσωση του Karman - Prandtl δίδει:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 2 \cdot \log_{10} \left(\text{Re} \sqrt{\lambda} \right) - 0,8$$

- Η εξίσωση του Blasius για λείους αγωγούς, όταν $\text{Re} < 10^5$ εκφράζεται:

$$\lambda = \frac{0,3164}{\text{Re}^{0,25}}$$

- Για λείους αγωγούς, όταν $\text{Re} > 10^5$, η εξίσωση του Nikuradse έχει την μορφή:

$$\lambda = \frac{0,221}{\text{Re}^{0,237}} + 0,0032$$

- Σε παρατηρήσεις που έγιναν στους σωλήνες του εμπορίου με βάση τις μαθηματικές αναλύσεις των Karman - Prandtl, οι Colebrook και White θεμελίωσαν την ακόλουθη έκφραση που εφαρμόζεται σήμερα και είναι γνωστή ως τύπος των Prandtl - Colebrook.

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \cdot \log_{10} \left(\frac{\kappa}{3,7 \cdot D} + \frac{2,51}{\text{Re} \cdot \sqrt{\lambda}} \right)$$

Όπου: κ = Η απόλυτη τραχύτητα των εσωτερικών τοιχωμάτων του αγωγού.

1.4.3. Ο αριθμός Reynolds (Re) διατυπώνεται ως εξής:

$$\text{Re} = \frac{V \cdot D}{\nu}$$

Όπου: ν = Ο κινηματικός συντελεστής συνεκτικότητας (Κινηματικό ιξώδες του υγρού). (Σε $\text{m}^2/\delta\lambda$).

Από τον τύπο του Poiseuille βρίσκεται το κινηματικό ιξώδες του νερού για διάφορες θερμοκρασίες:

$$\nu = \frac{0,0178 \cdot 10^{-4}}{(1 + 0,0337 \cdot T + 0,000221 \cdot T^2)}$$

Όπου: T = Η θερμοκρασία σε βαθμούς Κελσίου

Για $T = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ βρίσκεται: $V = 1,01 \cdot 10^{-6} \text{ (}\mu^2/\delta\lambda\text{)}$

Η απόλυτη τραχύτητα των τοιχωμάτων του αγωγού, για σωλήνες PE με διάμετρο μεγαλύτερη από 200 χλστ. λαμβάνεται: $\kappa = 0,05 \text{ χλστ.}$

1.4.4. Σύμφωνα με όσα δόθηκαν παραπάνω δίδεται ο υπολογισμός του αγωγού $\Phi 355 \text{ χλστ.}$

Δεδομένα: Αγωγός PE τρίτης γενιάς, εξωτερικής διαμέτρου 355 χλστ, πίεσης 12,5 ατμ., θα μεταβιβάσει παροχή 102 λιτ/δλ.

Ζητούμενο: Οι γραμμικές απώλειες σε $\mu/\chi\lambda\mu.$

Υπολογισμοί:

$$V = \frac{4Q}{\pi D^2} = \frac{4 \cdot 0,102 \mu^3/\delta\lambda}{\pi \cdot 0,3028^2 \mu^2} = 1,42 \mu/\delta\lambda.$$

Όπου: $D =$ Η εσωτερική διάμετρος σωλήνα PE $\Phi 355 \text{ χλστ,}$ τρίτης γενιάς, ίση με 302,8 χλστ.

$$Re = \frac{V \cdot D}{\nu} = \frac{1,42 \cdot 0,3028}{1,01 \cdot 10^{-6}} = 425.719$$

$\kappa = 0,05 \text{ χλστ.}$

Με εφαρμογή του τύπου Prandtl - Colebrook βρίσκεται:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \cdot \log_{10} \left(\frac{0,05}{3,7 \cdot 302,8} + \frac{2,51}{425,719 \cdot \sqrt{\lambda}} \right)$$

ή

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \cdot \log_{10} \left(4,46 \cdot 10^{-5} + \frac{0,5896 \cdot 10^{-5}}{\sqrt{\lambda}} \right)$$

ή

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \cdot \log_{10} \left(4,46 \cdot 10^{-5} + \log_{10} 4,46 + \frac{0,5896}{\sqrt{\lambda}} \right)$$

ή

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 10 - 2 \log_{10} \left(4,46 + \frac{0,5896}{\sqrt{\lambda}} \right)$$

Η παραπάνω σχέση επαληθεύεται με:

$$\lambda = 0,015353$$

Βρίσκεται:

$$J = \lambda \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g \cdot D} = 0,015353 \cdot \frac{1,42^2 (\mu/\delta\lambda)^2}{2 \cdot 9,81 \cdot 0,3028 (\mu/\delta\lambda^2) (\mu)} @ 0,0052 \mu/\mu$$

και:

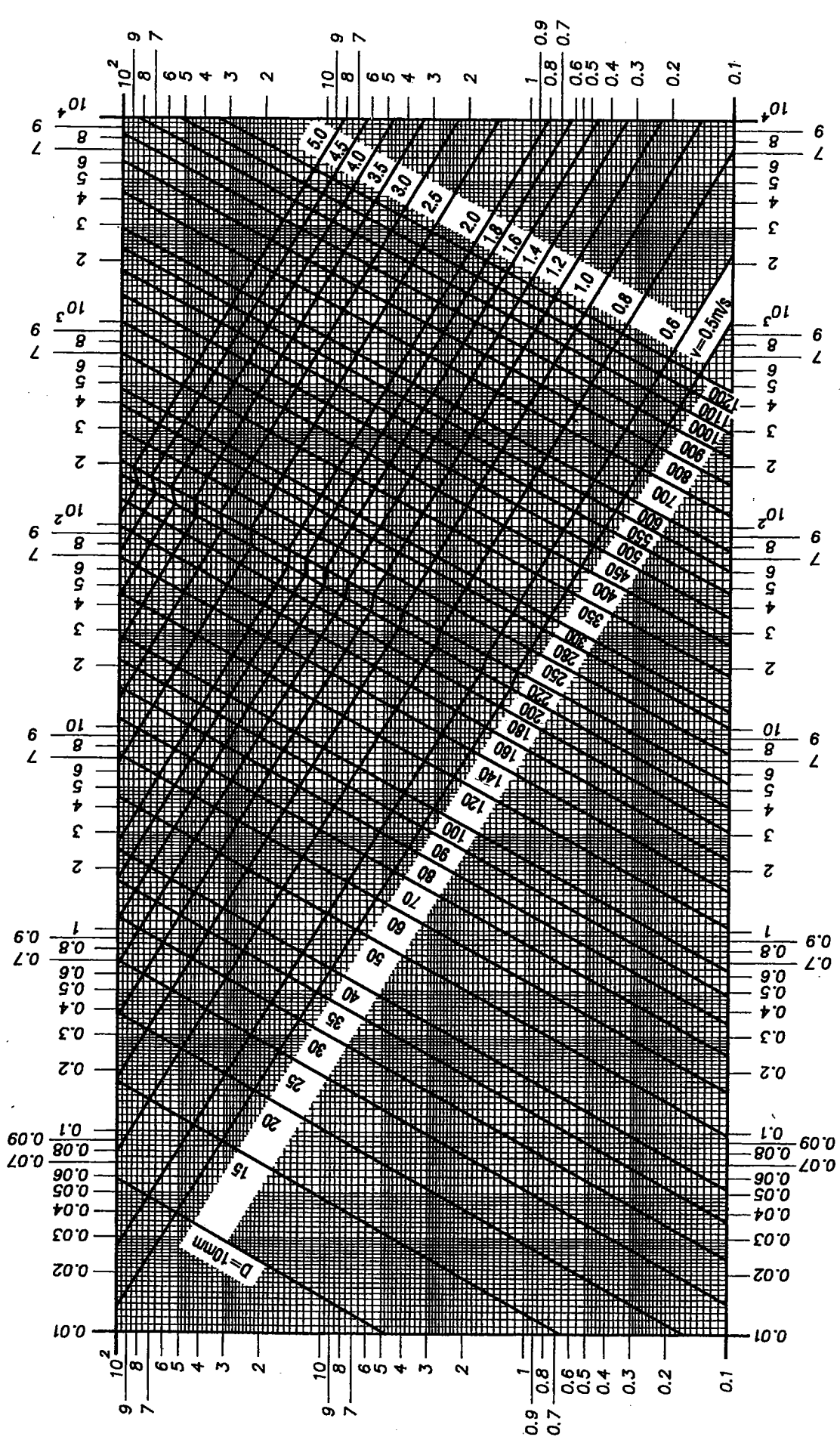
$$J = 5,2 \mu/\chi\lambda\mu$$

Παρατηρείται ότι με την χρησιμοποίηση του νομογραφήματος απωλειών πίεσης που παρατίθεται στην επόμενη σελίδα αυτής της Μελέτης, σύμφωνα με όσα δίδονται στα έντυπα προδιαγραφών για σωλήνες PE διαφόρων εργοστασίων, βρίσκονται κατά προσέγγιση οι ίδιες απώλειες σε $\mu/\chi\lambda\mu$ για τους αντίστοιχους σωλήνες, όπως υπολογίστηκαν αναλυτικά.

1.4.5 Εάν για την έρευση του συντελεστή λ εφαρμοσθεί η εξίσωση Karman - Prandtl βρίσκεται:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 2 \log_{10} (425719 \cdot \sqrt{\lambda}) - 0,8$$

ΝΟΜΟΓΡΑΦΗΜΑ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΠΙΕΣΕΩΣ
ΣΩΛΗΝΩΝ ΡΕ



Απόλες Πίεσης σε m ανά 1000 m

D =Εσωτερική Διάμετρος
 $K=0.01mm$ έως και 200mm
 $K=0.05mm$ > 200mm

Παροχή (l/s)

$$\eta \quad \frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 2(\log_{10} 425719 + \log_{10} \sqrt{\lambda}) - 0,8$$

$$\eta \quad \frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 11,26 + 2\log_{10} \sqrt{\lambda} - 0,8$$

Η εξίσωση επαληθεύεται με $\lambda = 0,01350$

4.2.6 Η εξίσωση του Blasius δίδει:

$$\lambda = \frac{0,3164}{\text{Re}^{0,25}} = \frac{0,3164}{425.719^{0,25}}$$

και: $\lambda = 0,01238$

4.2.7 Η εξίσωση Nikuradse δίδει:

$$\lambda = \frac{0,221}{425.719^{0,237}} + 0,0032$$

και: $\lambda = 0,01344$

1.4.6. Παρατηρούμε ότι μεγαλύτερος συντελεστής φορτίου (συντελεστής αντίστασης λ) εξάγεται από τον τύπο των Prandtl - Colebrook. Για μεγαλύτερη ασφάλεια, στο τεύχος υπολογισμών λαμβάνεται ο συντελεστής (λ) σύμφωνα με τον αναφερόμενο τύπο.

1.5. Εκλογή του ωθητικού αγωγού

1.5.1. Στην επόμενη σελίδα παρατίθεται πίνακας υπολογισμού της ταχύτητας ροής και των γραμμικών απωλειών διαφόρων αγωγών που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν ως ωθητικοί στο συγκεκριμένο έργο του τελικού απαγωγού προς την θάλασσα.

1.5.2. Όπως αναφέρθηκε, χρησιμοποιείται ο τύπος υπολογισμού για τον συντελεστή λ του Prandtl – Colebrook.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΚΛΟΓΗΣ ΩΘΗΤΙΚΟΥ ΑΓΩΓΟΥ

| Όνομαστική Διάμετρος Αγωγού | Εσωτερική Διάμετρος Αγωγού | Παροχή | Ταχύτητα | Αριθμός Reynolds | Συντελεστής απόλυτης τραχύτητας Κ | λ | Κλίση J | Μήκος αγωγού | Γραμμικές Απώλειες |
|--|----------------------------|----------------------|-------------|------------------|-----------------------------------|--------------|---------------|--------------|--------------------|
| (χλστ) | (χλστ) | (μ ³ /δλ) | (μ/δλ) | (Αδιάστατος) | (χλστ) | (Αδιάστατος) | (μ/μ) | (μ) | (μ) |
| Για αγωγούς Ρ. Ε., πίεσης 12,5 ατμ. τρίτης γενιάς | | | | | | | | | |
| 40 ετία | | | | | | | | | |
| 280 | 238,80 | 0,10200 | 2,28 | 539073 | 0,050 | 0,0154199 | 0,0171 | 6580 | 112,28 |
| 315 | 268,60 | 0,10200 | 1,80 | 478693 | 0,050 | 0,0153680 | 0,0094 | 6580 | 62,16 |
| 355 | 302,80 | 0,10200 | 1,42 | 425719 | 0,050 | 0,0153530 | 0,0052 | 6580 | 34,11 |
| 400 | 341,20 | 0,10200 | 1,12 | 378360 | 0,050 | 0,0153850 | 0,0029 | 6580 | 18,81 |
| 20 ετία | | | | | | | | | |
| 280 | 238,80 | 0,08700 | 1,94 | 458685 | 0,050 | 0,0156370 | 0,0126 | 6580 | 82,84 |
| 315 | 268,60 | 0,08700 | 1,54 | 409549 | 0,050 | 0,0156040 | 0,0070 | 6580 | 45,91 |
| 355 | 302,80 | 0,08700 | 1,21 | 362760 | 0,050 | 0,0156240 | 0,0038 | 6580 | 25,25 |
| 400 | 341,20 | 0,08700 | 0,95 | 320931 | 0,050 | 0,0156940 | 0,0021 | 6580 | 13,96 |

1.5.3. Οι υπολογισμοί αφορούν την σαρανταετία με παροχή 102λιτ/δλ. Για καλύτερη λειτουργία του αγωγού γίνεται έλεγχος και για την εικοσαετία με παροχή 87 λιτ/δλ.

1.5.4. Τελικά εκλέγεται ο αγωγός Φ355χλστ., 12,5ατμ. ο οποίος δίδει καλές ταχύτητες και στην εικοσαετία, κυρίως όμως επειδή οι απώλειες είναι στα όρια που μπορεί να εξευρεθούν κατάλληλα αντλητικά συγκροτήματα χωρίς ενδιάμεσο αντλιοστάσιο και χωρίς απαίτηση τοποθέτησης επιπρόσθετων μηχανημάτων στο αντλιοστάσιο των Ε.Ε.Λ.

1.5.5. Ο αγωγός Φ315χλστ. θα μπορούσε να ικανοποιήσει τις απαιτήσεις της εικοσαετίας όχι όμως και της σαρανταετίας χωρίς ενδιάμεσο αντλιοστάσιο για το οποίο θα υπήρχανε και πολλές τυχόν αντιδράσεις από τους κατοίκους στην συγκεκριμένη διαδρομή.

1.5.6. Αγωγός σημαντικά μεγαλύτερης διαμέτρου π.χ. ο Φ400χλστ. παρά τις μικρές απώλειές του δεν συνίσταται εξαιτίας διαφοράς αρχικών δαπανών και μικρότερων ταχυτήτων που μπορεί να επηρεάσουν τον αυτοκαθαρισμό.

1.6. Αντιπληγματικές διατάξεις

1.6.1. Για τον υπολογισμό των υδραυλικών πληγματικών διαταραχών (υπερπιέσεων και υποπιέσεων) που ασκούνται σε περίπτωση απότομης διακοπής της παροχής, απαιτείται αρχικά η εξεύρεση της ταχύτητας διάδοσης (ωκότητας) του κύματος.

1.6.2. Για την ωκότητα ισχύει γενικά ο ακόλουθος τύπος:

$$\alpha = \sqrt{\frac{G}{\gamma} \cdot \frac{1}{\left(\frac{1}{\varepsilon} + \frac{D}{\delta \cdot E} \cdot c\right)}} \quad (\mu/\delta\lambda)$$

Όπου:

- γ ειδικό βάρος λυμάτων λαμβάνεται @ 1000 Kp/m³
- G επιτάχυνση της βαρύτητας = 9,81 m/sec²
- ϵ μέτρο ελαστικότητας λυμάτων = 2,08*10⁸ Kp/m²
- D εσωτερική διάμετρο αγωγού (σε μέτρα) = 0,3028
- δ πάχος τοιχώματος αγωγού (σε μέτρα) = 0,0261
- E μέτρο ελαστικότητας υλικού σωλήνα HDPE = 0,8 * 10⁸ Kp/m²
- c συντελεστής που αναφέρεται στην ικανότητα του αγωγού για αξονική παραμόρφωση, και για την περίπτωση που ο αγωγός είναι πακτωμένος κατά την έννοια του μήκους του παίρνει την τιμή $c = 1,25-\mu$ (όπου $\mu = 0,4$ ο λόγος Poisson) είναι: $c = 0,85$

Εξάγεται:

$$\alpha = \frac{1428}{\sqrt{1 + 2,21 + \frac{D}{\delta}}} \quad \text{και} \quad \alpha = 277(\mu/\delta\lambda)$$

1.6.3. Οι μέγιστες διαταραχές εμφανίζονται όταν ο χρόνος διαταραχής της ροής είναι ίσος ή μικρότερος από $2L/\alpha$, όπου L το μήκος του αγωγού.

Στην παραπάνω περίπτωση η μέγιστη διαταραχή δίδεται από τον τύπο:

$$\Delta P = \frac{\alpha \times V}{G}$$

Η διαταραχή αυτή προστίθεται αλγεβρικά στην επικρατούσα πίεση (μανομετρικό H) στον αγωγό κατά την κανονική λειτουργία, και έτσι προκύπτουν οι μέγιστες (φάση υπερπίεσης) και ελάχιστες (φάση υποπίεσης) πιέσεις στον αγωγό:

$$P_{\text{μεγ,ελαχ}} = H \pm \Delta P$$

Εάν η μέγιστη πίεση $P_{μεγ}$ κατά την φάση της υπερπίεσης υπερβεί την αντοχή του αγωγού έχουμε θραύση του αγωγού. Για την αποφυγή τέτοιου προβλήματος τοποθετούνται αντιπληγματικές βαλβίδες όπου απαιτείται.

Εάν η ελάχιστη πίεση πάρει τιμές κάτω από την πίεση βρασμού των λυμάτων (γεγονός που είναι ιδιαίτερα πιθανό σε σημεία με χαμηλό μανομετρικό λειτουργίας) έχουμε εμφάνιση του φαινομένου της σπηλαίωσης που οδηγεί σε ανεξέλεγκτες διακυμάνσεις της πίεσης. Από την εμφάνιση του φαινομένου αυτού προστατεύουν τον αγωγό οι εξαεριστήρες διπλής ενέργειας που βρίσκονται τοποθετημένοι κατά μήκος του.

Ασφαλώς την αποτελεσματικότερη προστασία προσφέρουν στον αγωγό οι αντιπληγματικές βαλβίδες διπλής ενέργειας που οδηγούνται από πιλότους ευαίσθητους σε υπερπίεση και σε υποπίεση. Οι βαλβίδες όμως αυτές λόγω της λεπτής κατασκευής των πιλότων δεν υπάρχουν διαθέσιμες για λύματα.

Στο σημείο αυτό πρέπει να διευκρινισθεί ότι όπως προκύπτει από την διερεύνηση των μαθηματικών σχέσεων που περιγράφουν το φαινόμενο του υδραυλικού πλήγματος, η μέγιστη πίεση $P_{μεγ}$ εμφανίζεται όταν η διαταραχή της ροής (απότομο κλείσιμο δικλείδας) παρουσιασθεί στο τέρμα του αγωγού. Στην περίπτωση αυτή, η στήλη ύδατος διατηρώντας την κινητική της ενέργεια προσκρούει πάνω στην κλειστή βάννα, οπότε και έχουμε πρώτα ανάπτυξη της υπερπίεσης ΔP . Η υπερπίεση αυτή μεταδίδεται ως κρουστικό κύμα στον αγωγό και προκαλεί την διακύμανση των πιέσεων κατά $\pm \Delta P$. Στην περίπτωση όμως που η διαταραχή δημιουργείται στη αρχή του αγωγού (απότομο κλείσιμο δικλείδας ή διακοπή λειτουργίας των αντλιών), έχουμε πρώτα διαχωρισμό της ροής και ανάπτυξη υποπίεσης ΔP η οποία λόγω του εμφανιζόμενου φαινομένου της σπηλαίωσης δεν μπορεί να ξεπεράσει παρά ελάχιστα την τιμή του μανομετρικού λειτουργίας ($\Delta P @ H$ και συνεπώς $P_{ελαχ} @$). Το κρουστικό κύμα που δημιουργείται προκαλεί την διακύμανση των πιέσεων και πάλι κατά $\pm \Delta P$, στην περίπτωση αυτή όμως η μέγιστη πίεση δεν μπορεί να υπερβεί το διπλάσιο του μανομετρικού λειτουργίας ($P_{μεγ} = H + \Delta P @ 2 * H$).

1.6.4. Στα επόμενα παρατίθενται οι αναλυτικοί υπολογισμοί για την επιλογή των κατάλληλων αντιπληγματικών διατάξεων για προστασία από υπερπίεσεις.

Πρέπει να τονισθεί βέβαια ότι επειδή υπάρχουν κατασκευαστικές διαφορές μεταξύ των αντιπληγματικών βαλβίδων που διατίθενται στο εμπόριο, είναι φυσικό να υπάρχουν αποκλίσεις μεταξύ τους ως προς τα μεγέθη που προσδιορίζουν την λειτουργία τους. Επειδή όμως όλες οι βαλβίδες ακαριαίας εκτόνωσης στηρίζονται στην ίδια αρχή λειτουργίας, χρησιμοποιούνται στα επόμενα σχέσεις της Ρευστομηχανικής που έχουν ασφαλώς γενική εφαρμογή. Όπου είναι απαραίτητο επιλέγονται τιμές μεγεθών που βρίσκονται μέσα στα όρια που δίνονται από τους περισσότερους κατασκευαστές.

1.6.5. Τα μεγέθη που προσδιορίζουν κάθε αντιπληγματική βαλβίδα είναι η μέγιστη πίεση στεγανότητας $P_{στμ}$, η μέγιστη παροχή που εκκενώνει $Q_{μ}$, η υπερπίεση λειτουργίας για την εκκένωση αυτής της παροχής $\Delta H_{μ}$.

Τα μεγέθη του δικτύου που χρησιμοποιούνται στους υπολογισμούς είναι η παροχή του αγωγού Q , το μέγιστο μανομετρικό που επικρατεί στο δίκτυο υπό συνθήκες κανονικής λειτουργίας H και η μέγιστη υπερπίεση ΔH για την εκκένωση της παροχής Q μέσα από την βαλβίδα.

Η πίεση στεγανότητας $P_{στ}$ της βαλβίδας επιλέγεται κατά περίπου 5 μ. μεγαλύτερη από την μέγιστη πίεση ομαλής λειτουργίας που επικρατεί στο σημείο τοποθέτησης:

$$P_{στ} \geq H + 5 \quad (1)$$

Κάθε τύπος βαλβίδας μπορεί να ρυθμισθεί για πίεση στεγανότητας $P_{στ}$ εντός των ορίων :

$$P_1 < P_{στ} < P_{στμ} \quad (2) \quad \text{όπου}$$

- $P_{στμ}$ = Μέγιστη πίεση στεγανότητας (δίνεται από πίνακες κατασκευαστών)
- P_1 = Μέγιστη πίεση στεγανότητας αμέσως μικρότερου τύπου

Η βαλβίδα θα πρέπει να έχει διάσταση ικανή ώστε να εκκενώσει όλη η παροχή του αγωγού. Δηλαδή:

$$Q_{\mu}=Q \quad (3)$$

Από την ρευστομηχανική είναι γνωστό ότι για εκκροή μέσα από κυκλικό στόμιο το οποίο βρίσκεται σε προσέγγιση με δίσκο άπειρων διαστάσεων, η διερχόμενη παροχή είναι ανάλογη με την τετραγωνική ρίζα της ασκούμενης πίεσης.

Για την περίπτωση λοιπόν όπου έχουμε εκκροή της μέγιστης ποσότητας Q_{μ} , ενώ η βαλβίδα είναι ρυθμισμένη στο άνω όριο της πίεσης στεγανότητας $P_{στ\mu}$:

$$Q_{\mu}=K^* \sqrt{(P_{στ\mu} + \Delta H_{\mu})} \quad (4)$$

(όπου η σταθερά K είναι χαρακτηριστική κάθε τύπου βαλβίδας)

Για την περίπτωση όπου έχουμε εκκροή της μέγιστης δυνατής παροχής Q' για ρύθμιση της βαλβίδας σε μια ενδιάμεση τιμή της πίεσης στεγανότητας $P_{στ}$:

$$Q'=K^* \sqrt{(P_{στ} + \Delta H_{\mu})} \quad (5)$$

Διαιρώντας τις ανωτέρω σχέσεις (4) και (5) κατά μέλη, προκύπτει για την παροχή Q' :

$$Q' = Q_{\mu} * \frac{\sqrt{(P_{στ} + \Delta H_{\mu})}}{\sqrt{(P_{στ\mu} + \Delta H_{\mu})}} \quad (6)$$

Δηλαδή για ρύθμιση της βαλβίδας σε μία ενδιάμεση τιμή της πίεσης στεγανότητας $P_{στ}$ η εκκροή της παροχής Q' προκαλεί υπερπίεση ΔH_{μ} .

Όταν για δεδομένη ρύθμιση της πίεσης στεγανότητας $P_{στ}$, η επιθυμητή παροχή Q είναι μικρότερη από την Q' , γίνεται η υπόθεση ότι οι δημιουργούμενες υπερπίεσεις είναι ευθέως ανάλογες με τις παροχές:

$$\Delta H = \Delta H_{\mu} * (Q/Q') \quad (7)$$

Από τις σχέσεις (1), (2), (3), (6) και (7) γίνεται η επιλογή και ο έλεγχος καταλληλότητας της αντιπληγματικής βαλβίδας.

1.6.6. Σύμφωνα με τα παραπάνω έχουμε (κάνοντας την υπόθεση ότι σε οριζόντα 40ετίας, με τις αντλίες που τότε θα εγκατασταθούν, οι απώλειες ροής θα είναι περίπου διπλάσιες από τις 20ετίας):

| ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΕΡΓΟΥ | 20ετία | 40ετία |
|---|------------|--------|
| Εσωτερική Διάμετρος/Πάχος (χλστ.) | 302,8/26,1 | |
| Μήκος αγωγού L (μ) | 6580 | |
| Ωκύτητα α (μ/δλ) | 277 | |
| 2L/α (δλ) | 47,5 | |
| Ταχύτητα ροής (μ/δλ) | 1,21 | 1,42 |
| $\Delta P = \alpha * V/g$ | 34 | 40 |
| Μανομετρικό H (μ) | 28 | 38 |
| Μέγιστη Πίεση $P_{\mu\epsilon\gamma}$ (μ) | 62 | 78 |
| Ελάχιστη Πίεση $P_{\epsilon\lambda}$ (μ) | - 6 | - 2 |

1.6.7. Συνεπώς όταν η αιτία της διαταραχής (άνοιγμα ή κλείσιμο βάννας, θραύση αγωγού, διακοπή ρεύματος) έχει μικρότερη διάρκεια από 47,5δλ., εμφανίζονται διαταραχές της πίεσης, για τις οποίες:

- Τις μέγιστες αναπτυσσόμενες πιέσεις είναι ικανός ο αγωγός που έχει εκλεγεί αντοχής 12,5 ατμ. να τις παραλάβει χωρίς πρόβλημα σε οριζόντα 20ετίας και 40ετίας. Την αντοχή για την 40ετία μπορούμε να αποδεχθούμε, διότι η διαμόρφωση του δικτύου χωρίς δικλείδες στο άκρο του αγωγού καθιστά εξαιρετικά απίθανη την εμφάνιση των ανωτέρω υπολογιζόμενων πιέσεων $P_{\mu\epsilon\gamma}$ (όπου εκτιμάται ότι η μέγιστη πίεση που είναι πιθανόν να εμφανιστεί από διακοπή λειτουργίας των αντλιών μπορεί να φθάσει μέχρι $P_{\mu\epsilon\gamma} = 2 * H = 76 \mu.$)
- Οι ελάχιστες πιέσεις οι οποίες μπορεί να οδηγήσουν σε σπηλαιώση, αντιμετωπίζονται με την εγκατάσταση στον αγωγό εξαεριστήρων διπλής

ενέργειας, ώστε κατά την φάση της υποπίεσης να έχουμε αναρρόφηση αέρα και συνεπώς να μην δημιουργούνται αρνητικές πιέσεις.

1.6.8. Σημειώνεται ότι περισσότερα για αντιπληγματικές διατάξεις θα υπολογιστούν και κατά την μελέτη του αντλιοστασίου στις Ε.Ε.Λ. το οποίο κτιριακά ταυτίζεται με το τελικό αντλιοστάσιο των δικτύων Φρυνίου – Καλιγωνίου – Απόλπαινας – Τσουκαλάδων. Στην αναφερόμενη μελέτη θα προταθούν τυχόν απαιτούμενες συσκευές μέσα ή γειτονικά στο αντλιοστάσιο.

2. ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΔΙΑΧΥΤΗΡΑ

2.1. Εισαγωγικά στοιχεία

2.1.1. Τα λύματα αποχετεύονται με υποβρύχιο αγωγό στη θάλασσα σε βάθος περίπου 25 μέτρα. Το μήκος του αγωγού από την παραλία ως την αρχή του διαχυτήρα $L = 650$ μέτρα.

2.1.2. Ως παροχή λυμάτων μπορούμε να πάρουμε την μέση τιμή $Q = 102$ λιτ/δλ. Έχει εκλεγεί αγωγός HDPE $\Phi 355$ χλστ. πίεσης 12,5 ατμ.

2.1.3. Όταν διατίθενται λύματα στη θάλασσα για υποβρύχιο αγωγό ο συνολικός βαθμός αραίωσής τους εξαρτάται από το γινόμενο τριών επί μέρους αραιώσεων που είναι:

- Αρχική αραίωση που παριστάνεται με το σύμβολο (D1). Η αραίωση αυτή αρχίζει από κάποια έξοδο ανυψωτήρα (ακροφύσιο) και φθάνει σχεδόν στα 4/5 του ύψους προς την επιφάνεια της θάλασσας. Η αραίωση μεγαλώνει με το βάθος διάχυσης και το πλήθος των σωλήνων εξόδου. Μπορεί να πάρει σημαντικές τιμές ακόμα και 100 έως 300 φορές.
- Με την επίδραση των θαλάσσιων ρευμάτων γίνεται μια δεύτερη αραίωση. Εξαιτίας της διασποράς στην οποία οφείλεται αυτή, δηλαδή μεταφορά των αραιωμένων λυμάτων από την περιοχή διάχυσης προς την γύρω περιοχή, ονομάζεται απλά "διασπορά" και συμβολίζεται ως (D2). Η διασπορά δίδει αραίωση 2 έως 10 φορές επιπρόσθετα της αρχικής.
- Τρίτη φάση αραίωσης (D3) μπορεί να θεωρηθεί η αποσύνθεση των λυμάτων. Εξαιτίας της αραίωσης αυτής ελαττούται το μικροβιακό φορτίο μέχρι και 100 φορές.

2.2. Αρχική αραίωση

2.2.1. Από όσα έχουν εκτεθεί πιο πάνω, σημαντικό παράγοντας για τη διάθεση στη θάλασσα αποτελεί η αρχική αραίωση. Για την αραίωση αυτή που εξαρτάται

κυρίως από τα έργα του υποβρύχιου αγωγού και του διαχυτήρα που θα κατασκευαστούν, γίνονται ορισμένοι υπολογισμοί.

2.2.2. Τα λύματα που εξέρχονται στη θάλασσα από ένα σωληνωτό στόμιο οριζόντιο ή με κλίση, (στην περίπτωση μας με γωνία $\theta = 45^\circ$) έχουν αρχική συγκέντρωση που στο τέλος της ζώνης αποκατάστασης γίνεται: $C = \frac{C_o}{1,15}$.

Όπου: C_o = Αρχική συγκέντρωση στην έξοδο

C = Συγκέντρωση στο τέλος της ζώνης αποκατάστασης

2.2.3. Σε κάποιο σημείο M που απέχει κατά το ύψος απόσταση Ψ_M από το σημείο εξόδου λαμβάνεται η αντίστοιχη συγκέντρωση C_M , στον άξονα της δέσμης.

2.2.4. Από το διάγραμμα της επόμενης σελίδας βρίσκεται μία τιμή K , (συντελεστής αραίωσης) που είναι:

$$K = \frac{C_o}{1,15 * C_M}$$

Για τον προσδιορισμό της τιμής K λαμβάνεται από το διάγραμμα ο αριθμός FROUDE με σύμβολο F και η σχέση $\Lambda = 0,232 * \Psi / \delta$.

$$F = \frac{V_o}{\sqrt{\frac{(DS)}{S} * G * d}}$$

Όπου: F = Ο αριθμός FROUDE

V_o = Η ταχύτητα εξόδου (εκτόξευσης) των αποβλήτων (σε $\mu/\delta\lambda$)

S = Η πυκνότητα του νερού της θάλασσας (είναι 1010 έως 1030 $\chi\gamma\rho/\mu^3$)

ΔS = Η διαφορά μεταξύ των πυκνοτήτων του νερού τη θάλασσας και των αποβλήτων που είναι 990 έως 1000 $\chi\gamma\rho/\mu^3$. Για τις Μεσογειακές συνθήκες λαμβάνεται τιμή $\Delta S @29 \chi\gamma\rho/\mu^3$.

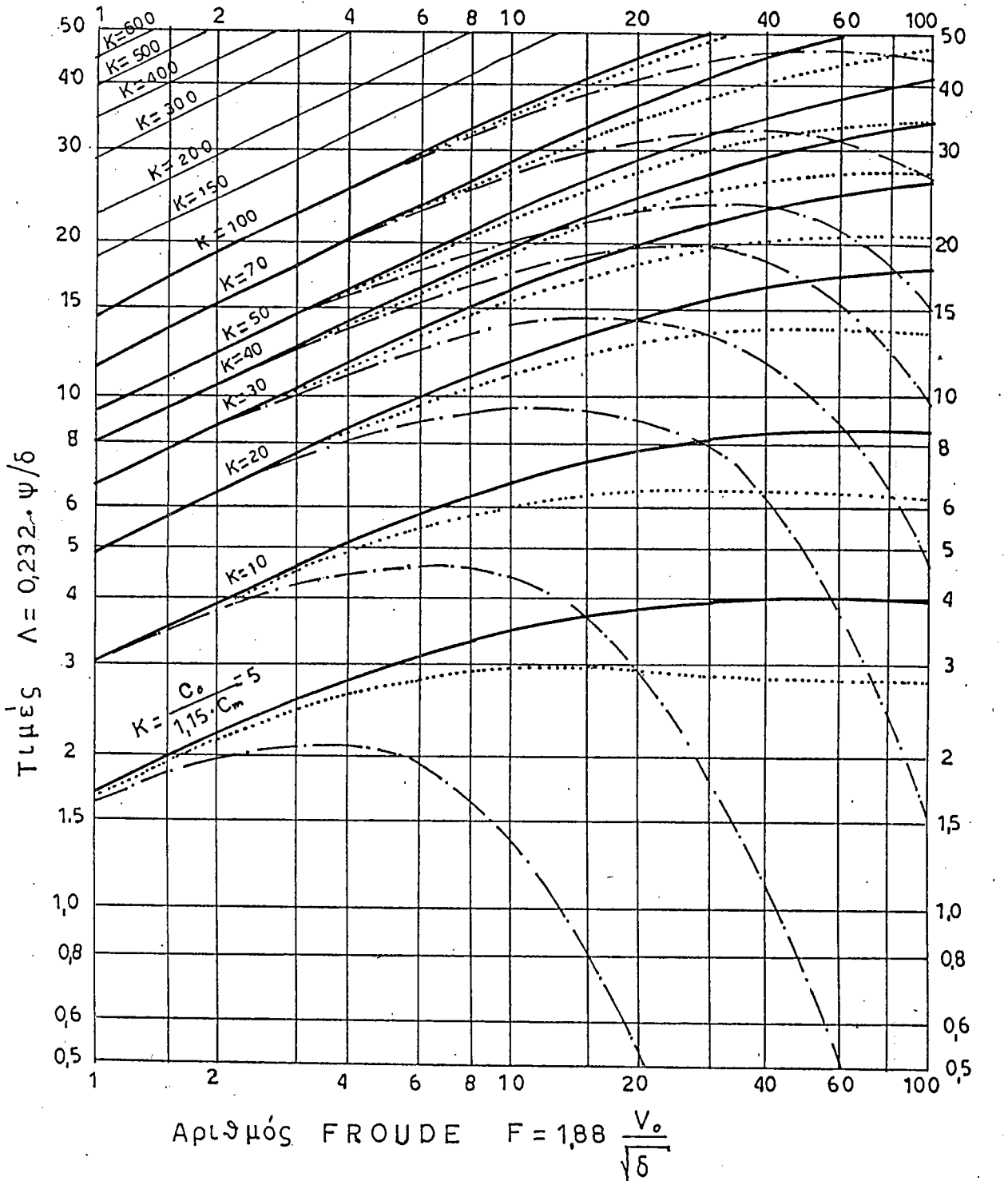
δ = Η διάμετρος του στομίου εξόδου

Ψ = Το ύψος της τελικής αραίωσης

G = Η επιτάχυνση της βαρύτητας ($9,81 \mu/\delta\lambda^2$)

ΕΥΡΕΣΗ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΑΡΧΙΚΗΣ ΑΡΑΙΩΣΗΣ Κ

(Αραίωση ελαφρότερης κυλινδρικής δέσμης σε ομοιόμορφο υγρό)



Πηγή: Από Επεξεργασία και διάθεση αποβλήτων
 (Γρ. Μαρκαντωνάτου 1986)

Βρίσκεται:

$$F = \frac{V_0}{\sqrt{\frac{29}{1010} * 9,81 * \delta}} = 1,88 * \frac{V_0}{\sqrt{\delta}}$$

Για την κατακόρυφη απόσταση Ψ_M του σημείου M από την έξοδο των αποβλήτων χρησιμοποιείται η σχέση:

$$\frac{Y_M}{d} = \frac{\Psi}{\delta} + 6,2 * \eta \mu \theta^\circ$$

2.2.5. Όταν η δέσμη που διαχέεται πλησιάσει στην επιφάνεια της θάλασσας κάμπτεται περιφερειακά κατά 90° και διασκορπίζεται. Το πάχος του επιφανειακού στρώματος που σχηματίζεται βρίσκεται με τη σχέση:

$$\delta_{\pi} = \frac{H}{5}$$

Όπου: δ_{π} = το επιφανειακό πάχος

H = η απόσταση μεταξύ του στομίου εκροής και της επιφάνειας της θάλασσας.

Σημείωση: Βλέπετε το σχεδιάγραμμα της επόμενης σελίδας

Βρίσκεται: $\delta_{\pi} = \frac{24}{5} = 4,80\mu$.

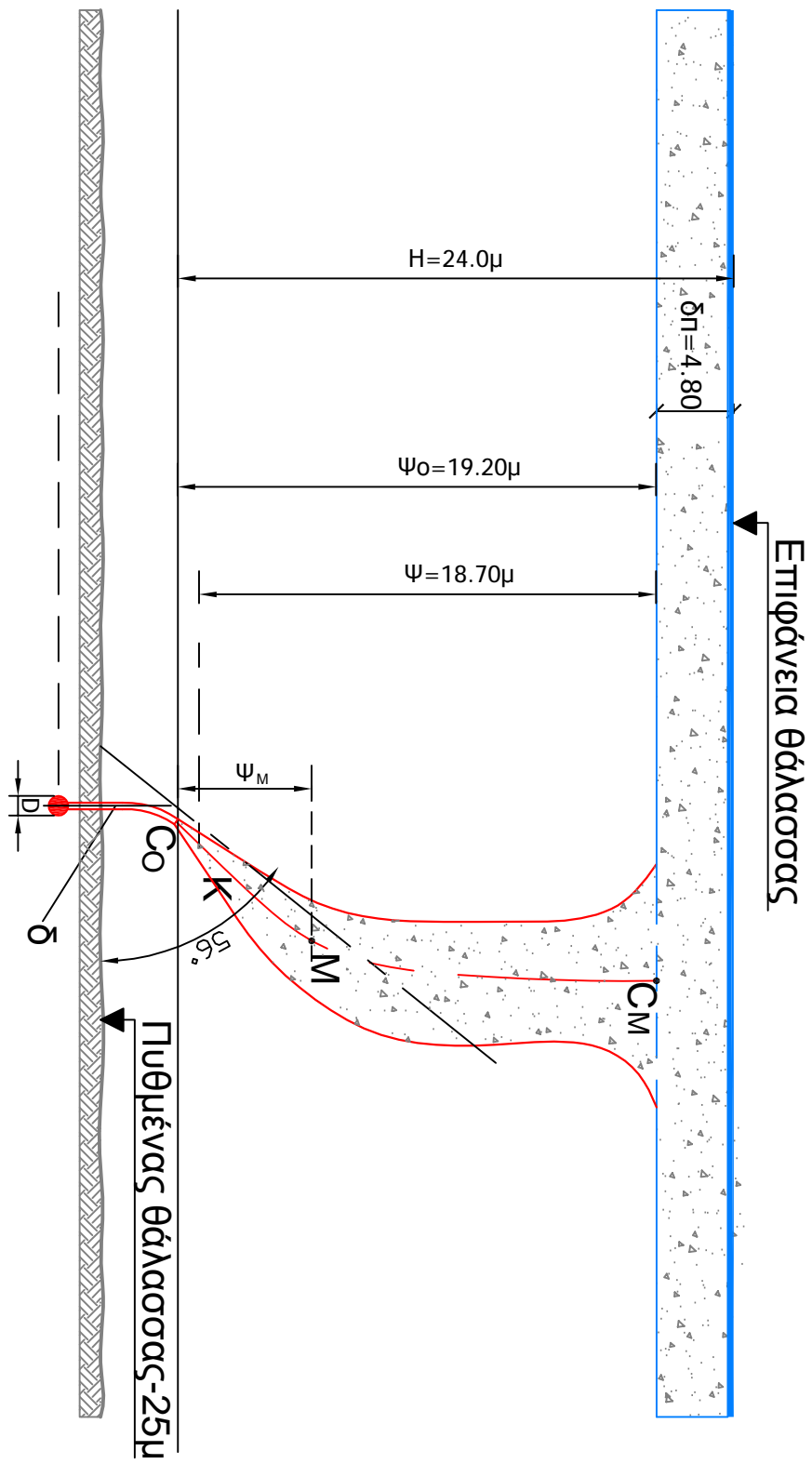
Κατά συνέπεια το ύψος του κώνου θα είναι: $\Psi_0 = H - \delta_{\pi} = 24,0 - 4,80 = 19,20\mu$.

2.2.6. Το ύψος της τελικής αραίωσης για γωνία εξακόντισης 45° , θα είναι:

$$\Psi = \Psi_0 - 6,2 * \delta * \eta \mu 45^\circ$$

Με εκλογή ανυψωτήρων σωλήνων $\Phi 140\text{χλστ}/114,6\text{χλστ.}$, πίεσης 16 ατμοσφαιρών. (για λόγους μηχανικής αντοχής), έχουμε:

$$\Psi = 19,20 - 6,2 * 0,1146 * 0,707 = 18,70\mu.$$



2.2.7. Αν δεχθούμε μια αρχική επιθυμητή αραίωση ίση με $D1 = 120$, ικανοποιητική για τις συνθήκες της περιοχής, βρίσκεται με τιμή C_M με την τελική αραίωση ο συντελεστής K .

$$K = \frac{C_o}{1,15 * C_M} = \frac{(D1)}{1,15} = \frac{120}{1,15} @ 04$$

Η τιμή της παραγράφου 2.2.4. ίση με $\Lambda = 0,232 * \frac{\Psi}{\delta}$

Βρίσκεται:

$$\Lambda = 0,232 * \frac{18,70}{0,1146} = 37,85 = 38$$

2.2.8. Από το διάγραμμα, με βάση την παραπάνω τιμή του Λ και με $K=104$ γωνίας 45° (μοιρών), βρίσκεται γραφικά αριθμός FROUDE περίπου ίσος με 11,5.

2.2.9. Η ταχύτητα εκτόξευσης θα είναι:

$$V_o = \frac{F * \sqrt{\delta}}{1,88} = \frac{1,15 * \sqrt{0,1146}}{1,88} = 2,07 \mu/\delta\lambda.$$

2.2.10. Ο απαιτούμενος αριθμός (N) των ανυψωτήρων (στομίων εκτόξευσης) βρίσκεται:

$$N = \frac{4}{\pi} * \frac{Q}{V_o * \delta^2} = 1,273 * \frac{0,102}{2,07 * 0,1146^2} = 3,75 \text{ τεμάχια}$$

Λαμβάνονται 4 τεμάχια από κάθε πλευρά.

2.2.11. Η απόσταση των θυρίδων χωρίς αλληλεπίδραση των δεσμών στην αρχική αραίωση, για την οποία έγινε παραδοχή τιμής $D1 = 120$, θα πρέπει να είναι:

$$L_o^3 \frac{\Psi_o}{4,35} \quad \text{Είναι: } L_o^3 \frac{18,7}{4,35} = 4,29 \mu.$$

Λαμβάνεται $L_o = 5$ μέτρα.

2.2.12. Το μήκος του διαχυτήρα, όπως δείχνεται στα σχέδια λαμβάνεται δύο τεμάχια των 20 μέτρων το καθένα. Τα τεμάχια θα είναι κάθετα στον υποθαλάσσιο αγωγό από τις δύο πλευρές.

2.2.13. Το πιεζομετρικό ύψος (απώλειες) για την εκτόξευση των αποβλήτων στο θαλάσσιο περιβάλλον είναι:

$$H1 = 24 \cdot \frac{(\Delta S)}{S} + \frac{V_0^2}{2 \cdot G} \quad \text{ή} \quad H1 = 24 \cdot \frac{(29)}{100} + \frac{2,07^2}{2 \cdot 9,81} = 0,91\mu.$$

2.2.14. Οι συνολικές απώλειες, δηλαδή οι παραπάνω H1 και οι τριβές στο διαχυτήρα είναι της τάξης του 1,5μ.

2.3. Επιφανειακή αραίωση

2.3.1. Η επιφανειακή αραίωση (διασπορά) με συμβολισμό (D2) μπορεί να υπολογιστεί προσεγγιστικά, με την βοήθεια και του σχήματος της επόμενης σελίδας.

2.3.2. Τα θαλάσσια ρεύματα στην περιοχή κατευθύνονται από τα δυτικά προς τα ανατολικά. Οι ταχύτητές τους είναι συνήθως, έξω από τις ακτές, μεγαλύτερες από 2 εκ/δλ. και πολλές φορές ξεπερνούν και τα 5εκ/δλ.

2.3.3. Οι ταχύτητες των επιφανειακών ρευμάτων εξαιτίας του ανέμου κυμαίνονται μεταξύ 1/30 έως 1/50 της ταχύτητάς του.

2.3.4. Η κατεύθυνση των ρευμάτων επηρεάζεται και από τις δυνάμεις CORIOLIS. Στην συγκεκριμένη περίπτωση προκαλείται απόκλιση προς τα δεξιά (δηλαδή προς την παραλία) που είναι μεγαλύτερη από 10° (μοίρες) και μπορεί να φθάσει μέχρι και 40° (μοίρες).

2.3.5. Λαμβάνονται οι ακόλουθες προσεγγιστικές παραδοχές για τους στοιχειώδεις θεωρητικούς υπολογισμούς σε σχέση και με το σχήμα που παρατίθεται. Σημειώνεται ότι για τον προσδιορισμό των ρευμάτων θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν μαθηματικά ομοιώματα, να γίνουν πρόσθετες παραδοχές, περίπλοκοι υπολογισμοί κ.λπ. με βάση συγκεκριμένες τιμές παραμέτρων που δεν

υφίστανται. Μια τέτοια έρευνα εκφεύγει από το αντικείμενο αυτής της μελέτης επειδή αφορά σε ειδική μελέτη με συγκέντρωση των στοιχείων που δεν υπάρχουν.

- Απόκλιση αγωγού προς τον βορρά 26° (μοίρες) περίπου
- Ρεύματα από δυτικά προς ανατολικά
- Εξαιτίας δυνάμεων CORIOLIS, γωνία απόκλισης προς παραλία 10° (μοίρες).
- Οριζόντια διασπορά, χωρίς κατακόρυφη διάχυση με 5° (μοίρες) προς κάθε πλευρά.
- Συνολική απόκλιση ρευμάτων από παραλία 40° (μοίρες)

Σημείωση: Δεν λαμβάνεται υπόψη το θαλάσσιο ρεύμα πάνω από τον διαχυτήρα επειδή δεν έχει εκτιμηθεί. Κατά συνέπεια τα αποτελέσματα που εξάγονται είναι συντηρητικά και οπωσδήποτε ασφαλή και παραδεκτά.

2.3.6. Στην επόμενη σελίδα δείχνεται προσεγγιστικά η εκτίμηση διασποράς με κατεύθυνση θαλάσσιων ρευμάτων από τα δυτικά προς τα ανατολικά. Στη μεθεπόμενη σελίδα αναγράφεται το ενεργό μήκος του διαχυτήρα για κατεύθυνση ρευμάτων προς την ξηρά στην περίπτωση απόκλισης τους κατά 10° και 40° (μοίρες).

$$\text{Η διασπορά } D2 \text{ είναι } \frac{C'}{C} = \frac{B'}{B} = \frac{B + 2 * L * \epsilon\phi 5^{\circ}}{B}$$

$$\text{Και τελικά: } D2 = 1 + 0,175 * \frac{L}{B}$$

Γενικά χρησιμοποιείται ο εμπειρικός τύπος του Fischer ο οποίος είναι:

$$D2 = 1 + 0,15 * \frac{L}{B}$$

Όπου: D2 = Ο βαθμός επιφανειακής αραίωσης (διασπορά σε απόσταση L)

C = Συγκέντρωση αποβλήτων ύστερα από την αρχική αραίωση (D1)

Cφ= Συγκέντρωση ύστερα από την οριζόντια διασπορά

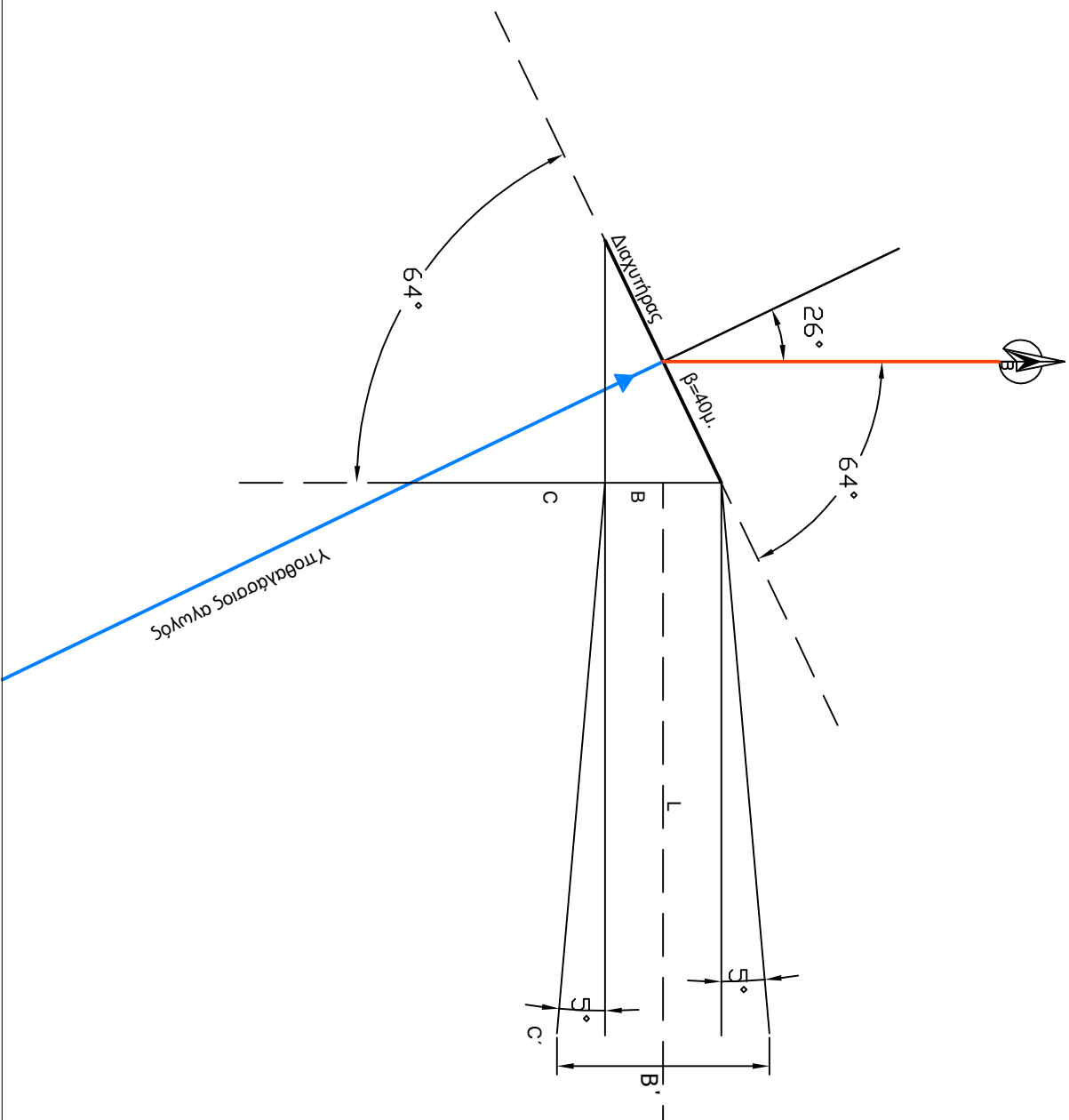
β = Το μήκος του διαχυτήρα = 40 μέτρα

B = Το ενεργό μήκος του διαχυτήρα = β*συνγ

L = Το μήκος της επιφανειακής αραίωσης

ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΔΙΑΣΤΟΡΑΣ

(Για θαλάσσια πεύματα από δυτικά προς ανατολικά)



$$\text{Διαστορά: } D2 = \frac{C'}{C} = \frac{B'}{B} = \frac{B + 2^{\circ} L * \epsilon \rho 5^{\circ}}{B}$$

$$\text{Και: } D2 = 1 + 0,175 * \frac{L}{B}$$

Ο εμπειρικός τύπος του Fischer δίνει:

$$D2 = 1 + 0,15 * \frac{L}{B}$$

Είναι:

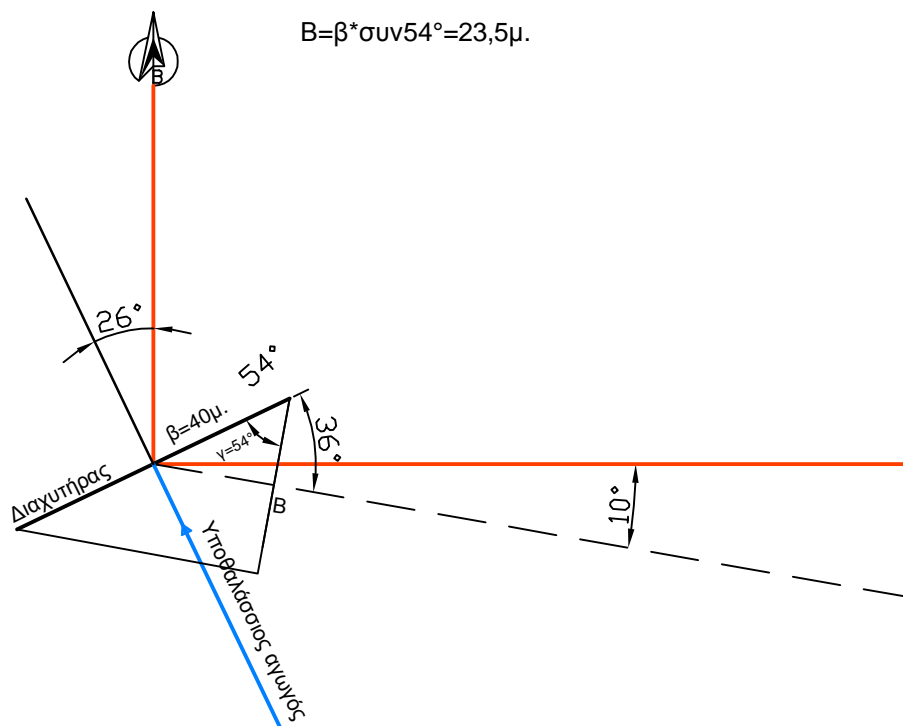
$$B = \beta \sigma \nu 64^{\circ} = 17,5 \mu.$$

Και:

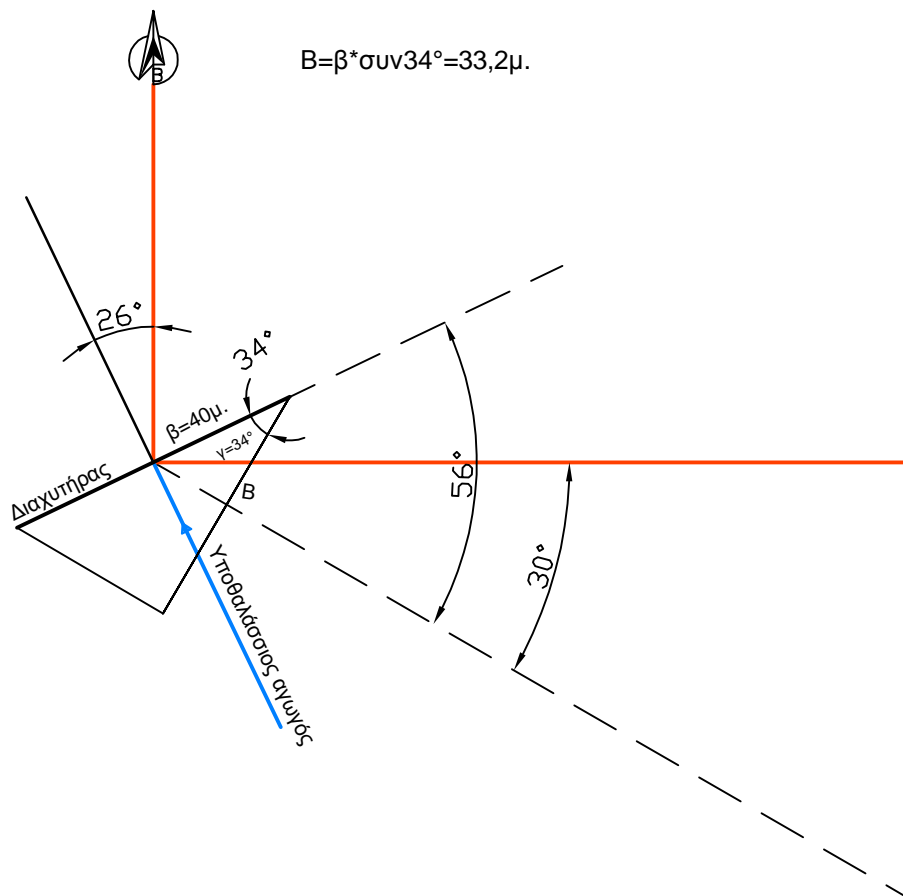
$$D2 = 1 + 8,85 * L$$

Όπου L σε χιλιόμετρα

ΑΠΟΚΛΙΣΗ ΠΡΟΣ ΠΑΡΑΛΙΑ 10° (μοίρες)



ΑΠΟΚΛΙΣΗ ΠΡΟΣ ΠΑΡΑΛΙΑ 30° (μοίρες)



2.3.7. Στην συνέχεια δίδεται πίνακας για αποκλίσεις των ρευμάτων προς τα νότια σε σχέση με κατεύθυνση δυτική – ανατολική, ανά 10° (μοίρες). Στο αντίστοιχο σχέδιο δείχνονται οι κατευθύνσεις διασποράς.

| Απόκλιση (Μοίρες) | Λαμβανόμενο Μήκος L (χλμ.) | Γωνία γ (μοίρες) | Ενεργό μήκος διαχυτήρα B=40*συνγ (μέτρα) | Διασπορά $D2=1+0,15\frac{L}{B}$ | Συνολική αραίωση $D1*D2=120*D2$ |
|-------------------|----------------------------|------------------|--|---------------------------------|---------------------------------|
| 0 | 4200 | 64 | 17,5 | 37,0 | 4.400 |
| 10 | 4000 | 54 | 23,5 | 26,5 | 3.180 |
| 20 | 2900 | 44 | 28,8 | 16,1 | 1.930 |
| 30 | 1500 | 34 | 33,2 | 7,8 | 930 |
| 40 | 450 | 24 | 36,5 | 2,8 | 330 |
| ³ 50 | 350 | 14 | 38,8 | 2,4 | 290 |

Σημ.: Οι πρώτες τρεις τιμές μέχρι απόκλιση 20° μπορεί να θεωρηθούν υπερβολικές ενώ οι λοιπές τρεις αναταποκρίνονται προς την πραγματικότητα.

2.4. Συνολική αραίωση

2.4.1. Χωρίς να ληφθεί υπόψη η αποσύνθεση των αποβλήτων (αραίωση D3) και χωρίς την συμβολή της υπόγειας διασποράς εξαιτίας θαλάσσιων ρευμάτων, με τους πιο συντηρητικούς υπολογισμούς η ολική αραίωση θα είναι οπωσδήποτε μεγαλύτερη από την τιμή.

$$D = D1*D2 = 120*D2$$

2.4.2. Σημειώνεται ότι η παραπάνω αραίωση, σε συσχετισμό με τον βαθμό καθαρισμού των λυμάτων στις αντίστοιχες εγκαταστάσεις, ικανοποιεί όλες τις απαιτήσεις που έχουν τεθεί σχετικά με την καθαρότητα της γειτονικής ακτής.

2.4.3. Στον πίνακα που αναφέρθηκε σημειώνεται ενδεικτικά και η αναφερόμενη αραίωση ίση με 120*D2. Οι τιμές που βρέθηκαν τελείως συντηρητικά είναι στην πραγματικότητα πολύ μεγαλύτερες. Τελικά, χωρίς καμία πιθανότητα λάθους, οι μέσες τιμές αραίωσης για απόκλιση ρεύματος προς την ξηρά της τάξης των 25°

(μοιρών) θα είναι περίπου 1400. Γενικά θα κυμαίνονται από 250 φορές μέχρι 4000 φορές. Η τελευταία τιμή είναι θεωρητική. Η διασπορά θα γίνει μεταξύ 20° και 30° και η αραίωση θα υπερβαίνει οπωσδήποτε την τιμή 1000, δηλαδή τα επεξεργασμένα λύματα θα αραιωθούν στο Ιόνιο χίλιες και περισσότερο φορές.

2.4.4. Αν ληφθεί υπόψη η συνολική αραίωση των μικροβίων, πέραν της προηγούμενης αραίωσης των λυμάτων $D1 \cdot D2 = 120 \cdot D2$ δηλαδή πέραν της αρχικής αραίωσης και διασποράς που στην δυσμενέστερη περίπτωση που κατευθύνεται η ταχύτητα του θαλάσσιου ρεύματος προς το ακρωτήριο της Γυράπετρας (απόσταση 570μ. από την εκβολή των λυμάτων) έχει υπολογιστεί για λουόμενους εξασκημένους στην κολύμβηση (βάθος νερών περισσότερο από πέντε μέτρα) σε 290 φορές για απόσταση από την παραλία 200μ. έως 220μ., τότε εντελώς θεωρητικά λαμβάνεται ο συνολικός βαθμός αραίωσης των μικροβίων με πολλαπλασιασμό επί τον παράγοντα D3 ο οποίος αναφέρεται στην αποσύνθεση και φθορά των αποβλήτων, δηλαδή στην βιομηχανική αποδόμηση των οργανικών ουσιών και στην ελάττωση του μικροβιακού πληθυσμού.

2.4.5. Ο τύπος που χρησιμοποιείται για εξεύρεση του παράγοντα D3 είναι:

$$D3 = \exp \frac{0,064 * L}{T90 * V}$$

Όπου:

- L = Το λαμβανόμενο μήκος από τον διαχυτήρα (σε μέτρα)
- T90 = Ο χρόνος που απαιτείται για την ελάττωση του αριθμού των μικροοργανισμών (συνήθως κολοβακτηρίδια) κατά 90% στο υδατικό περιβάλλον (σε ώρες)
- V = Ταχύτητα θαλάσσιου ρεύματος προς την ακτή (σε εκ/δλ)

Αν ληφθεί υπόψη ο συντελεστής φθοράς μικροβίων $T90 = 1$ ώρα, για φως ημέρας που γίνεται και η κολύμβηση και $V = 10$ εκ/δλ, στην πλέον δυσμενή περίπτωση για κρίσιμο ρεύμα προς την ακτή, τότε έχουμε:

$$D3 = \exp \frac{0,064 * 350}{1 * 10} = e^{2,24} \quad \text{και} \quad D3 = 9,4$$

Για την δυσμενέστερη περίπτωση ανέμου στην γειτονία του ακρωτηρίου Γυράπετρας η συνολική αραίωση του μικροβιολογικού φορτίου και κατά συνέπεια του πλήθους των κολοβακτηριδίων θα είναι:

$$D = 290 * 9,4 @ 2.720 \text{ φορές}$$

Η παραπάνω τιμή σημαίνει για τους λουόμενους, με βάση των 100/100ml, κατά την έξοδό τους από τις εγκαταστάσεις καθαρισμού, το ανώτατο 0,04 κολοβακτηρίδια ανά 100ml.

2.4.6. Θεωρείται σκόπιμο να δοθεί πίνακας με τα δεδομένα του αντίστοιχου της παραγράφου αρ. 2.3.7, για την συνολική αραίωση των κολοβακτηριδίων αντίστοιχα προς την απόσταση και για τον αριθμό που εναπομένουν.

| Απόκλιση (μοίρες) | Λαμβανόμενο μήκος L (μ) | Γωνία γ (μοίρες) | Αραίωση D1*D2 | Αραίωση μικροβίων D3 | Συνολική αραίωση D1*D2*D3 | Πλήθος κολοβακτηριδίων ανά 100ml |
|-------------------|-------------------------|------------------|---------------|----------------------|---------------------------|----------------------------------|
| 0 | 4.200 | 64 | 4.400 | $4,7 * 10^{11}$ | $20,7 * 10^{14}$ | 0 |
| 10 | 4.000 | 54 | 3.180 | $1,3 * 10^{11}$ | $4,1 * 10^{14}$ | 0 |
| 20 | 2.900 | 44 | 1.930 | $115 * 10^6$ | $222 * 10^9$ | 0 |
| 30 | 1.500 | 34 | 930 | 14.760 | $13,7 * 10^6$ | 0 |
| 40 | 450 | 24 | 330 | 17,8 | 5.780 | 0,02 |
| ³ 50 | 350 | 14 | 290 | 9,4 | 2.720 | 0,04 |

Σημειώνεται ότι με βάση την ΚΥΑ 46399/4352/86/(Φ.Ε.Κ. 438B/3-7-1986) το επιθυμητό όριο για ποιότητα νερών κολύμβησης φθάνει στα 100/100ml, δηλαδή 1 ανά 1ml (=1/cm³) ενώ στην δική μας δυσμενέστερη περίπτωση θα είναι 0,0004/cm³ (τα τέσσερα δεκάκις χιλιοστά του επιτρεπομένου), δηλαδή ουσιαστικά μηδενική. Φυσικά για όλες τις λοιπές περιπτώσεις για μήκος λουομένων από τον διαχυτήρα μεγαλύτερο από 500 μέτρα η τιμή του αριθμού των κολοβακτηριδίων θα είναι μηδενική.

2.5. Έρματα σκυροδέματος

2.5.1. Για την πόντιση του υποθαλάσσιου αγωγού απαιτείται να προσδεθούν σ' αυτόν έρματα (βάρη σε τύπο μπλόκ σκυροδέματος), αφού η πυκνότητα του υλικού

HDPE είναι μικρότερη από την πυκνότητα του νερού και υφίσταται η άνωση του υποθαλάσσιου αγωγού προς την επιφάνεια της θάλασσας.

2.5.2. Τα δεδομένα για τον υπολογισμό του έρματος είναι τα ακόλουθα:

| | | |
|----------------------------------|------|--------------------------|
| - Μέση πυκνότητα HDPE | = | 0,96γρμ/εκ ³ |
| - Μέση πυκνότητα θαλάσσιου νερού | = | 1,027γρμ/εκ ³ |
| - Εξωτερική διάμετρος αγωγού | D1 = | 35,5εκ. |
| - Εσωτερική διάμετρος αγωγού | D2 = | 30,28εκ. |
| - Πάχος σωλήνα αγωγού | = | 2,61εκ. |
| - Τοποθέτηση μπλόκ ανά | = | 5,00μ. |
| - Ειδικό βάρος σκυροδέματος | = | 2.400χγρ/μ ³ |

2.5.3. Υπολογίζεται το απαιτούμενο έρμα ως εξής:

- Διαφορά άνωσης: $1,027 - 0,960 = 0,067\text{γρμ/εκ}^3$
- Άνωση τμήματος HDPE μήκους 5μ.

$$\frac{\pi}{4} * (D1^2 - D2^2) * 0,067 * 500 =$$

$$\frac{\pi}{4} * (1.260,25 - 916,88) * 0,067 * 500 = 9.034 \text{ γρμ}$$

$$= 9,034\text{χγρ.}$$

- Απαιτείται έρμα βάρους στο νερό 9χγρ. ανά πέντε μέτρα για να επιπλέει ο αγωγός γεμάτος με θαλασσινό νερό
- Εάν ληφθεί υπόψη μπλόκ σκυροδέματος πάχους 8 εκ. και μήκους 25εκ. το βάρος κάθε τεμαχίου μείον την άνωσή του θα είναι:

$$B = \frac{\pi}{4} * (51,5^2 - 35,5^2) * 1,373 * 25 = 37,527\text{γρμ.} \quad @ \quad 37,5\text{χγρ.}$$

Οι παραπάνω διαστάσεις και το βάρος ικανοποιούν πλήρως τις απαιτήσεις βύθισης και στερέωσης του αγωγού στον πυθμένα.

2.5.4. Το κάθε μπλόκ σκυροδέματος (έρμα) αποτελείται από δύο ημιμπλόκ τα οποία περικλείουν τον αγωγό πολυαιθυλενίου συμμετρικά ως προς τον άξονά του. Το βάρος κάθε ημιμπλόκ θα είναι περίπου 19 χιλιόγραμμα.

2.5.5. Στα πρώτα 160 μέτρα του υποθαλάσσιου αγωγού θα τοποθετηθούν έρματα ανά 5 μέτρα στο σωλήνα. Στη συνέχεια άλλα 150 μέτρα αρκεί η τοποθέτηση ανά 7,5 μέτρα και για τα υπολειπόμενα μέτρα αρκεί απόσταση μεταξύ μπλόκ ίση προς 10 μέτρα.

2.5.6. Τα ημιμπλόκ θα φέρουν οπλισμό όπως δειχνεται στο αντίστοιχο σχέδιο και γάντζους για ανάρτηση πλωτήρα και πρόσδεση σχοινίων αγκυριδίων.

2.5.7. Ο απαιτούμενος πλωτήρας θα έχει όγκο τουλάχιστο $0,12\mu^3$ και το βάρος του δεν θα υπερβαίνει τα 35χγρ.

2.5.8. Η στερέωση του μπλόκ στον αγωγό, θα γίνεται με δύο μεταλλικές λάμες (τσέρκια) αφού τοποθετηθεί και φύλλο πολυαιθυλενίου γύρω από τον αγωγό.

2.5.9. Τα έρματα στον διαχυτήρα θα είναι επίσης ανά πέντε (5) μέτρα, σε αριθμό 4 για κάθε πλευρά, με το ίδιο πάχος δακτυλίου 8 εκ. και ίδιο μήκος 25 εκ., αλλά με εσωτερική διάμετρο 25 εκ. και 20 εκ. αφού θα χρησιμοποιηθεί αγωγός Φ250χλστ. και Φ200χλστ. πίεσης 16 ατμ.

2.5.10. Στο αντίστοιχο σχέδιο δείχνονται τα έρματα και ο τρόπος σύνδεσής τους.

2.6. Ογκόλιθοι θωράκισης του υποθαλάσσιου αγωγού

2.6.1. Χρησιμοποιείται ο τύπος:

$$B = \frac{\gamma \cdot H^3}{K_{\Delta} \cdot \frac{\sigma \gamma}{\epsilon \gamma_0} - 1 \cdot \frac{\sigma}{\phi}} \quad (\text{τύπος του Hutson 1958-1959})$$

Όπου: B = Απαιτούμενο βάρος ογκόλιθου θωράκισης (τόννοι)

γ = Ειδικό βάρος ογκόλιθων Λαμβάνεται = 2,4τον/μ³

γ_0 = Ειδικό βάρος θαλάσσιου νερού. Έχει ληφθεί = 1,027 τον/μ³

H = Ύψος κύματος. Κατ' ανώτατο = 7,5 μέτρα

K_{Δ} = Συντελεστής αντίστοιχος προς την μορφή των ογκόλιθων και τον τρόπο τοποθέτησής τους. Για τοποθέτηση στο όρυγμα με προσοχή (συνεχής χρησιμοποίηση δυτών και δημιουργία ενιαίας επιφάνειας φθάνει μέχρι 7,5. Για φυσικούς ογκόλιθους φθάνει μέχρι 3,2. Λαμβάνεται: $K_{\Delta} = 4$

σφα= H κατά μήκος κλίση του αγωγού και της θωράκισης:

$$(\text{Ύψος:Μήκος}) \quad \sigma\phi\alpha = \frac{1}{\epsilon\phi\alpha}$$

Για τα πρώτα 162μ. είναι: 1:28 και σφα @28

Για τα συνεχή 144μ. είναι: 1:190 και σφα @190

Για τα λοιπά 339μ. είναι: 1:18 και σφα @18

2.6.2. Οι προκατασκευασμένοι ογκόλιθοι σκυροδέματος για την θωράκιση του υποθαλάσσιου αγωγού μέχρι το βάθος των 6,5 μέτρων (μήκος 162μ.) και κλίση τοποθέτησης 1:28 (ύψος προς μήκος) θα έχουν βάρος:

$$B = \frac{2,4 * 7,5^3}{4 * \frac{2,4}{1,027} - \frac{1}{28} * 28} = \frac{2,4 * 422}{4 * 2,39 * 28}$$

και B = 3,8 τόνοι

Με την επιλογή όγκων σκυροδέματος διαστάσεων 3,0μ. * 2,4μ. * 0,46μ. = 3,312μ³ έχουμε βάρος επίθεσης στην επικάλυψη του αγωγού:

$$(2,4\text{τον}/\mu^3 - \text{άνωση } 1,027\text{τον}/\mu^3) * 3,312\mu^3 @ 4,55\text{τον}.$$

Όπου στην αρχή του υποθαλάσσιου αγωγού θα γίνουν εκβραχισμοί τοποθετούνται οι πλάκες σκυροδέματος κατά μήκος σε μία σειρά δηλαδή σε πλάτος 2,4μ. Όπου θα γίνει εκσκαφή σε άμμο ή λοιπά εδάφη οπότε το εύρος εκσκαφής άνω θα είναι μεγαλύτερο από 4 μέτρα, οι πλάκες τοποθετούνται κατά μήκος σε 2 σειρές, δηλαδή καλύπτουν πλάτος συνολικά 4,8 μέτρα. Το άνω μέρος της πλάκας δεν θα προεξέχει από τον πυθμένα.

2.6.3. Για το δεύτερο μήκος των 144μ. που το βάθος φθάνει τα 7,0μ. και η κλίση είναι περίπου 1:190 (ύψος προς μήκος) υπολογίζεται:

$$B = \frac{2,4 * 7,5^3}{4 * \frac{2,4}{1,027} - 1,0^3 * 190} = \frac{2,4 * 422}{4 * 2,39 * 190}$$

και: B = 0,56 τόννοι

Στο δεύτερο τμήμα των 140 μέτρων είναι δυνατό να χρησιμοποιηθούν μικρότερων διαστάσεων πλάκες όχι όμως μικρότερες από 2,4μ.*2,0μ.*0,25μ. οπότε ο όγκος τους θα είναι:

$$2,4 * 2,0 * 0,25 = 1,2 \mu^3$$

Το βάρος πλην την άνωση θα είναι:

$$1,373 * 1,2 @ 65 \text{τον.}$$

Το βάρος αυτό που είναι τριπλάσιο από το απαιτούμενο, δεν θα πρέπει να μειωθεί εξαιτίας αντοχής και τυχόν εμφανιζόμενων απρόοπτων συνθηκών.

2.6.4. Το υπόλοιπο τμήμα του υποθαλάσσιου αγωγού μέχρι το πέρας του και τον διαχυτήρα δεν χρειάζεται θωράκιση αφού στο βάθος που βρίσκεται η επίδραση του κυματισμού είναι μικρή. Σκόπιμο θεωρείται να γίνει θωράκιση τουλάχιστον μέχρι βάθους 9,0μ. δηλαδή για άλλα 66 μέτρα περίπου μέχρι την αριθμηση 16 στην αντίστοιχη μηκοτομή. Στην περίπτωση αυτή που η κλίση του αγωγού είναι 1:18 θα έχουμε:

$$B = \frac{2,4 * 422}{4 * 2,39 * 18} = 5,9 \text{τόννοι}$$

Επειδή το κύμα θα είναι εξασθενημένο στο βάθος αυτό, η χρησιμοποίηση των πλακών του πρώτου τμήματος προς την παραλία δηλαδή διαστάσεων: 3,0μ.*2,4μ.*0,46μ. είναι επαρκής.

2.6.5. Εκτός από το πρώτο τμήμα και στα δύο άλλα τμήματα οι πλάκες θα τοποθετούνται σε δύο σειρές με συνολικό πλάτος 4,8μ. Στο αντίστοιχο σχέδιο με κλίμακα 1:50 δείχνεται ο τρόπος τοποθέτησης των πλακών σκυροδέματος και στο αντίστοιχο σχέδιο των διατομών δείχνεται η τοποθέτηση σχετικά με τον πυθμένα της θάλασσας.

3. ΣΤΑΤΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΤΕΧΝΗΤΩΝ ΟΓΚΟΛΙΘΩΝ (ΠΛΑΚΕΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ) ΓΙΑ ΤΟΝ ΥΠΟΘΑΛΑΣΣΙΟ ΑΓΩΓΟ

Στη συνέχεια δίδονται οι στατικοί υπολογισμοί των τεχνητών ογκολίθων από σκυρόδεμα που θα χρησιμεύσουν για την στήριξη και σταθεροποίηση του υποθαλάσσιου αγωγού (HDPE), για να μην ανυψώνεται στην επιφάνεια της θάλασσας, λόγω άνωσης.

- Διαστάσεις 2,4μ.*3,0μ.*0,46μ.

Βλέπετε στις επόμενες 9 σελίδες.

- Διαστάσεις 2,4μ.*2,0μ.*0,25μ.

Βλέπετε στην συνέχεια, στις μεθεπόμενες 11 σελίδες.

PLAN DATA: (ID=A)
 =====

COORDINATES: (Joint numbers optimized)

| Joint | X-Coord [m] | Y-Coord [m] | Joint | X-Coord [m] | Y-Coord [m] | Joint | X-Coord [m] | Y-Coord [m] |
|---------------|----------------|----------------|-------|----------------|----------------|-------|----------------|----------------|
| ----- | | | | | | | | |
| BorderPoints: | | | | | | | | |
| 1 | 0.000 | 0.000 | 5 | 0.000 | 2.400 | 21 | 3.000 | 0.000 |
| 25 | 3.000 | 2.400 | | | | | | |

THCKN AND MATERIAL :

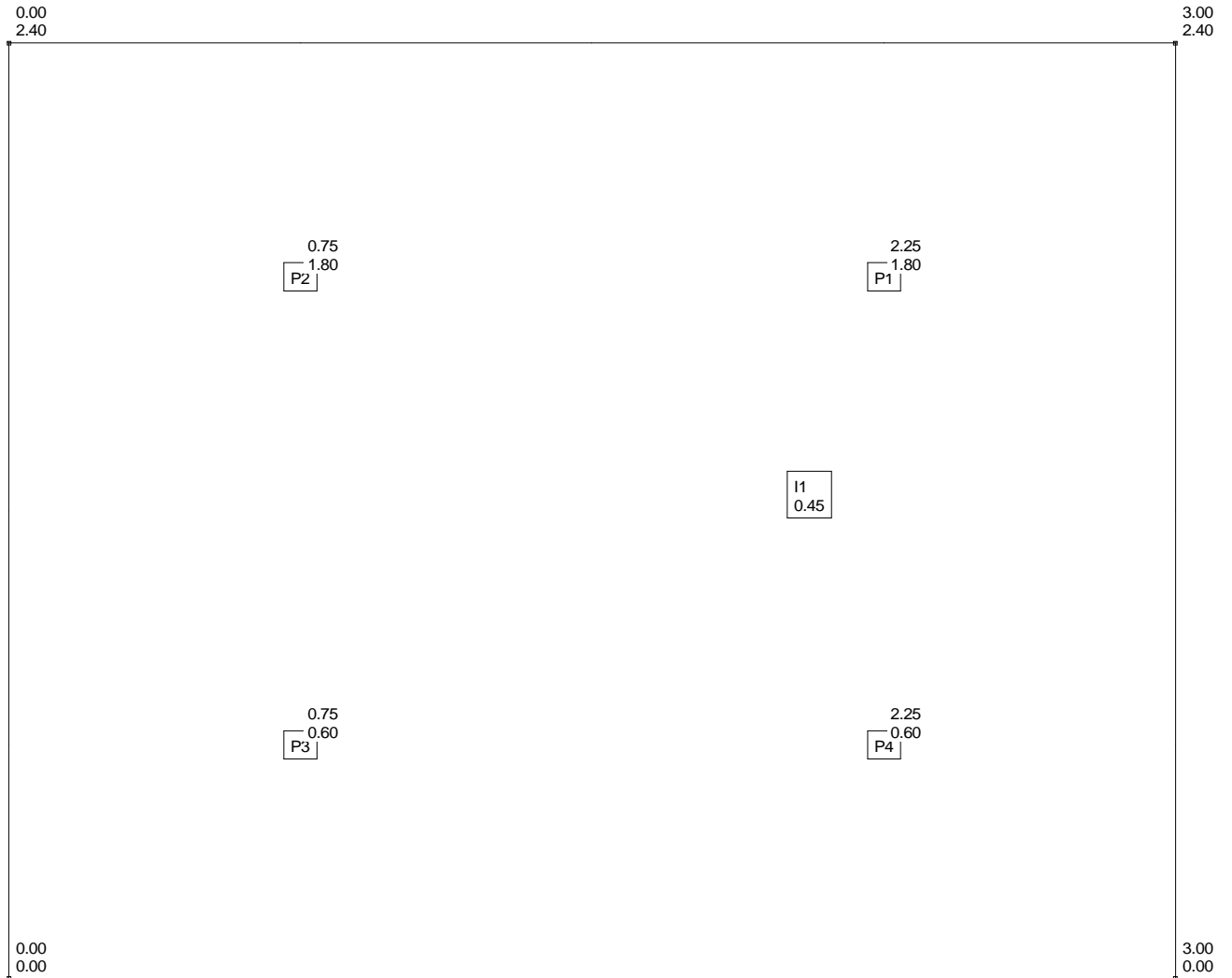
d : Platethickn.
 Emod : Elasticity modulus
 Nue : Poisson rat
 Adir : x-dir. of Results output
 dll.. : Orthotropy coefficients
 h : Beam depth
 dtop : depth of beamOverht

I1: Isotrop d = 0.450 [m] Adir= 0.00 [Deg.]
 Emod=2.10E+07 [kN/m2] Nue = 0.167 [-] dtop= 0.000 [m]

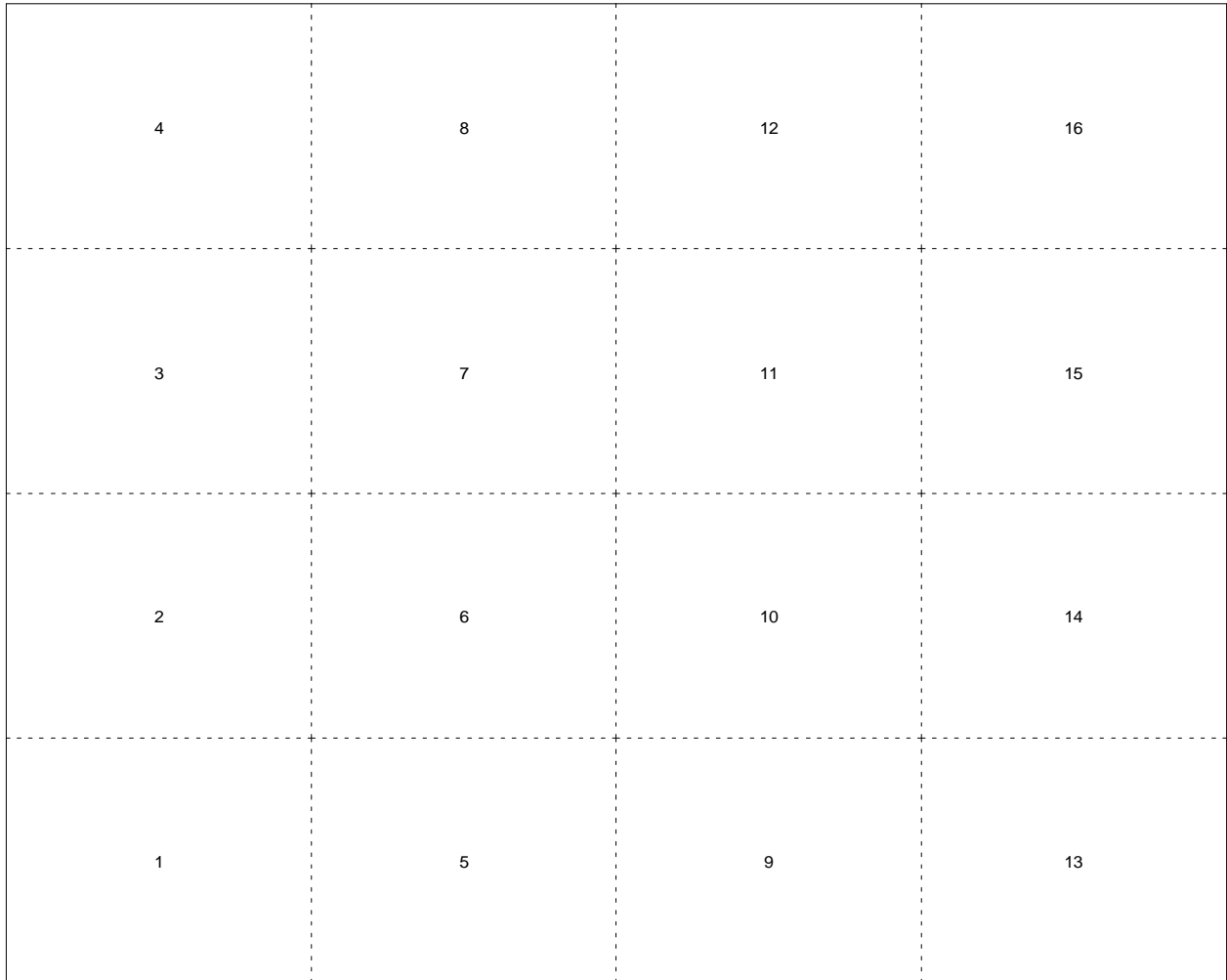
LINE AND POINT SUPP. :

| Id | Typ | vz [kN/m2] | rx [kNm/m] | ry [kNm/m] | Angle [Deg.] |
|-------------|------------|------------|------------|------------|--------------|
| ----- | | | | | |
| PntSupport: | | | | | |
| P1: | PntSupport | fixed | free | free | |
| | Jn: | 19 | | | |
| P2: | PntSupport | fixed | free | free | |
| | Jn: | 9 | | | |
| P3: | PntSupport | fixed | free | free | |
| | Jn: | 7 | | | |
| P4: | PntSupport | fixed | free | free | |
| | Jn: | 17 | | | |

Scale 1:18.1
Geometry (ID=A)
- Point- and LineSupport
- MaterialZones-ID and thikcn in[m]
- Plan coordinates in [m]
- Coord.of PointSupports



Scale 1:18.1
Mesh (ID=A)
- Elementnumbers
-



LIST OF ALL LOADINGS :

| No. | Type | Title |
|-----|------|-------|
| 1 | LO | 'g' |

LOADING 1: "g"
=====

AREA LOADS :

| ID | Typ | Dim. | Val. | NumbP | LdSum [kN] |
|-----|------------|-------|--------|-------|---------------|
| E1 | SelfWeight | kN/m3 | -25.00 | 4 | -81.00 |
| Sum | | | | | -81.00 |

LOADSUM [kN] Loading 1: -81.00
=====

ENVELOPE FORMAT : (A02)

Spez. Lo.No. Factor Lo-Title

=====

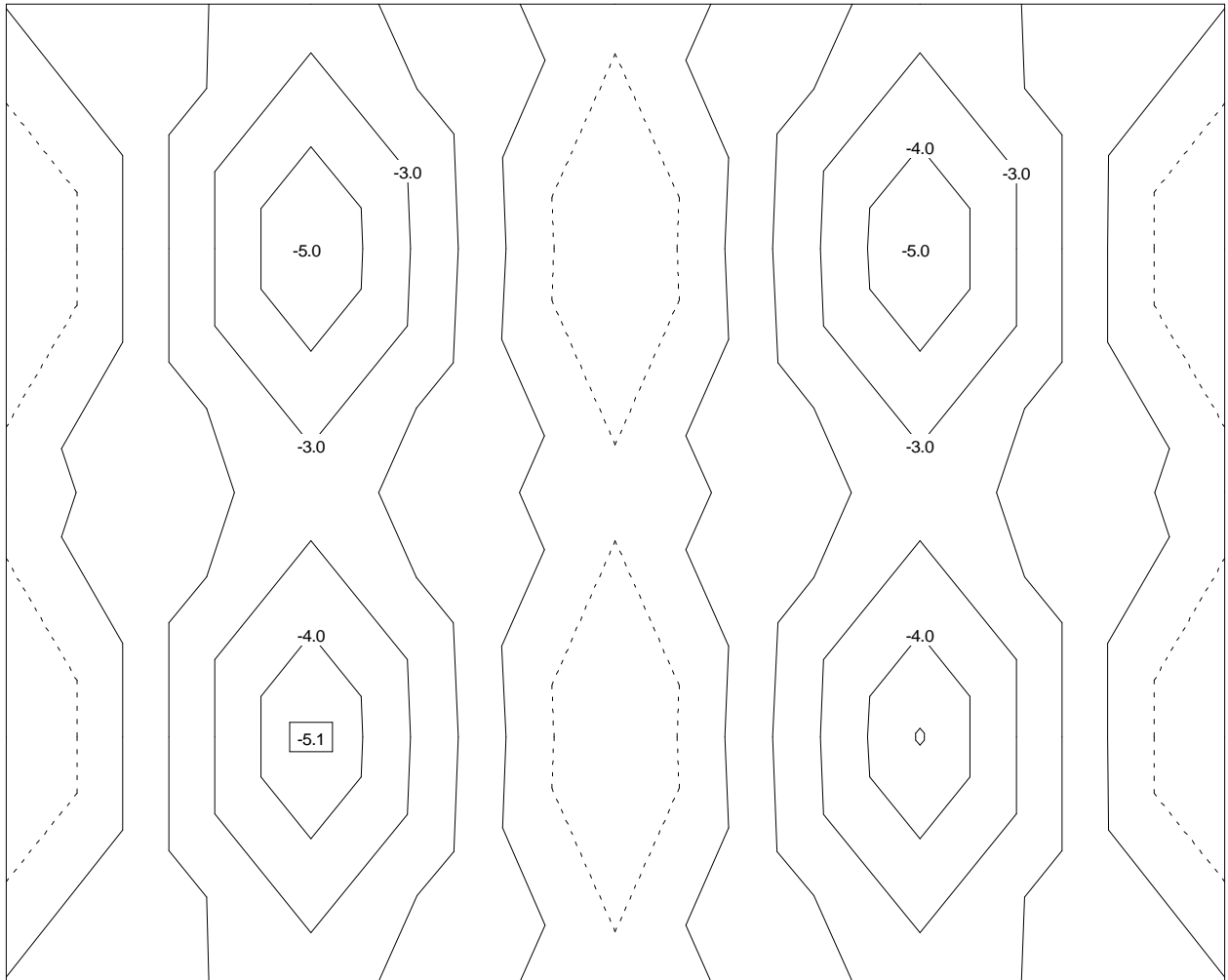
PERMANEN 1 1.350 g

Scale 1:18.1

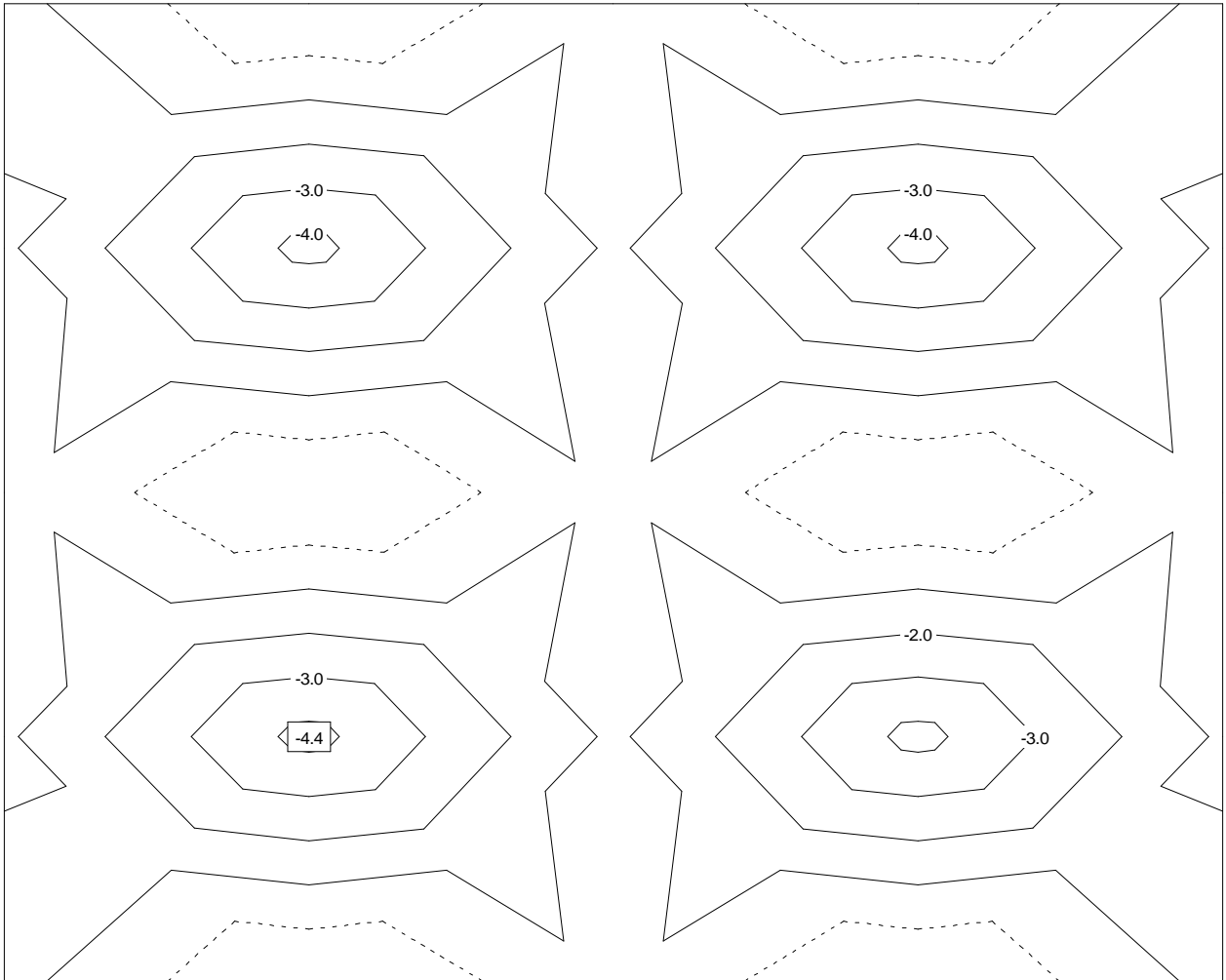
Reinforcem.Moments [kNm/m] (A02)

Loading : S1 1.35

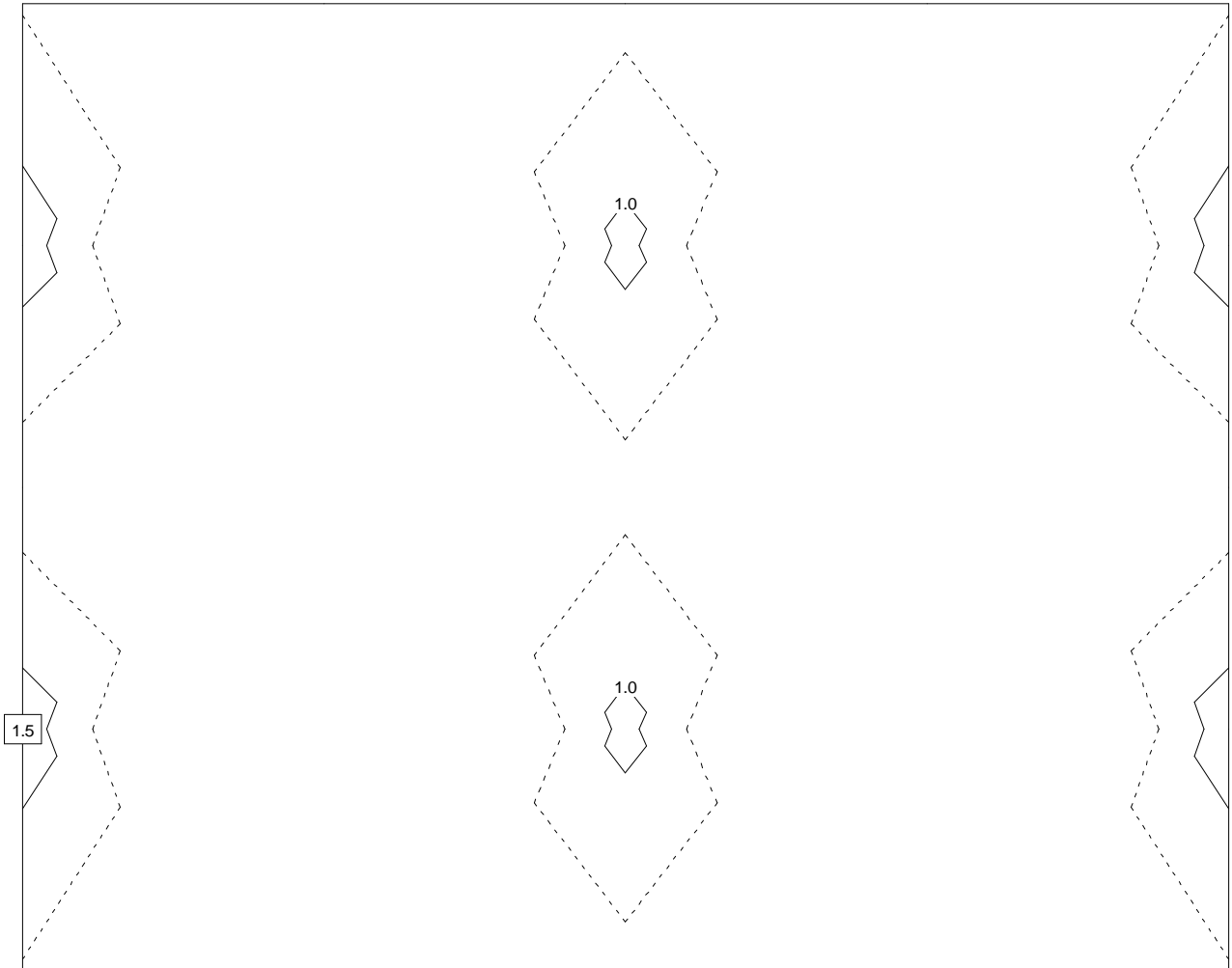
- Reinforcem.Moments MX- [kNm/m], X-Dir.= 0.00 Deg.



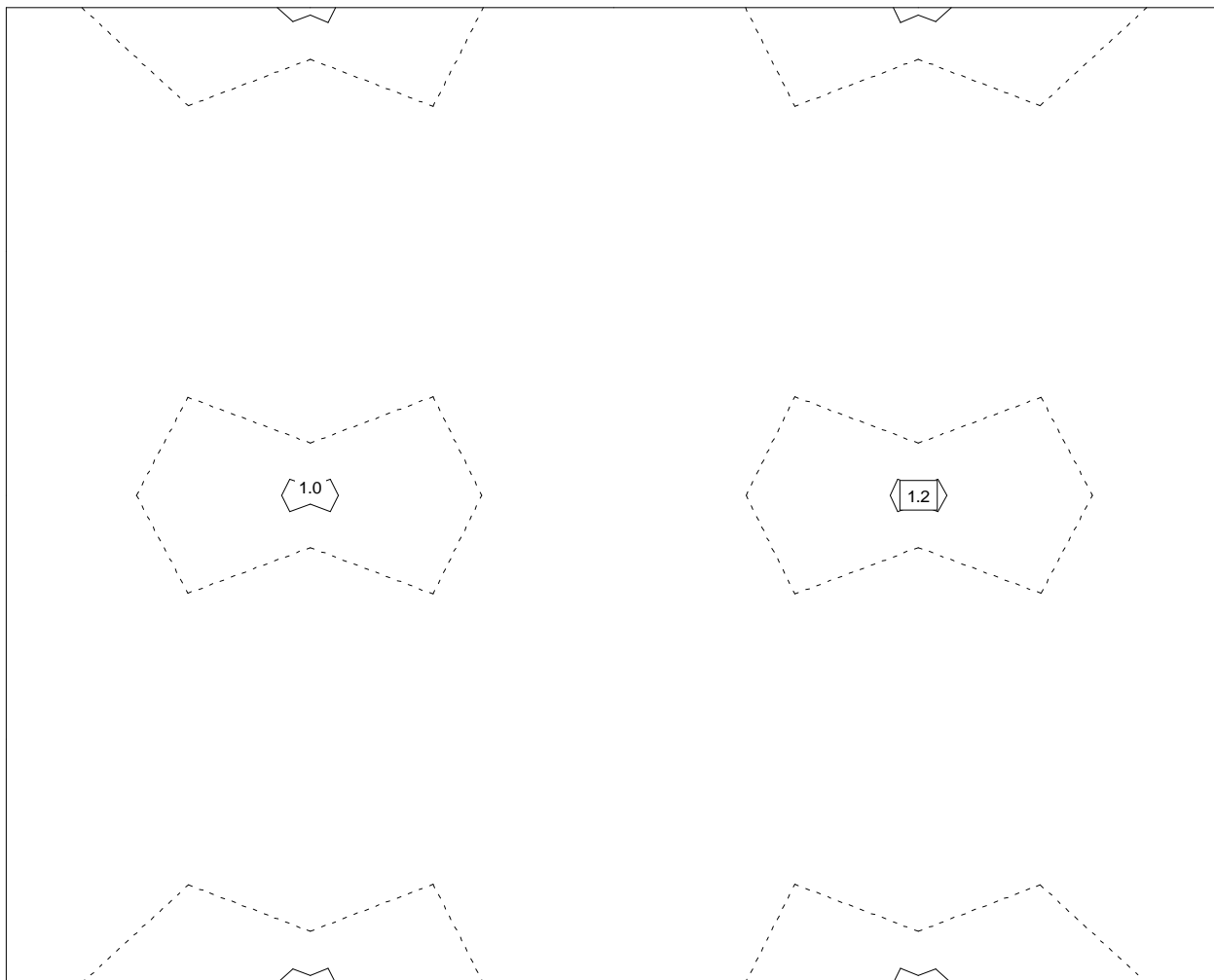
Scale 1:18.1
Reinforcem.Moments [kNm/m] (A02)
Loading : S1 1.35
- Reinforcem.Moments MY- [kNm/m], X-Dir.= 0.00 Deg.



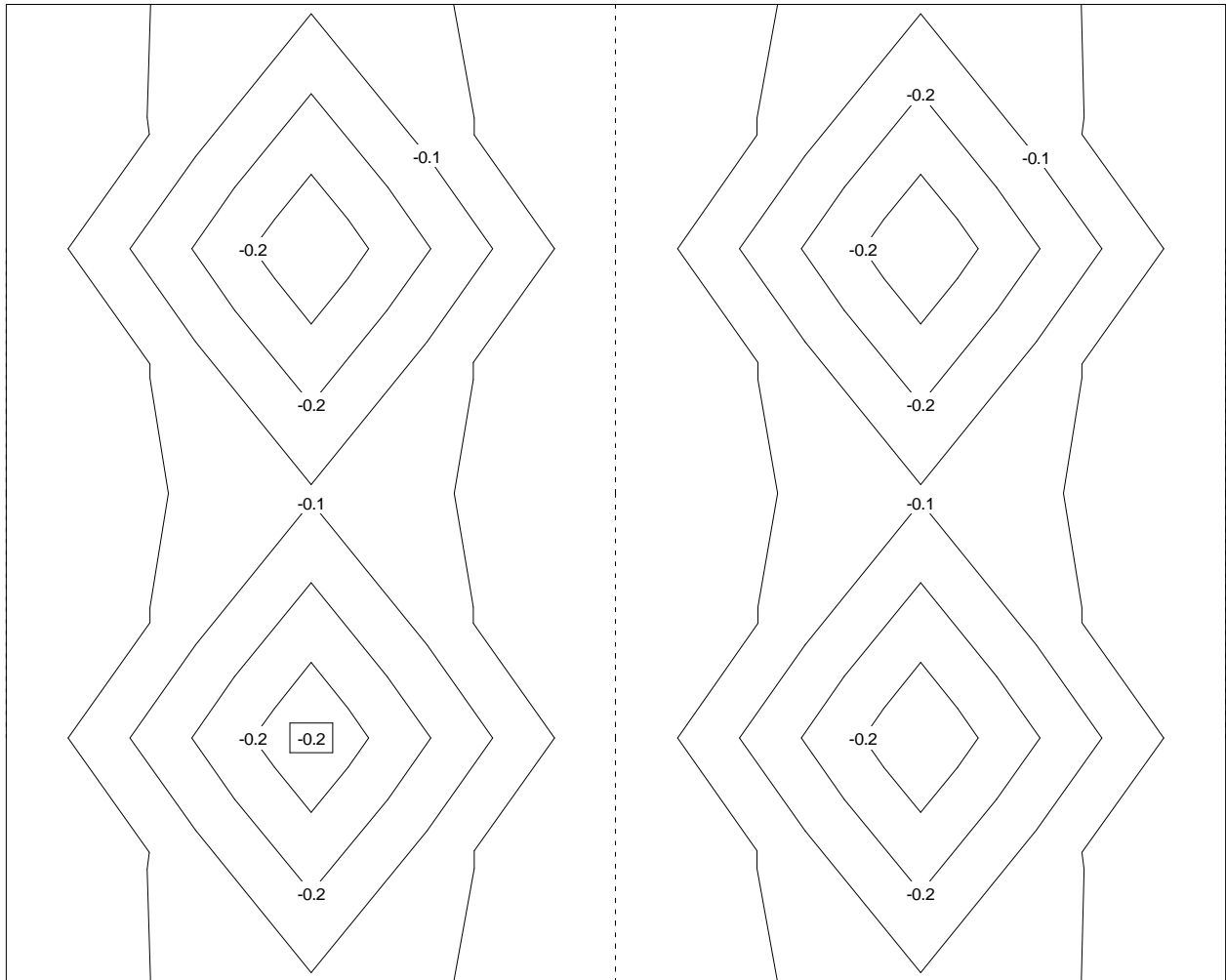
Scale 1:18.1
Reinforcem.Moments [kNm/m] (A02)
Loading : S1 1.35
- Reinforcem.Moments MX+ [kNm/m], X-Dir.= 0.00 Deg.



Scale 1:18.1
Reinforcem.Moments [kNm/m] (A02)
Loading : S1 1.35
- Reinforcem.Moments MY+ [kNm/m], X-Dir.= 0.00 Deg.



Mstb. 1 :18.1
Reinforcem. [cm2/m] (A02)
Loading : S1 1.35
GRN-Design: Concr=C12/15, Steel=S500
- Reinforcem. AsX- [cm2/m], cover= 5.00 cm, X-Dir.= 0.00 Deg.



PLAN DATA: (ID=A)
 =====

COORDINATES: (Joint numbers optimized)

| Joint | X-Coord [m] | Y-Coord [m] | Joint | X-Coord [m] | Y-Coord [m] | Joint | X-Coord [m] | Y-Coord [m] |
|---------------|-------------|-------------|-------|-------------|-------------|-------|-------------|-------------|
| ----- | | | | | | | | |
| BorderPoints: | | | | | | | | |
| 1 | 0.000 | 0.000 | 5 | 2.000 | 0.000 | 21 | 0.000 | 2.400 |
| 25 | 2.000 | 2.400 | | | | | | |

THCKN AND MATERIAL :

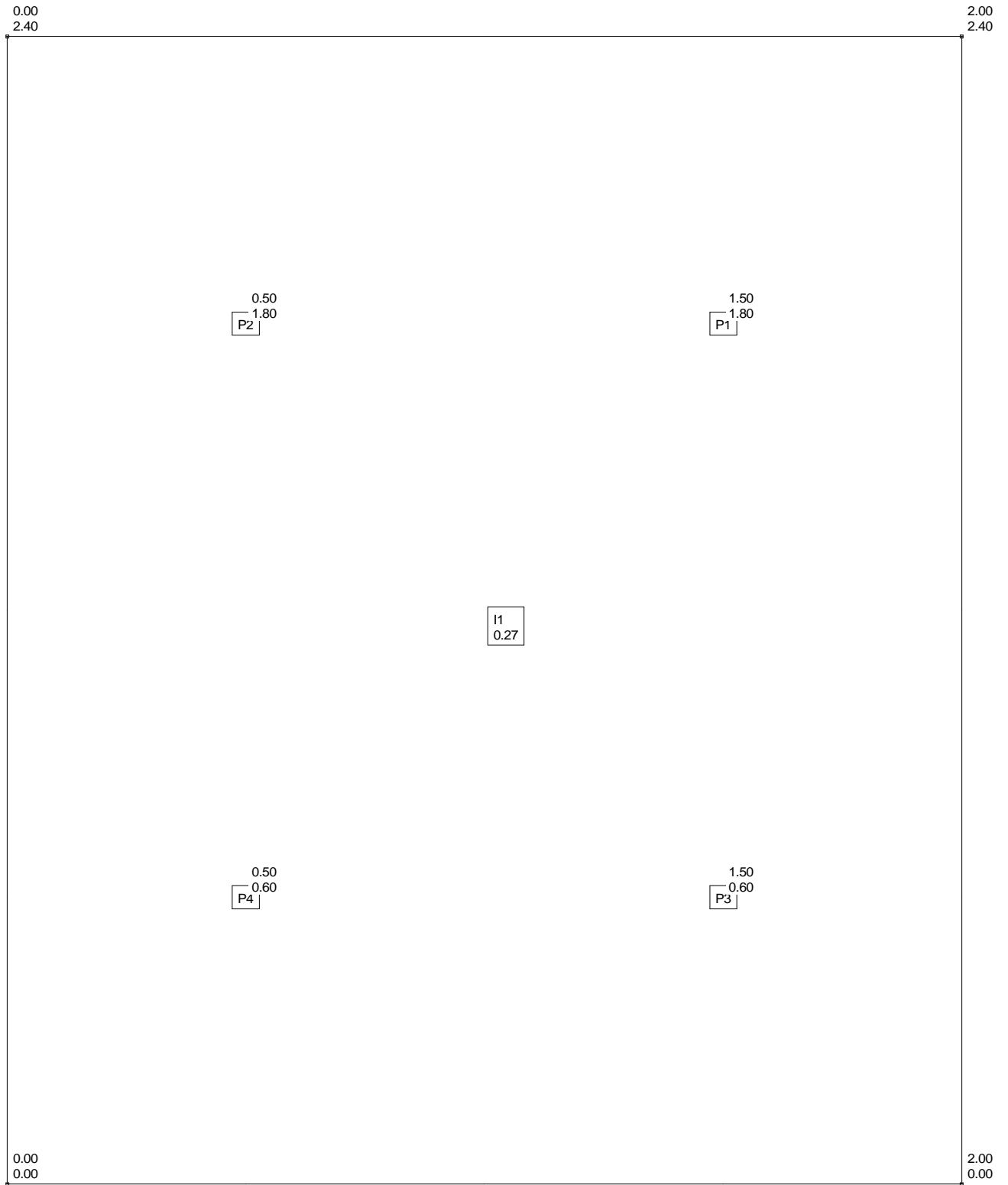
d : Platethickn.
 Emod : Elasticity modulus
 Nue : Poisson rat
 Adir : x-dir. of Results output
 Mdir : Principal dir. of material coefficients
 d11.. : Orthotropy coefficients
 h : Beam depth
 dPlt : Thickness of beam's adjacent plate (0 = is copied)
 dtop : depth of beamOverht
 Dir : Direction of beam's axis

I1: Isotrop d = 0.270 [m] Adir= 0.00 [Deg.]
 Emod=2.10E+07 [kN/m2] Nue = 0.167 [-] dtop= 0.000 [m]

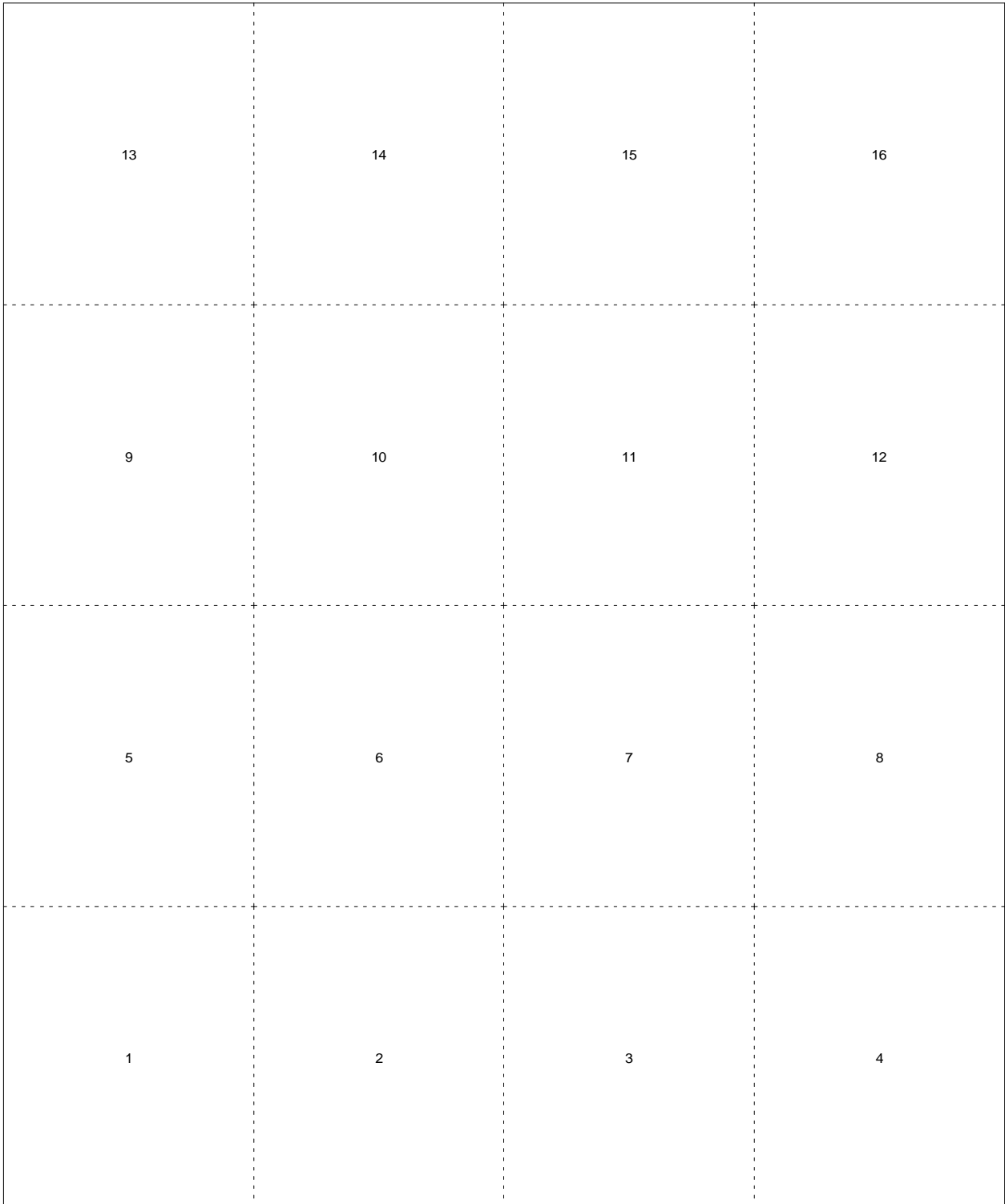
LINE AND POINT SUPP. :

| Id | Typ | vz [kN/m2] | rx [kNm/m] | ry [kNm/m] | Angle [Deg.] |
|-------------|------------|------------|------------|------------|--------------|
| ----- | | | | | |
| PntSupport: | | | | | |
| P1: | PntSupport | fixed | free | free | |
| | Jn: | 19 | | | |
| P2: | PntSupport | fixed | free | free | |
| | Jn: | 17 | | | |
| P3: | PntSupport | fixed | free | free | |
| | Jn: | 9 | | | |
| P4: | PntSupport | fixed | free | free | |
| | Jn: | 7 | | | |

Scale 1:12.1
Geometry (ID=A)
- Point- and LineSupport
- MaterialZones-ID and thikcn in[m]
- Plan coordinates in [m]



Scale 1:12.1
Mesh (ID=A)
- Elementnumbers
-



LIST OF ALL LOADINGS :

| No. | Type | Title |
|-----|------|-------|
| 1 | LO | 'g' |

LOADING 1: "g"
=====

AREA LOADS :

| ID | Typ | Dim. | Val. | NumbP | LdSum [kN] |
|-----|------------|-------|--------|-------|---------------|
| E1 | SelfWeight | kN/m3 | -25.00 | 4 | -32.40 |
| Sum | | | | | -32.40 |

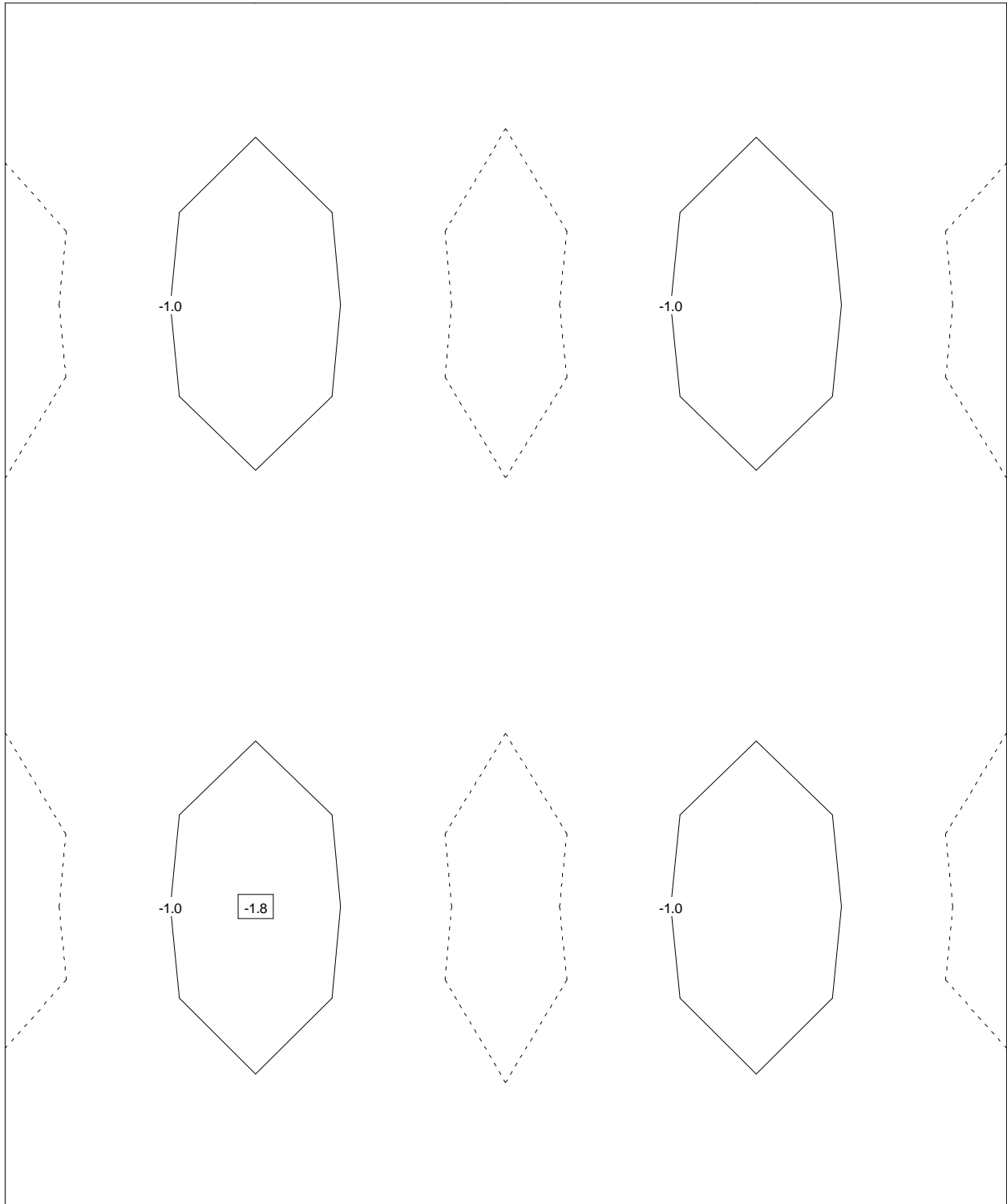
LOADSUM [kN] Loading 1: -32.40
=====

ENVELOPE FORMAT : (A01)

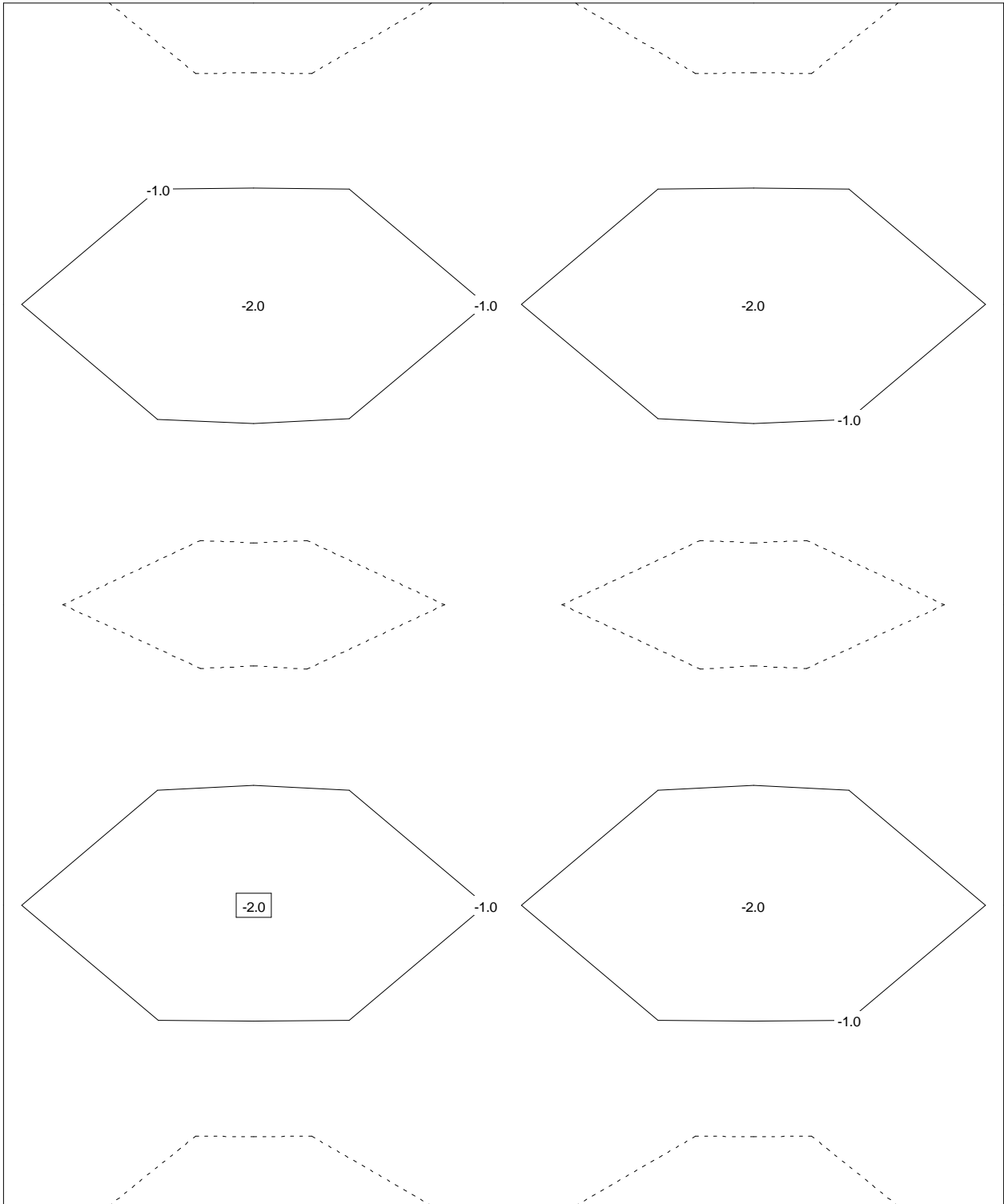
Spez. Lo.No. Factor Lo-Title

=====
PERMANEN 1 1.350 g

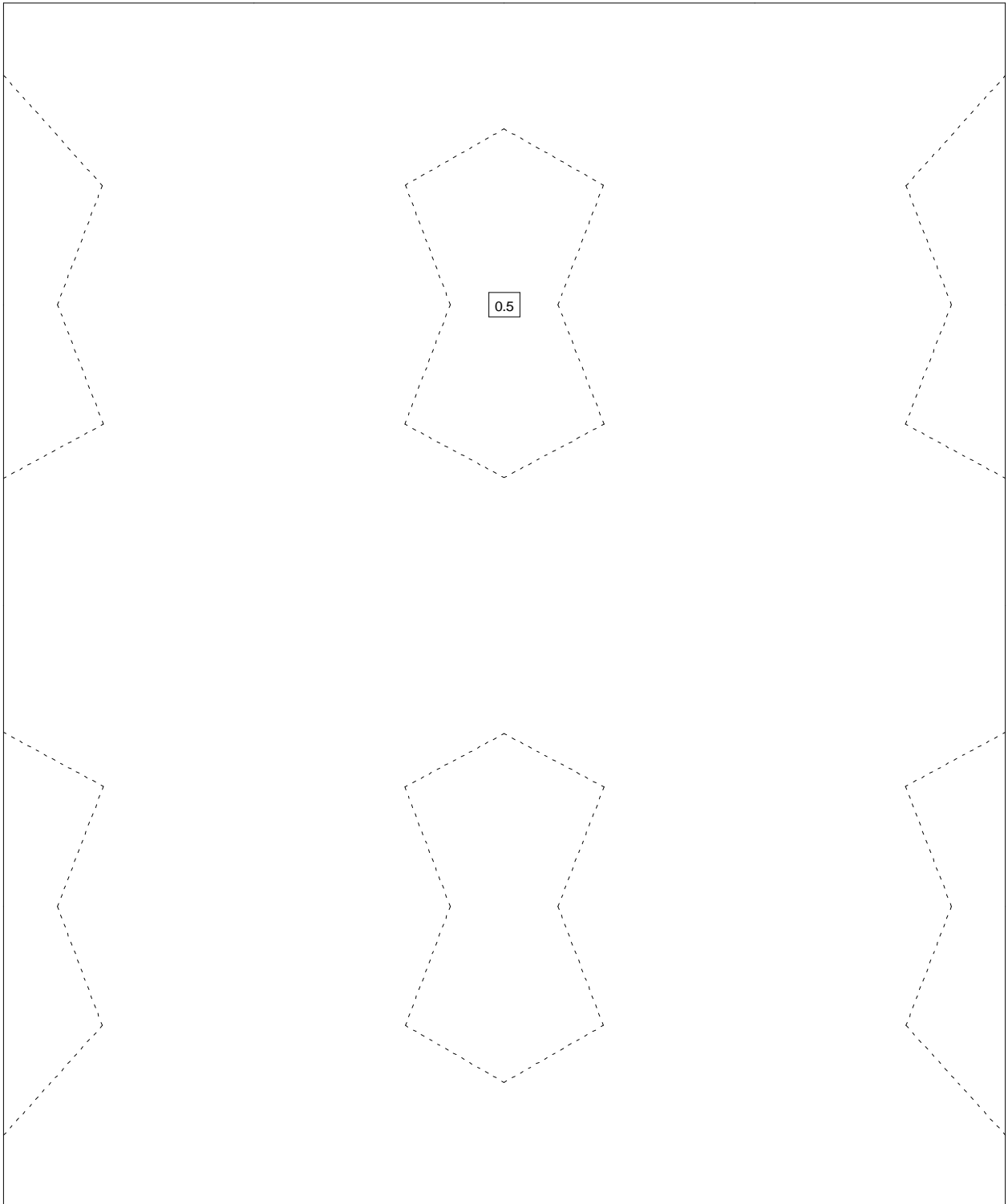
Scale 1:12.1
Reinforcem.Moments [kNm/m] (A01)
Loading : S1 1.35
- Reinforcem.Moments MX- [kNm/m], X-Dir.= 0.00 Deg.



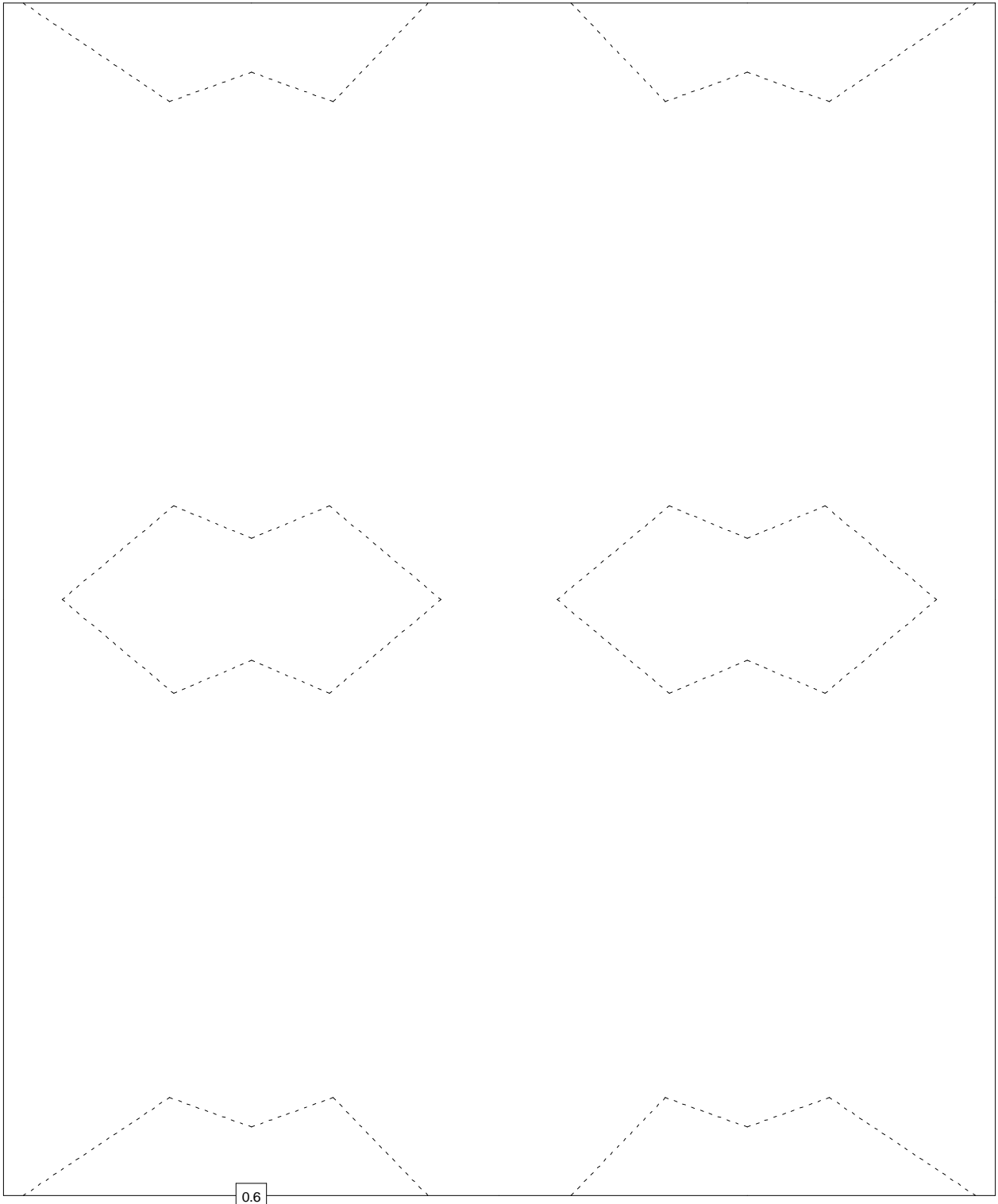
Scale 1:12.1
Reinforcem.Moments [kNm/m] (A01)
Loading : S1 1.35
- Reinforcem.Moments MY- [kNm/m], X-Dir.= 0.00 Deg.



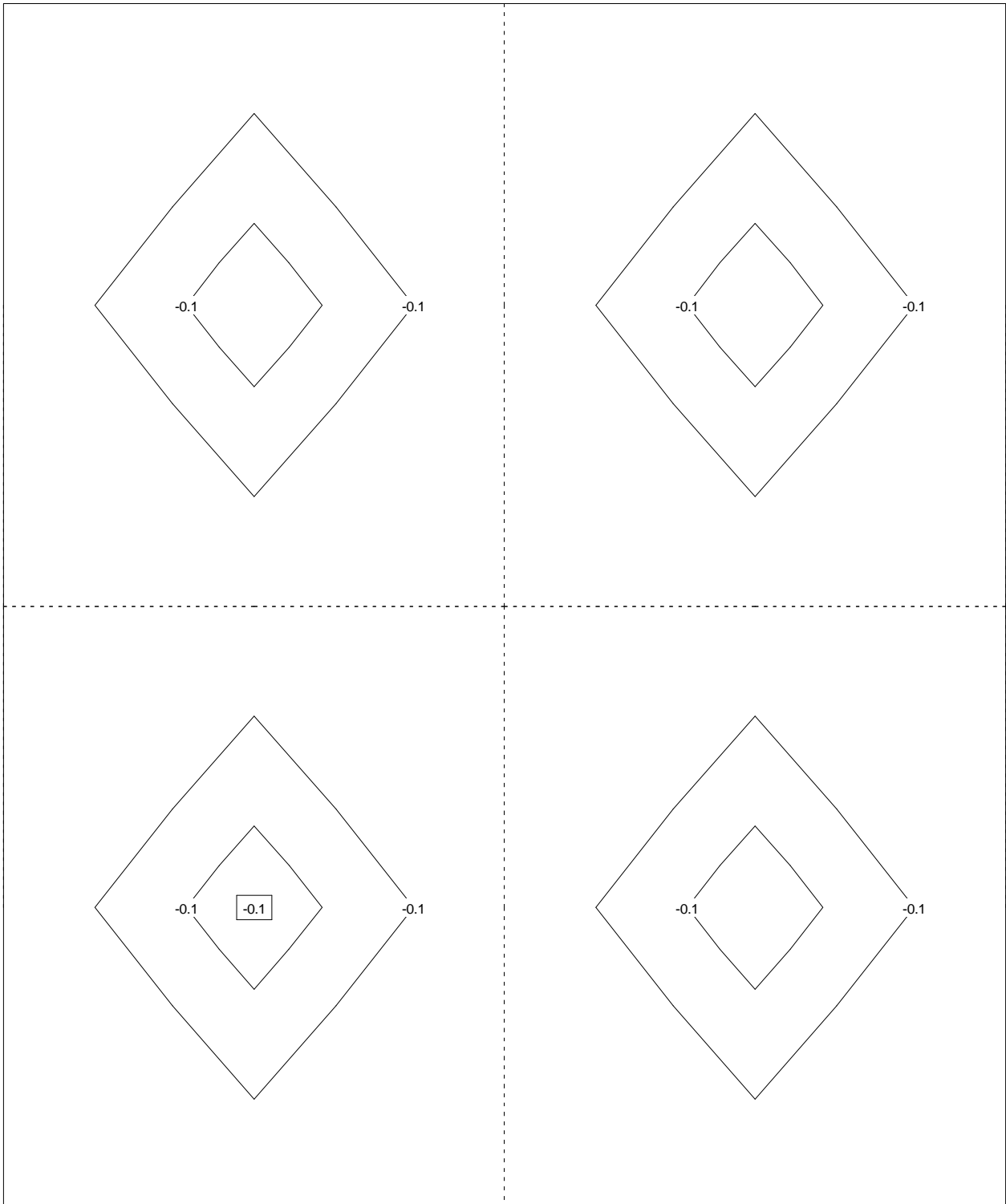
Scale 1:12.1
Reinforcem.Moments [kNm/m] (A01)
Loading : S1 1.35
- Reinforcem.Moments MX+ [kNm/m], X-Dir.= 0.00 Deg.



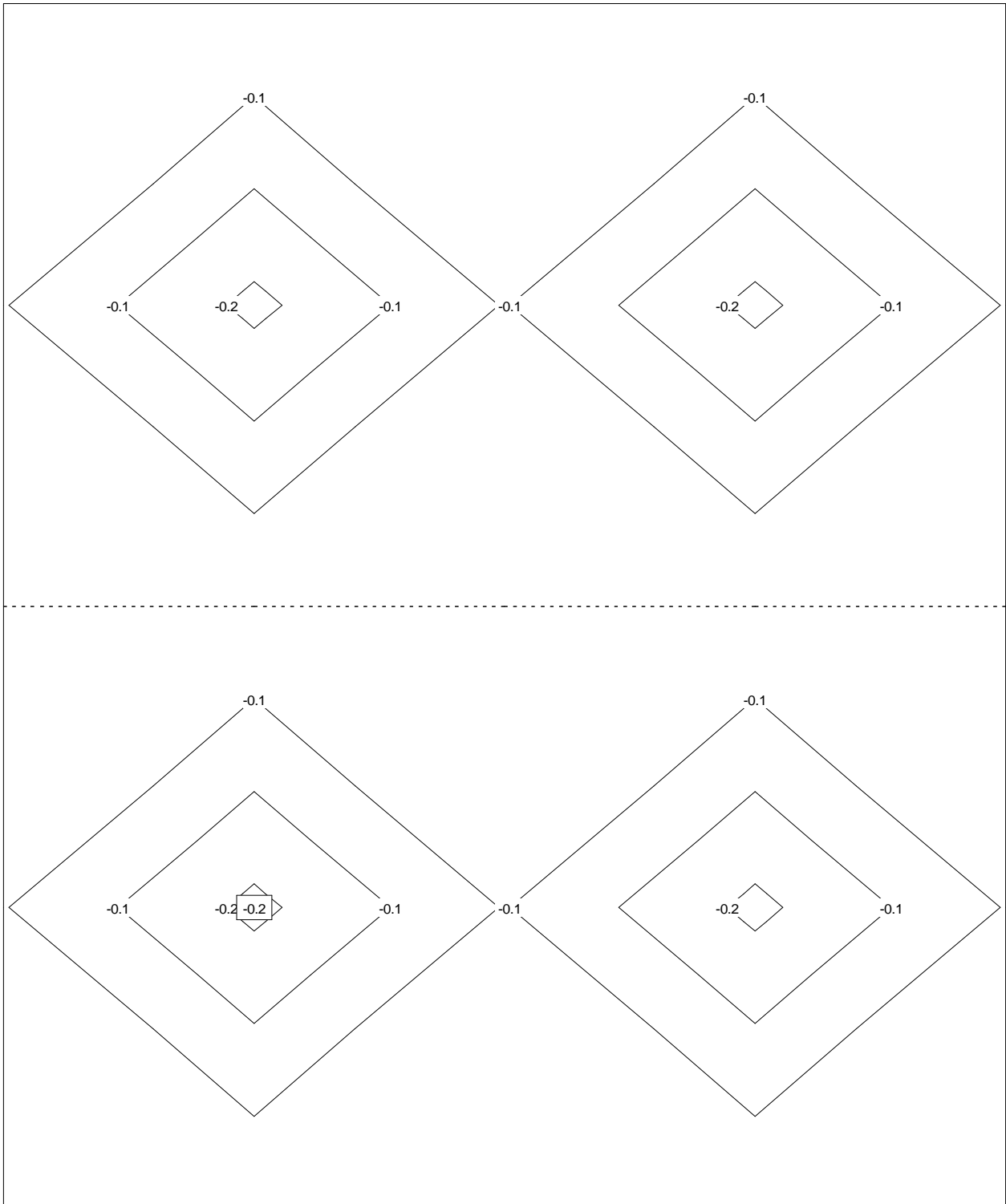
Scale 1:12.1
Reinforcem.Moments [kNm/m] (A01)
Loading : S1 1.35
- Reinforcem.Moments MY+ [kNm/m], X-Dir.= 0.00 Deg.



Scale 1:12.1
Reinforcem. [cm²/m] (A01)
Loading : S1 1.35
GRN-Design: Concr=C12/15, Steel=S500
- Reinforcem. AsX- [cm²/m], cover= 5.00 cm, X-Dir.= 0.00 Deg.



Scale 1:12.1
Reinforcem. [cm²/m] (A01)
Loading : S1 1.35
GRN-Design: Concr=C12/15, Steel=S500
- Reinforcem. AsY- [cm²/m], cover= 5.00 cm, X-Dir.= 0.00 Deg.



ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

| | |
|---|----|
| 1. ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΑΠΑΓΩΓΟΥ | 2 |
| 2. ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΔΙΑΧΥΤΗΡΑ..... | 17 |
| 3. ΣΤΑΤΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΤΕΧΝΗΤΩΝ ΟΓΚΟΛΙΘΩΝ (ΠΛΑΚΕΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ) ΓΙΑ ΤΟΝ ΥΠΟΘΑΛΑΣΣΙΟ ΑΓΩΓΟ | 34 |