

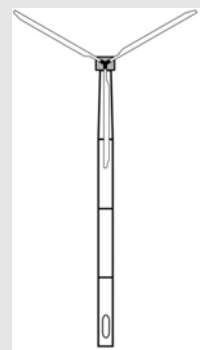
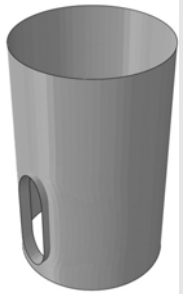

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
 ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

ΧΡΙΣΤΟΦΟΡΟΣ ΔΗΜΟΠΟΥΛΟΣ ΚΑΙ ΧΑΡΗΣ ΓΑΝΤΣ
ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΑΝΟΙΓΜΑΤΟΣ ΑΝΘΡΩΠΟΥΡΙΑΔΑΣ
ΣΕ ΠΥΛΩΝΕΣ ΑΝΕΜΟΓΕΝΗΤΡΙΩΝ

ΑΘΗΝΑ
 ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2015



Περιγραφή του προβλήματος

ΧΡΙΣΤΟΦΟΡΟΣ ΔΗΜΟΠΟΥΛΟΣ ΚΑΙ ΧΑΡΗΣ ΓΑΝΤΣ ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΑΝΟΙΓΜΑΤΟΣ ΑΝΘΡΩΠΟΥΡΙΑΔΑΣ

Περιγραφή του προβλήματος



ΧΡΙΣΤΟΦΟΡΟΣ ΔΗΜΟΠΟΥΛΟΣ ΚΑΙ ΧΑΡΗΣ ΓΑΝΤΣ ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΑΝΟΙΓΜΑΤΟΣ ΑΝΘΡΩΠΟΥΡΙΑΔΑΣ

Περιγραφή του προβλήματος

Από τη διδακτορική διατριβή του
 Χριστόφορου Δημόπουλου





Επιρροή από ανθρωποθυρίδες
 Συγκέντρωση τάσεων
 Τοπικός λυγισμός

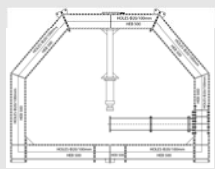

ΧΡΙΣΤΟΦΟΡΟΣ ΔΗΜΟΠΟΥΛΟΣ ΚΑΙ ΧΑΡΗΣ ΓΑΝΤΣ ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΑΝΟΙΓΜΑΤΟΣ ΑΝΘΡΩΠΟΥΡΙΑΔΑΣ

Ενίσχυση από ανθρωποθυρίδες

- Ρόλος ενίσχυσης
 - ο Έλεγχος τοπικών τάσεων
 - ο Παρέχει επαρκή πλευρική εξασφάλιση στο κέλυφος, και επομένως του προσδίδει επαρκή αντοχή έναντι τοπικού λυγισμού
- Αντικείμενο μελέτης
 - ο Εκτίμηση αποδοτικότητας διαφορετικών μεθόδων ενίσχυσης από πύλωνες ανεμογεννητριών
- Μεθοδολογία
 - ο Πραγματοποίηση πειραμάτων για αξιολόγηση του αριθμητικού προσομοιώματος
 - ο Παραμετρικές αριθμητικές αναλύσεις
 - ο Διατύπωση οδηγιών σχεδιασμού

ΧΡΙΣΤΟΦΟΡΟΣ ΔΗΜΟΠΟΥΛΟΣ ΚΑΙ ΧΑΡΗΣ ΓΑΝΤΣ ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΑΝΟΙΓΜΑΤΟΣ ΑΝΘΡΩΠΟΥΡΙΑΔΑΣ

Πειράματα

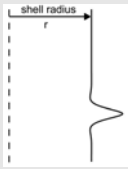
Block 18 (shell length = 1315mm)
 Blocks 12-14-16 (shell length = 1200mm)
 Block 10 (shell length = 80mm)

- 1: supported end (plate, thickness=60mm)
- 2: flange 01, thickness=40mm
- 3: flange 02, thickness=35mm
- 4: flange 03, thickness=30mm
- 5: flange 04, thickness=30mm
- 6: free end (flange 05, thickness=30mm)

ΧΡΙΣΤΟΦΟΡΟΣ ΔΗΜΟΠΟΥΛΟΣ ΚΑΙ ΧΑΡΗΣ ΓΑΝΤΣ ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΑΝΟΙΓΜΑΤΟΣ ΑΝΘΡΩΠΟΥΡΙΑΔΑΣ

Αριθμητική προσομοίωση

- ❑ Και οι τρεις τύποι μη γραμμικότητας λήφθηκαν υπόψη
 - Μη γραμμικότητα γεωμετρίας (αναγκαία προκειμένου να προβλεφθεί ο τοπικός λυγισμός)
 - Μη γραμμικότητα υλικού
 - Επαφής (κοχλίες και πέλματα)
- ❑ Οι αρχικές γεωμετρικές ατέλειες διαπιστώθηκε πως έχουν σχετικά μικρή επίδραση
- ❑ Αμελήθηκαν οι παραμένουσες τάσεις λόγω της διαδικασίας καμπύλωσης



ΧΡΗΣΤΟΦΟΡΟΣ ΔΗΜΟΠΟΥΛΟΣ ΚΑΙ ΧΑΡΗΣ ΓΑΝΤΕΣ
ΕΠΙΣΧΥΣΗ ΑΝΟΙΓΜΑΤΟΣ ΑΝΘΡΩΠΟΥΡΙΔΑΣ

Αριθμητική προσομοίωση



Απλοποιημένο αριθμητικό προσομοίωμα για την εκτίμηση της ευκαμψίας της στήριξης



Λεπτομερές αριθμητικό προσομοίωμα για τον προσδιορισμό των δρόμων ισορροπίας και των παραμορφώσεων

ΧΡΗΣΤΟΦΟΡΟΣ ΔΗΜΟΠΟΥΛΟΣ ΚΑΙ ΧΑΡΗΣ ΓΑΝΤΕΣ
ΕΠΙΣΧΥΣΗ ΑΝΟΙΓΜΑΤΟΣ ΑΝΘΡΩΠΟΥΡΙΔΑΣ

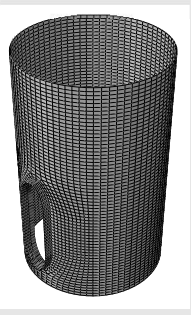
Αριθμητική προσομοίωση



56 κοχλίες και 4 πέλματα σε επαφή

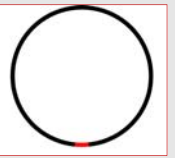
ΧΡΗΣΤΟΦΟΡΟΣ ΔΗΜΟΠΟΥΛΟΣ ΚΑΙ ΧΑΡΗΣ ΓΑΝΤΕΣ
ΕΠΙΣΧΥΣΗ ΑΝΟΙΓΜΑΤΟΣ ΑΝΘΡΩΠΟΥΡΙΔΑΣ

Αριθμητική προσομοίωση

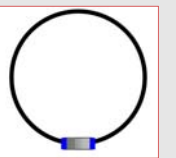


ΧΡΗΣΤΟΦΟΡΟΣ ΔΗΜΟΠΟΥΛΟΣ ΚΑΙ ΧΑΡΗΣ ΓΑΝΤΕΣ
ΕΠΙΣΧΥΣΗ ΑΝΟΙΓΜΑΤΟΣ ΑΝΘΡΩΠΟΥΡΙΔΑΣ

Μέτρο ενίσχυσης οπής ανθρωποθυρίδας



Εμβάδον ανοίγματος A₀

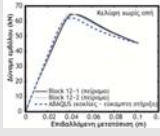


Εμβάδον ενισχύσεων A

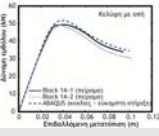
- ❑ Οι ενισχύσεις θεωρήθηκαν πέλματα υπό θλίψη και κατατάχθηκαν στην κατηγορία 1 βάσει του EC3

ΧΡΗΣΤΟΦΟΡΟΣ ΔΗΜΟΠΟΥΛΟΣ ΚΑΙ ΧΑΡΗΣ ΓΑΝΤΕΣ
ΕΠΙΣΧΥΣΗ ΑΝΟΙΓΜΑΤΟΣ ΑΝΘΡΩΠΟΥΡΙΔΑΣ

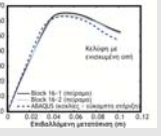
Πειραματικά / αριθμητικά αποτελέσματα



Χωρίς ανοίγμα

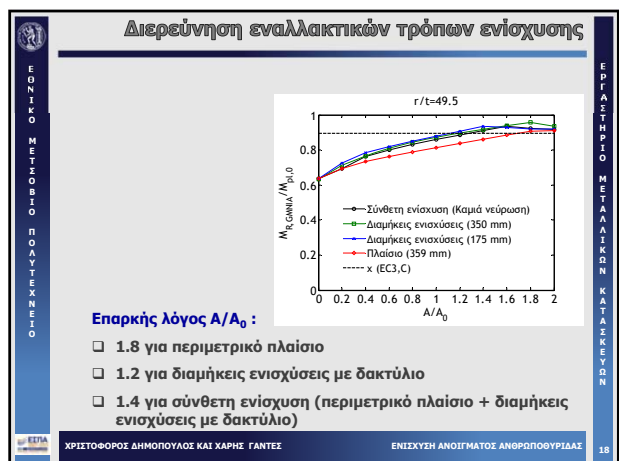
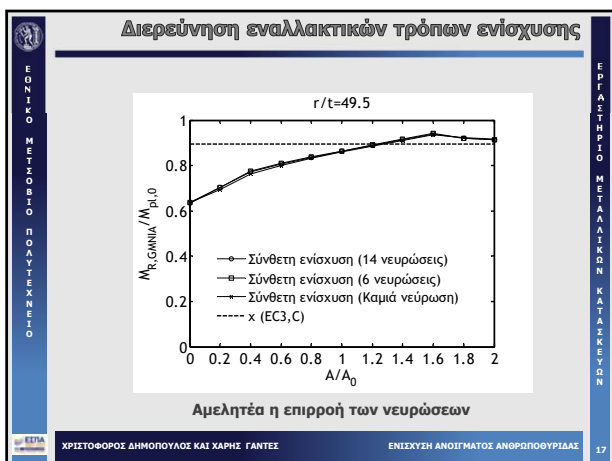
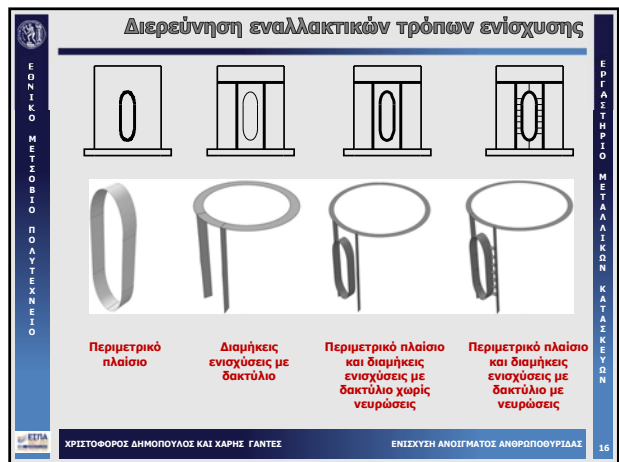
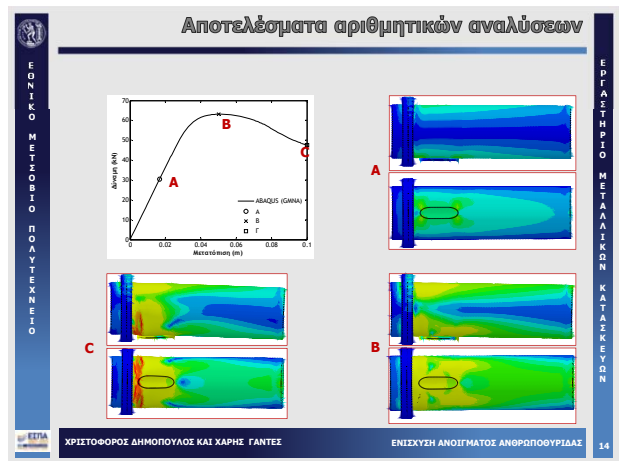
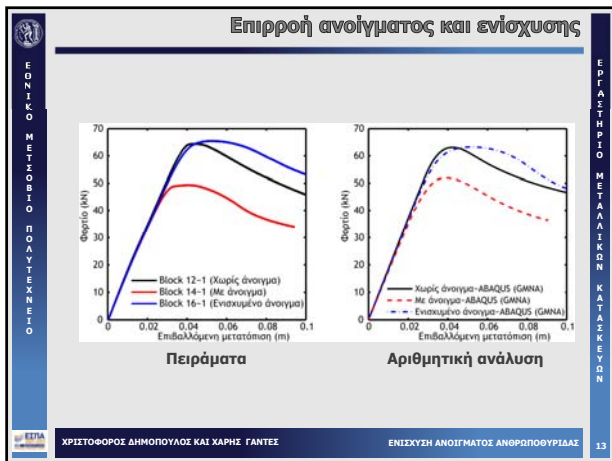


Με ανοίγμα χωρίς ενίσχυση



Με ενισχυμένο ανοίγμα

ΧΡΗΣΤΟΦΟΡΟΣ ΔΗΜΟΠΟΥΛΟΣ ΚΑΙ ΧΑΡΗΣ ΓΑΝΤΕΣ
ΕΠΙΣΧΥΣΗ ΑΝΟΙΓΜΑΤΟΣ ΑΝΘΡΩΠΟΥΡΙΔΑΣ



Διερεύνηση εναλλακτικών τρόπων ενίσχυσης

Table 3
Νεοσύζητι επίθεσης σπασ-σέκτες ανα λόγο A_s/b_s for achieving the normative strength of EN1993-1-8 (imperfection amplitude in CMRDA analysis equal to conventional values)





Imperfection type	Quality A	Quality B	Quality C
	$A_s/b_s = 0.6$ ($\beta = 2.076$, $\beta = 175$ mm)	$A_s/b_s = 0.8$ ($\beta = 2.076$, $\beta = 175$ mm)	$A_s/b_s = 0.8$ ($\beta = 2.234$, $\beta = 175$ mm)
	$A_s/b_s = 0.6$ ($\beta = 11.916$, $\beta = 350$ mm)	$A_s/b_s = 0.8$ ($\beta = 8.507$, $\beta = 350$ mm)	$A_s/b_s = 0.8$ ($\beta = 8.937$, $\beta = 350$ mm)
	$A_s/b_s = 1.2$ ($\beta = 1.48$, $\beta = 175$ mm)	$A_s/b_s = 1.2$ ($\beta = 1.48$, $\beta = 175$ mm)	$A_s/b_s = 1.4$ ($\beta = 1.277$, $\beta = 175$ mm)
	$A_s/b_s = 0.8$ ($\beta = 4.937$, $\beta = 350$ mm)	$A_s/b_s = 1.0$ ($\beta = 7.3$, $\beta = 350$ mm)	$A_s/b_s = 1.2$ ($\beta = 5.958$, $\beta = 350$ mm)

Table 4
Νεοσύζητι επίθεσης' σπασ-σέκτες ανα λόγο for achieving the normative strength (imperfection amplitude in CMRDA analysis equal to the suggested values for CMRDA analysis)

Imperfection type	Quality A	Quality B	Quality C
	$A_s/b_s = 0.8$ ($\beta = 2.234$, $\beta = 175$ mm)	$A_s/b_s = 1.0$ ($\beta = 1.787$, $\beta = 175$ mm)	$A_s/b_s = 1.0$ ($\beta = 1.787$, $\beta = 175$ mm)
	$A_s/b_s = 0.8$ ($\beta = 4.937$, $\beta = 350$ mm)	$A_s/b_s = 1.0$ ($\beta = 7.3$, $\beta = 350$ mm)	$A_s/b_s = 1.2$ ($\beta = 5.958$, $\beta = 350$ mm)
	$A_s/b_s = 1.4$ ($\beta = 1.277$, $\beta = 175$ mm)	$A_s/b_s = 1.8$ ($\beta = 0.993$, $\beta = 175$ mm)	$A_s/b_s = 2.0$ ($\beta = 0.894$, $\beta = 175$ mm)
	$A_s/b_s = 1.2$ ($\beta = 5.958$, $\beta = 350$ mm)	$A_s/b_s = 1.4$ ($\beta = 3.957$, $\beta = 350$ mm)	$A_s/b_s = 1.8$ ($\beta = 3.972$, $\beta = 350$ mm)

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

ΧΡΗΣΤΟΦΟΡΟΣ ΔΗΜΟΠΟΥΛΟΣ ΚΑΙ ΧΑΡΗΣ ΓΑΝΤΕΣ

ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΑΝΟΙΓΜΑΤΟΣ ΑΝΘΡΩΠΟΥΡΜΔΑΣ

19

Ευχαριστούμε για την προσοχή σας

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

ΧΡΗΣΤΟΦΟΡΟΣ ΔΗΜΟΠΟΥΛΟΣ ΚΑΙ ΧΑΡΗΣ ΓΑΝΤΕΣ

ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΑΝΟΙΓΜΑΤΟΣ ΑΝΘΡΩΠΟΥΡΜΔΑΣ

20