

Χαλύβδινοι Υπόγειοι Αγωγοί Υποκείμενοι σε Ενεργοποίηση Ρήγματος

Προτεινόμενη μέθοδος προστασίας έναντι αστοχίας: Εύκαμπτοι κόμβοι

Μέρος Α – Εισαγωγικά στοιχεία

Περιγραφή του προβλήματος

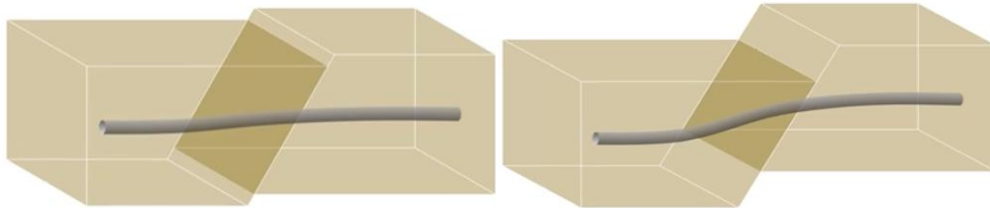
- Οι αγωγοί είναι κατασκευές υψηλού κινδύνου.
- Η διασταύρωση αγωγών που διέρχονται από σεισμογενείς περιοχές με ρήγματα είναι αναπόφευκτη.
- Ενδεχόμενη ενεργοποίηση ρήγματος συνοδεύεται από μεγάλες εδαφικές μετακινήσεις, τις οποίες ο αγωγός αναγκάζεται να παρακολουθήσει, με αποτέλεσμα να παραμορφώνεται έντονα.

Ενδεχόμενες μορφές αστοχίας αγωγού

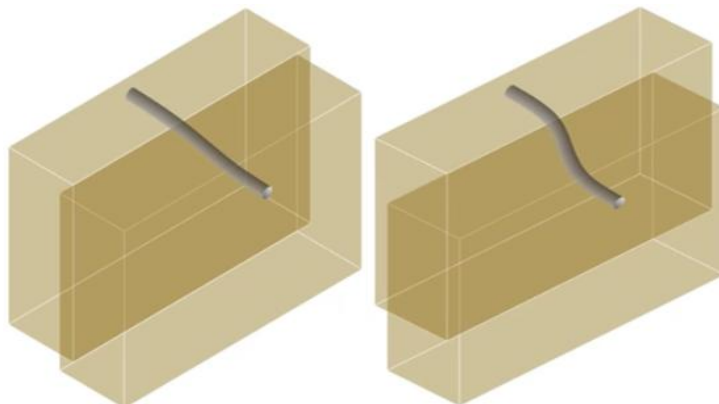
- Τοπικός λυγισμός τοιχώματος λόγω θλιπτικών παραμορφώσεων.
- Θραύση ραφών συγκόλλησης μεταξύ διαδοχικών τμημάτων λόγω εφελκυστικών παραμορφώσεων.
- Καθολικός λυγισμός λόγω θλιπτικών δυνάμεων.

Παραμόρφωση αγωγού λόγω ενεργοποίησης ρήγματος

- Κανονικό ρήγμα:

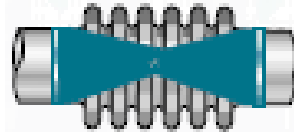


- Ρήγμα οριζόντιας ολίσθησης:

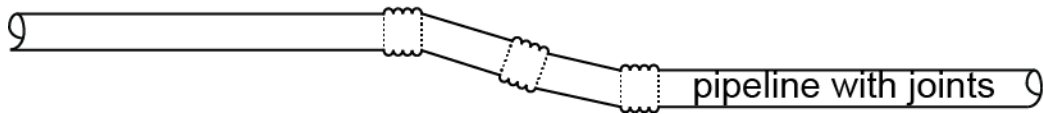


Μέρος Β – Εύκαμπτοι κόμβοι ως μέσο προστασίας αγωγού

- Προτεινόμενοι κόμβοι:



- Σχηματική σύγκριση παραμόρφωσης συνεχούς αγωγού και αγωγού με κόμβους:

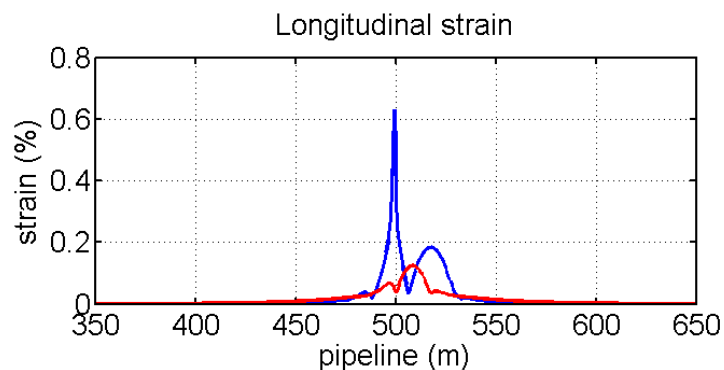
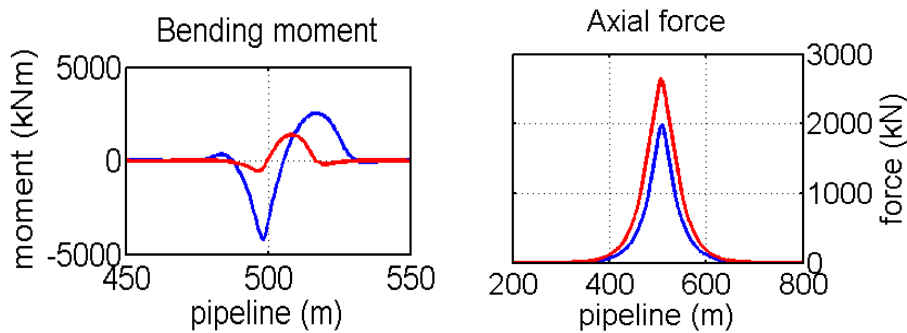
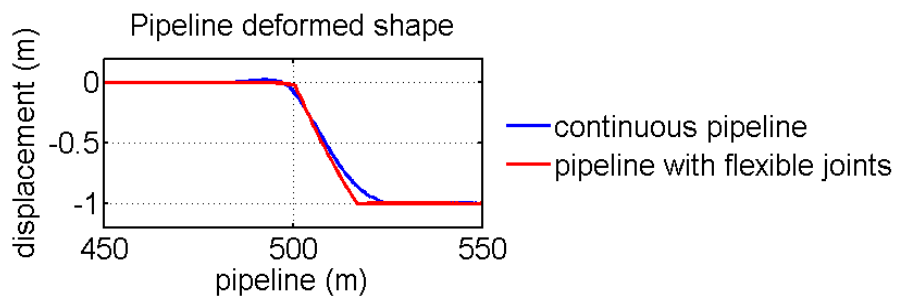


- Στοιχεία και ιδιότητες κόμβων:
 - i. Λειτουργία εύκαμπτου στροφικού ελατηρίου – σχεδόν εσωτερικής άρθρωσης
 - ii. Περιορισμός αξονικής και πλευρικής μετακίνησης
 - iii. Συγκέντρωση αναπτυσσόμενων παραμορφώσεων
 - iv. Αποφυγή διαρροής χαλύβδινων τμημάτων αγωγού
 - v. Σημειακή προσομοίωση μέσω ελαστικού στροφικού ελατηρίου

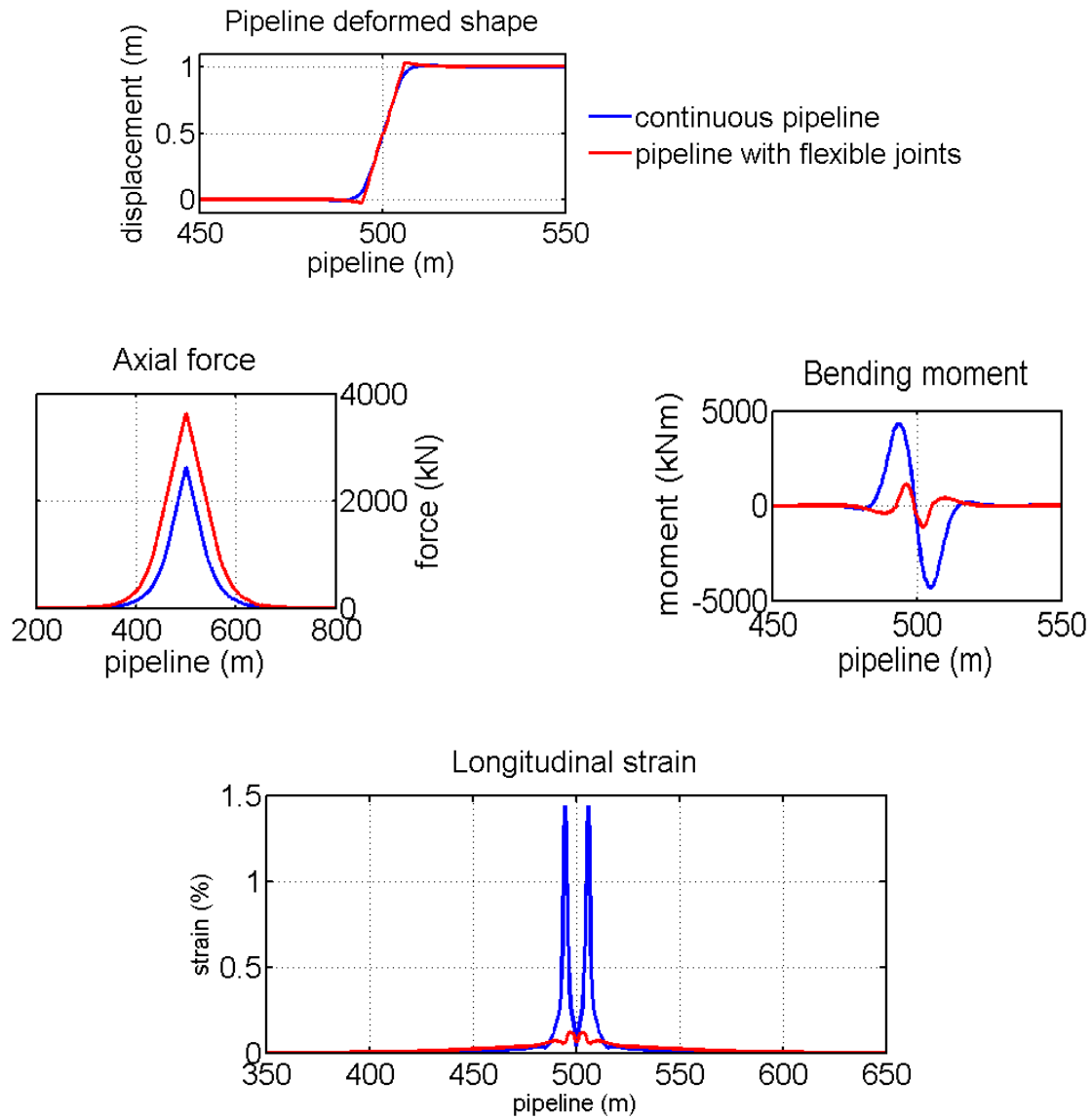
Μέρος Γ – Ενδεικτικά αριθμητικά αποτελέσματα

- Ενδεικτικά αποτελέσματα αριθμητικών αναλύσεων για κανονικό ρήγμα και ρήγμα οριζόντιας ολίσθησης
- Μελέτη αγωγού μεγάλης διαμέτρου και βαθιά θαμμένου
- Συνεχής αγωγός (continuous pipeline) και αγωγός με εύκαμπτους κόμβους (pipeline with flexible joints)
- Παραμόρφωση αγωγού (pipeline deformed shape)
- Κατανομή καμπτικής ροπής (bending moment) και αξονικής δύναμης (axial force)
- Κατανομή αναπτυσσόμενων ανηγμένων διαμήκων παραμορφώσεων (longitudinal strains)

Κανονικό ρήγμα



Ρήγμα οριζόντιας ολίσθησης



Αρχικά συμπεράσματα από τη χρήση εύκαμπτων κόμβων

- Δραστική μείωση αναπτυσσόμενων καμπτικών ροπών
- Μικρή αύξηση αναπτυσσόμενης αξονικής δύναμης
- Παραμόρφωση συνεχούς αγωγού ως καμπύλη γραμμή
- Παραμόρφωση αγωγού με κόμβους ως τεθλασμένη γραμμή
- Δραστική μείωση αναπτυσσόμενων διαμήκων παραμορφώσεων και αποφυγή τοπικού λυγισμού και εφελκυστικής θραύσης συγκολλήσεων