

ΤΕΙ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΤΕ

ΤΙΤΛΟΣ: ΜΕΛΕΤΗ ΞΥΛΙΝΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ (ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΑ #5) ΜΕ ΤΗΝ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ RUNET



ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΕΣ:

ΑΝΑΓΝΩΣΤΗ ΜΑΡΙΑ

ΑΡΓΥΡΟΠΟΥΛΟΥ ΓΕΩΡΓΙΑ

ΤΣΑΤΣΑΡΗ ΜΥΡΣΙΝΗ ΜΑΡΙΑ

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ ΔΡ Π. ΚΑΚΑΒΑΣ

ΠΑΤΡΑ 2015

Υπεύθυνη Δήλωση Σπουδαστών: Οι κάτωθι υπογεγραμμένοι σπουδαστές έχουμε επίγνωση των συνεπειών του Νόμου περί λογοκλοπής και δηλώνουμε υπεύθυνα ότι είμαστε συγγραφείς αυτής της Πτυχιακής Εργασίας, αναλαμβάνοντας την ευθύνη επί ολοκλήρου του κειμένου εξ ίσου, έχουμε δε αναφέρει στη Βιβλιογραφία μας όλες τις πηγές τις οποίες χρησιμοποιούμε και λάβαμε ιδέες ή δεδομένα

. Δηλώνουμε επίσης ότι, οποιοδήποτε στοιχείο ή κείμενο το οποίο έχουμε ενσωματώσει στην εργασία μας περιεχόμενο από Βιβλία ή άλλες εργασίες ή το διαδίκτυο, γραμμένο ακριβώς ή παραφρασμένο, το έχουμε πλήρως αναγνωρίσει ως πνευματικό έργο άλλου συγγραφέα και έχουμε αναφέρει ανελλιπώς το όνομά του και την πηγή προέλευσης

Οι σπουδαστές

(Όνοματεπώνυμο)

(Όνοματεπώνυμο)

(Όνοματεπώνυμο)

(Υπογραφή)

(Υπογραφή)

(Υπογραφή)

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία πραγματεύεται την επίλυση προβλημάτων ξύλινων κατασκευών με το πρόγραμμα Runet. Στο 1^ο κεφάλαιο περιγράφουμε γενικά στοιχεία για το ξύλο και τις ξύλινες κατασκευές. Στο 2^ο κεφάλαιο αναφερόμαστε στον Ευρωκώδικα #5 (Σχεδιασμός Ξύλινων κατασκευών). Στο 3^ο κεφάλαιο μελετάμε θεωρητικά το πρόγραμμα runet στο σχεδιασμό ξύλινων κατασκευών και στο τελευταίο 4^ο κεφάλαιο εφαρμόζουμε το πρόγραμμα για την επίλυση συγκεκριμένων ξύλινων κατασκευών π.χ. μονόριχτες, δίριχτες στέγες. Η επίλυση των προβλημάτων με το runet πραγματοποιείται με τη μέθοδο των πεπερασμένων στοιχείων. Τα δομικά στοιχεία διαχωρίζονται σε μικρά τεμάχια και με την εφαρμογή της μεθόδου επιλύεται η κατασκευή σ'αυτά τα στοιχεία και με την ολοκληρωτική εφαρμογή επιτυγχάνεται η επίλυση του συνολικού προβλήματος. Η μέθοδος των ΠΣ έχει εφαρμοστεί με επιτυχία σε πολλά προβλήματα πολιτικών μηχανικών, στατικά,δυναμικά,αντισεισμικά κλπ.

Το πρόγραμμα Runet, εφαρμόζοντας τη μέθοδο των ΠΣ επιλύει με απλό τρόπο τα προβλήματα, απλά με το πάτημα ενός πλήκτρου. Επίσης διαθέτει ολοκληρωμένα σχεδιαστικά προγράμματα για την παρουσίαση των αποτελεσμάτων των προβλημάτων που επιλύουμε. Τα γραφικά που διατίθενται από το πρόγραμμα αποδίδουν ακριβώς τα αποτελέσματα του προβλήματος με βάση των EC#5.

Επιπλέον η τροποποίηση των γεωμετρικών στοιχείων, και/ή οι ιδιότητες των δομικών υλικών που συνθέτουν τα δομικά στοιχεία γίνεται εύκολα στο runet και μια απλή επίλυση μας δίδει τα αποτελέσματα.

Περιεχόμενα

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	3
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1:Εισαγωγικά στοιχεία για ξύλινες κατασκευές.....	5
1.1 Κατηγορίες και είδη ξυλείας.....	5
1.1.2Είδη ξύλου που φύονται στην Ελλάδα	5
1.1.3 Κατηγορίες ξυλείας.....	6
1.2 Είδη στέγης.....	8
1.3 Είδη κεραμιδιών	18
Κεφάλαιο 2: Ευρωκώδικας 5 (Κατασκευές από Ξύλο).....	21
2.1 Συνοπτική παρουσίαση κεφαλαίων που περιλαμβάνει ο	21
Ευρωκώδικας 5.....	21
Κεφάλαιο 3 ^ο ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΟΥ ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΑ #5-ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΑΠΟ ΞΥΛΟ ΜΕ ΤΗΝ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ RUNET	45
3.1 Διατομή υπό ένταση-θλίψη κάθετα στις ίνες.....	45
3.2 Απλή Δίριχτη Στέγη.....	46
3.3 Στέγη δίριχτη τύπου Α.....	47
3.4 ΔΙΑΤΟΜΗ ΥΠΟ ΕΝΤΑΣΗ, θλίψη υπό γωνία στις ίνες.....	48
3.5 ΔΙΑΤΟΜΗ ΜΕ ΕΝΤΑΣΗ, Λυγισμός με κάμψη.....	49
3.6 Στέγη απλή δίριχτη.....	50
3.7 Στέγη απλή δίριχτη.....	51
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ^ο ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕ ΤΟ RUNET ΣΕ ΠΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΜΕ ΞΥΛΟ	53
Εφαρμογή #1 Επίλυση ξύλινης μονόριχτης στέγης.....	53
Εφαρμογή #2 Επίλυση ξύλινης δίριχτης στέγης.....	60
Εφαρμογή #3 Μελέτη στέγης δίριχτης σοφίτας	90

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1:Εισαγωγικά στοιχεία για ξύλινες κατασκευές

1.1 Κατηγορίες και είδη ξυλείας

Το ξύλο κατέχει μια εξαιρετη θέση ως πρώτη ύλη γιατί είναι φυσικό και οικολογικό προϊόν αειφορίας και γιατί με μηχανική και χημική κατεργασία μας δίνει πάνω από 3.000 προϊόντα. Είναι μια πρώτη ύλη με εξαιρετες φυσικές, χημικές και μηχανικές ιδιότητες, με μεγάλη διάρκεια ζωής, με αισθητική υπεροχή, με θερμοηχομονωτικές ιδιότητες. Είναι άριστο δομικό οικολογικό υλικό που προσφέρει στον χρήστη ζεστασιά, ομορφιά, πολύ χαμηλό κόστος θέρμανσης και ψύξης και μεγάλη διάρκεια ζωής¹.

1.1.2Είδη ξύλου που φύονται στην Ελλάδα

- ΤΡΑΧΕΙΑ ΠΕΥΚΗ
- ΔΑΣΙΚΗ ΠΕΥΚΗ
- ΕΛΑΤΗ ΚΕΦΑΛΛΗΝΙΑΚΗ
- ΚΑΣΤΑΝΙΑ
- ΔΡΥΣ ΕΥΡΩΠΑΙΚΗ
- ΟΞΥΑ ΕΥΡΩΠΑΙΚΗ
- ΧΑΛΕΠΙΟΣ ΠΕΥΚΗ
- ΓΑΥΡΟΣ
- ΙΤΑΜΟΣ
- ΙΤΙΑ
- ΚΑΡΥΔΙΑ ΕΥΡΩΠΑΙΚΗ

¹www.tee.gr

- ΚΕΔΡΟΣ
- ΚΕΡΑΣΙΑ ΕΥΡΩΠΑΙΚΗ
- ΚΛΗΘΡΑ
- ΚΟΥΚΟΥΝΑΡΙΑ
- ΛΕΥΚΗ
- ΠΛΑΤΑΝΟΣ ΕΥΡΩΠΑΙΚΟΣ
- ΨΕΥΔΟΤΣΟΥΓΚΑ
- ΤΗΛΙΟ
- ΒΑΛΚΑΝΙΚΗ ΠΕΥΚΗ
- ΑΡΚΕΥΘΟΣ
- ΦΡΑΞΟΣ ΕΥΡΩΠΗΣ
- ΠΥΞΑΡΙ

1.1.3 Κατηγορίες ξυλείας

Η ξυλεία χωρίζεται σε τρεις κατηγορίες: τη μαλακή, τη σκληρή και την τεχνητή.

- Μαλακή Ξυλεία

Η μαλακή ξυλεία προέρχεται από τα κωνοφόρα δέντρα, αυτά δηλαδή που δε χάνουν τα φύλλα τους το φθινόπωρο (αιθαλή). Μερικά παραδείγματα δέντρων μαλακής ξυλείας είναι ο πεύκος, το έλατο και ο κέδρος

- Σκληρή Ξυλεία

Η σκληρή ξυλεία προέρχεται από δέντρα με πλατιά φύλλα που τα συναντούμε κυρίως ως φυλλοβόλα στην εύκρατη ζώνη, και ως αιθαλή στην τροπική ζώνη. Υπάρχει μεγάλη ποικιλία σκληρής

ξυλείας αρχίζοντας από το λιγότερο σκληρό, μπάλασα, μέχρι το πιο σκληρό τον έβενο. Υπάρχουν επίσης σε μια μεγάλη ποικιλία χρωμάτων (συγγενικών με το χρώμα του ξύλου). Παραδείγματα δέντρων σκληρής ξυλείας είναι το τικ, το μαχόκανι, ηοξιά, ο δρυς, η καρυδιάκαι το ιρόκο.

- Πλεονεκτήματα μαλακής και σκληρής ξυλείας:

1. Επεξεργάζεται εύκολα με κοινά κοπτικά εργαλεία.
2. Η προμήθεια της είναι εύκολη.
3. Είναι σχετικά φθηνό υλικό.
4. Είναι ηλεκτρομονωτικό και θερμομονωτικό υλικό.
5. Συνδέεται εύκολα με γόμα και καρφιά.

- Μειονεκτήματα μαλακής και σκληρής ξυλείας:

1. Προσβάλλεται εύκολα από έντομα και μύκητες γι' αυτό χρειάζεται προστασία όπωςμπογιάντισμα και βερνίκωμα.
2. Παραμορφώνεται εύκολα κατά την ξήρανση ή όταν δε φυλάγεται σωστά.
3. Σχίζεται εύκολα κατά τη διεύθυνση των ινών του.
4. Δεν μπορεί να χυτευτεί όπως τα μέταλλα και τα πλαστικά.
5. Το μέγεθος των κομματιών περιορίζεται από το μέγεθος του δέντρου.

- Τεχνητή Ξυλεία

Η τεχνητή ξυλεία κατασκευάζεται από διάφορα κομμάτια ή ίνες σκληρής ή μαλακής ξυλείας. Με διάφορες μηχανικές και θερμικές κατεργασίες τα κομμάτια αυτά συγκολλούνται μεταξύ τους σε μεγάλες πλάκες που έχουν επίπεδες επιφάνειες. Αυτές οι πλάκες επεξεργάζονται εύκολα και

δεν παραμορφώνονται. Τα κυριότερα είδη τεχνητής ξυλείας είναι ο καπλαμάς (ξυλόφυλλο), το κόντρα πλακέ, οι οινόπλακες και οι μοριόπλακες.

Πλεονεκτήματα τεχνητής ξυλείας:

Μπορεί να κατασκευαστεί μεγάλη επιφάνεια ξύλου χωρίς συγκολλήσεις σανίδων.

Μειονεκτήματα τεχνητής ξυλείας:

Δε χρησιμοποιείται σε εξωτερικούς χώρους διότι δεν αντέχει στην υγρασία.

1.2 Είδη στέγης

Τα είδη στέγης είναι τα ακόλουθα:

- Μονοκλινής (μονόριχτη)
- Δικλινής (δίριχτη)
- Τρικλινής (τρίριχτη)
- Τετρακλινής (τετράριχτη)

Τι είναι η στέγη;

Όταν αναφερόμαστε στις στέγες εννοούμε κατασκευές κάλυψης κτιρίου, αυτές κατασκευάζονται από επικλινή επίπεδα έτσι ώστε να είναι δυνατόν η ταχύτερη απομάκρυνση των νερών της βροχής και κυρίως του χιονιού και βέβαια πρέπει να κατασκευάζονται με τρόπο άρτιο έτσι ώστε να περιορίζονται οι κίνδυνοι να περάσει το νερό, ή υγρασία, ο θόρυβος κ.α.

Γενικότερα με τον γενικό τίτλο στέγη δεν εννοούμε μόνο τις φέρουσες κατασκευές των επικλινών στεγάσεων των κτιρίων, αλλά και τις στεγανές

επικαλύψεις τους, ως κύριο υλικό συνήθως είναι τα κεραμίδια, άλλα υλικά είναι πλάκες μπετού, τα μεταλλικά φύλλα ή ακόμη άλλα υλικά.

Ποιες είναι οι στέγες και ονομασίες αυτών; Οι στέγες μπορεί να έχουν ένα ή και περισσότερα επίπεδα προς τις κατακόρυφες παρειές των κτηρίων, πρέπει να είναι πάντοτε κεκλιμένα. Τα επίπεδα πρέπει να εξέχουν από την εξωτερική κατακόρυφη επιφάνεια των περιμετρικών τοίχων και να σχηματίζουν αυτό που ονομάζουμε κορνίζες, ώστε τα νερά τις βροχής να ρέουν προς το έδαφος και βέβαια μακριά από την τοιχοποιία του κτίσματος. Τα επίπεδα που διαμορφώνουν τη στέγη, διατάσσονται κατά διάφορους τρόπους, κυρίως όμως ανάλογα με τη μορφή της κάτοψης του κτιρίου μας.

Πρόκειται για μια βασική επιλογή που επιδρά άμεσα στη λειτουργική και αισθητική του κτιρίου αλλά και στον προϋπολογισμό του.



Εικόνα 1- 1 Ξύλινη στέγη

Ξύλινη στέγη κεραμοσκεπή

Συνήθως η ξύλινη στέγη χρησιμοποιείται όταν οι ιδιοκτήτες θέλουν να "βγάλουν" σοφίτα ή γενικά συνηθίζεται για μελετητική και κατασκευαστική ευκολία.

Η στέγη του σπιτιού είναι ένα βασικό μέρος του σπιτιού καθώς παρέχει την προστασία από τη βροχή, το χιόνι, το χιονόνερο, το χαλάζι, το φως και τη θερμότητα του ήλιου. Η στέγη πρέπει να σφραγιστεί σφιχτά ενάντια στο νερό. Οι στέγες πρέπει να είναι σκληρές και ανθεκτικές, όμως πρέπει να είναι

αρκετά ευπροσάρμοστες να χειριστούν όλα τα είδη καιρού και οποιοδήποτε παράγοντα που παρουσιάζονται επάνω από τη θέση του σπιτιού. Είναι ιδανικό ότι η στέγη είναι πυρίμαχη. Υπάρχουν πολλά είδη στέγης, που διαφοροποιούνται στο σχέδιο, τα χρησιμοποιούμενα υλικά και άλλα. Συνήθως, μια στέγη αποτελείται από το υλικό κατασκευής σκεπής που χρησιμοποιείται για την κύρια κάλυψη. Η οικοδόμηση ή η επισκευή μιας στέγης μπορεί να είναι πολύ απλή ή ο πολύ σύνθετος στόχος, αυτό θα εξαρτηθεί από το σχέδιο και το τέρμα της στέγης.



Εικόνα 1-2 Ξύλινη στέγη

Τι σημαίνει γωνία κλίσης μιας στέγης Εννοούμε π.χ. ότι όταν μία στέγη έχει κλίση 20% όταν η γωνία, την οποία σχηματίζουν τα κεκλιμένα επίπεδά της με το οριζόντιο επίπεδο, έχει εφαπτομένη 0,2 δηλαδή ισούται προς την οξεία γωνία ορθογωνίου τριγώνου, του οποίου η απέναντί της πλευρά θα είναι τα 0,2 της άλλης κάθετης πλευράς.



Εικόνα 1- 3 Στέγη υπό γωνία

Από τι αποτελείται και ποια η κατασκευή κεραμοσκεπής – στέγη; στις στέγες η φέρουσα κατασκευή αποτελείται από τα ζευκτά, δηλαδή δικτυωτές δοκούς με κατάλληλο σχήμα, οι οποίες, τοποθετούνται παράλληλα και σχηματίζουν σχάρα. Επάνω στην κύρια σχάρα, δηλαδή επάνω στις κεκλιμένες πλευρές των ζευκτών, εδράζονται απλές ξυλοδοκοί (τεγίδες), οι οποίες καμιά φορά με άλλες κάθετες προς τις προηγούμενες (επιτεγίδες) διαμορφώνουν σχάρα με μικρότερα ανοίγματα. Όπου σχηματίζονται γραμμές ράχως (μαχιάδες) η γραμμές αυλακιού (λούκια ή ντερέδες), τα βασικά ζευκτά της στέγης συνδυάζονται με ημίζευκτα ή ψευδοζευκτά ή αντικαθίστανται από αυτά.



Εικόνα 1- 4 Κατασκευή κεραμοσκεπής- στέγης

Κεραμοσκεπή, ποια είναι ; Είναι συνήθως επικλινής σκεπή κτιρίων που κατασκευάζεται από ξύλινη βάση πάνω στην οποία τοποθετούνται τα κεραμίδια. Η επικάλυψη της στέγης με κεραμοσκεπή αποτελεί εδώ και αιώνες παραδοσιακό τρόπο επικάλυψης. Το κεραμίδι σαν υλικό έχει πάρα πολλά πλεονεκτήματα, είναι αδιαπέραστο από το νερό αλλά ταυτόχρονα έχει δυνατότητα αναπνοής, είναι άκαυστο και παρουσιάζει αρκετά μεγάλη χωρητικότητα ακτινοβολίας και εξωτερικής θερμοκρασίας. Καλυμμένα με κεραμοσκεπή είναι τα περισσότερα σπίτια στις περιοχές με μεγάλο υψόμετρο, εκεί όπου το χειμώνα συνήθως χιονίζει, η επικλινής στέγη βοηθά στη απομάκρυνση του χιονιού και στην θερμομόνωση του κτίσματος. Κεραμοσκεπές συναντάμε κυρίως σε μονοκατοικίες ή μικρά κτίσματα, ξεχωρίζει δε και από τις πλευρές κατασκευής σε δόριχτες, μονόριχτες. κ.λ.π.



Εικόνα 1- 5 Κεραμοσκεπή

Μόνωση κεραμοσκεπής, τι πρέπει να προσέξουμε; Η σωστά τοποθετημένη μεμβράνη μπορεί να στεγανοποιήσει και να διατηρεί την διαπνοή της σε όποια στρώση από την επιλεγείσα τομή στέγης τοποθετηθεί. Λειτουργεί είτε πάνω είτε κάτω από την μόνωση πολυστυρόλης . Είναι αυτονόητο ότι όσο πιο σωστά τοποθετηθεί τόσο περισσότερο θα προστατεύσει την στέγη μας. Μπορεί και πρέπει να διαστρωθεί τελείως εξωτερικά, δηλαδή πάνω από όλα τα ξύλα, με αυτόν τον τρόπο θα έχουμε πλήρη προστασία της ξυλείας.



Εικόνα 0-1-6 Ξύλινη στέγη σοφίτας

Θερμομόνωση και ο αερισμός της κεραμοσκεπής, τι πρέπει να προσέξουμε; Ο αερισμός της όλης κατασκευής πρέπει να εξασφαλίζεται. Αν και η πολυστυρόλη είναι ανεπηρέαστη από τους υδρατμούς, ωστόσο τα στοιχεία της ξύλινης κατασκευής μπορεί να διαβρωθούν σε περίπτωση κακής

μόνωσης. Η μεμβράνη έχει συντελεστή διαπίδυσης υδρατμών $< 0,1m$ αφήνοντας τους υδρατμούς να περνάνε ανεμπόδιστα από μέσα της, σχεδόν σαν να μην ήταν παρούσα.



Εικόνα 1-7 Θερμομόνωση κεραμοσκεπής

Πως πρέπει να τοποθετείται η μεμβράνη; Η μεμβράνη απλώνεται πάντα από τα δεξιά προς τα αριστερά πάντα από κάτω προς τα πάνω και βέβαια παράλληλα με τον κορφιά. Το γυαλιστερό γκρι strip που καλύπτει την κόλλα για την ένωση των ρολών μεταξύ τους να είναι πάντα στο άνω μέρος του κάθε ρολού. Το κάθε επόμενο ρολό πρέπει τοποθετείται ώστε να καλύπτει ακριβώς αυτό το strip χωρίς κύματα και ζάρες και χωρίς βέβαια στην φάση αυτή να συγκολλήσουμε τις αυτοκόλλητες ραφές.

Ποια η μηχανική στήριξη; Η μηχανική στήριξη, το λεγόμενο **κάρφωμα** γίνεται στο άνω μέρος και συγκεκριμένα στη ζώνη που θα καλυφθεί από το αυτοκόλλητο strip της άνω μεμβράνης. Το αυτοκόλλητο strip βρίσκεται λοιπόν κατά την τοποθέτηση πάντα στην προς τον κορφιά ζώνη, της κάτω μεμβράνης. Ακολουθεί η άνω στρώση μεμβράνης που πατά σαν κεραμίδι πάνω στην κολλητική αυτή ζώνη. Όσα καρφώματα και αν δεχθεί ακόμα και αν αφαιρεθεί μετά το καρφί αυτή θα αυτοεπουλώνεται παραμένοντας πάντοτε στεγανή.

Η αυτοκόλλητη συρραφή Με την απλούστατη αυτοκόλλητη συρραφή δημιουργείται ένα διαπνέον, όμως ανεμοστεγές κέλυφος. Έτσι ο ψυχρός άνεμος δεν μπορεί να επηρεάσει πλέον την θερμομόνωση. Η διαφορά της πίεσης του ανέμου στις κεραμοσκεπές δημιουργεί ισχυρότατο ρεύμα το οποίο

εκτός της ψύξης, φέρνει 1000 φορές περισσότερη υγρασία απ' ό τι ο εξερχόμενος υδρατμός. Επιπλέον, η μεμβράνη εμποδίζει τη συσσώρευση της σκόνης που φέρνει ο άνεμος.

Ποια η ζώνη Αερισμού ασφαλείας; Αν χρησιμοποιηθούν συμβατικά υλικά θερμομόνωσης, π.χ. πλάκες πολυουρεθάνης, πετροβάμβακας, πολυστερίνες κλπ. τα οποία είναι όλα ευπαθή σε τέτοιου είδους κατασκευές μεριμνούμε για μία 2η ζώνη (κέλυφος) αερισμού εσωτερικά ώστε να εξατμίζονται τυχόν εσωτερικές συμπυκνώσεις υδρατμού πίσω από το φράγμα (λόγω θερμογεφυρών π.χ.)

Τυπική κατασκευή, πώς γίνεται;

Η σκεπή μπορεί να είναι εμφανής ή τυφλή.

Η επένδυση της οροφής γίνεται με ραμποτέ σανίδια πεύκης διατομής 14-28 mm.

Το διάξυλο οροφής (παπάς) είναι από μασίφ ή πολυκολλητό ξύλο (η διατομή είναι ανάλογη των φορτίων της στέγης).

Το τελείωμα στέγης γίνεται με φορούσια ή τυφλά.

Πέτσωμα στέγης πεύκου 16mm, εμποτισμένο (Εναλλακτικά 12mm ή 18mm).

Μεμβράνη –φράγμα υδρατμών.

Φελιζόλ 50mm.

Πετροβάμβακας.

Αντιανεμική μεμβράνη.

Σχάρωση με καδρόνια 60 x 40 mm.

Κεραμίδια Ελληνικά η Ρωμαϊκού τύπου (Εναλλακτικά Σουηδικού τύπου).

Παράθυρο στέγης (αν απαιτείται).

Τι είναι αυτό που θα πρέπει να προσέξετε και να απαιτήσετε στην αναπαλαίωση ή στην κατασκευή μιας νέας κεραμοσκεπής

Είναι η επιλογή της σωστής μεμβράνης της κεραμοσκεπής

Τι είναι η μεμβράνη : Δεν είναι άλλο από το είδος του υποστρώματος.

Τα σωστά υποστρώματα σε 3 γενικές κατηγορίες:

α) Τα **συνεχή** (πετσωμένα) υποστρώματα: π.χ. από πάνελ OSB, κόντρα πλακέ ή ραμποτέ ξυλεία.

β) Τα **ασυνεχή** υποστρώματα: ψαλίδια ή αμείβοντες.

γ) Θερμομονωτικά πάνελ.

Άλλα επιπλέον κριτήρια επιλογής μεμβρανών:

1) Η στέγη είναι θερμή ή ψυχρή;

2) Η στέγη είναι αεριζόμενη ή μη αεριζόμενη;

Υπενθυμίζουμε ότι όταν λέμε αερισμό αναφερόμαστε στο κενό μεταξύ της μεμβράνης και της θερμομονωτικής στρώσης.

3) Η κλίση της στέγης.

Όσο πιο μικρή η κλίση, τόσο πιο λειτουργική και αποδοτική θα πρέπει να είναι η μεμβράνη.

4) Το είδος του στοιχείου επικάλυψης.

Για παράδειγμα, όταν έχουμε ασφατικά κεραμίδια, είναι η μακράν καλύτερη επιλογή είναι μια SBS, αυτοκόλλητη, ελαστομερής, ασφαλική μεμβράνη.

5) Καινούρια κατασκευή ή αποκατάσταση;

Η επιλογή δική σας

6) Η απόσταση μεταξύ των ψαλιδιών.

Επηρεάζει τα μηχανικά χαρακτηριστικά της μεμβράνης. Σε μερικές χώρες οι μεμβράνες πρέπει να περνάνε από το λεγόμενο “steptest”. Η μεμβράνη πρέπει να συγκρατεί το βάρος του τεχνίτη, εάν τυχαία πατήσει ανάμεσα στα ψαλίδια.

7) Μπορεί η μεμβράνη κεραμοσκεπής να χρησιμοποιηθεί πάνω σε πετσωμένα υποστρώματα;

Ή μήπως είναι επιρρεπής στο «φαινόμενο της τέντας»

8) Αντίσταση στη διείσδυση νερού.

Σε ποια από τις τρεις κλάσεις ανήκει η μεμβράνη;

9) Αντοχή στις υπεριώδεις.

Για πόσους μήνες μπορεί να παραμείνει η μεμβράνη στον ήλιο χωρίς να υποστεί ανεπανόρθωτη ζημιά;

10) Είναι η μεμβράνη διασταλτικά σταθερή;

Αυτό έχει π.χ. να κάνει με τη συμπεριφορά της μεμβράνης γύρω από το καρφί στήριξης.

11) Ευκαμψία στο ψύχος.

Κρίσιμη παράμετρος για περιοχές με χαμηλές θερμοκρασίες.

12) Αντοχή σε υψηλές θερμοκρασίες.

Εξαιρετικά κρίσιμη στις περιπτώσεις ανεπαρκούς αερισμού και θερμών κλιμάτων.

13) Μηχανικές αντοχές της μεμβράνης.

Όπως π.χ. η αντοχή σε εφελκυσμό, η αντοχή σε σχίσσιμο γύρω από το καρφί κλπ. Κρίσιμη παράμετρος σε περιοχές με ισχυρούς ανέμους.

14) Αντι - ολισθηρότητα.

Ασφάλεια όταν η μεμβράνη τοποθετείται σε πετσωμένα υποστρώματα.

15) Συνδυασμός της μεμβράνης κεραμοσκεπών με ανακλαστικό φράγμα.

16) Συμπεριφορά της μεμβράνης σε περίπτωση φωτιάς.

17) Οσμές.

Πολλές μεμβράνες αναδίδουν ενοχλητικές οσμές ιδίως σε περίπτωση υψηλών θερμοκρασιών.

18) Μπορεί η μεμβράνη να αποτελέσει τροφή για τρωκτικά;

19) Ανθεκτικότητα στο χρόνο.

Ποια είναι η μέση προσδοκώμενη λειτουργική ζωή της μεμβράνης;

20) Επισκευασιμότητα.

Πόσο εύκολο είναι να επισκευασθεί η μεμβράνη σε περίπτωση τραυματισμού;

21) Θόρυβος λόγω αέρα.

Πολλές μεμβράνες είναι έτσι φτιαγμένες ώστε σε περίπτωση ισχυρού ανέμου παράγουν πολύ ενοχλητικούς θορύβους.

22) Φυσικά χαρακτηριστικά όπως βάρος/m², πάχος, διαστάσεις ρόλων.**23) Ατμοδιαπερατότητα.**

Πόσο αναπνέουσα είναι η μεμβράνη;

1.3 Είδη κεραμιδιών

Τα κεραμίδια ανήκουν στην κατηγορία των υλικών στέγασης.

Χρησιμοποιούνται για την κάλυψη επικλινών στεγών που αποτελούνται από ξύλινα ζευκτά ή από πλάκες οπλισμένου σκυροδέματος.

Οι κυριότεροι τύποι κεραμιδιών είναι:

- Κυρτά (βυζαντινά κεραμίδια)
- Επίπεδα πτυχωτά (γαλλικά κεραμίδια)
- Πλακοειδή

Η τοποθέτηση των κυρτών κεραμιδιών στις στέγες γίνεται επάνω σε συνεχές σανίδωμα με τη βοήθεια κονιάματος.

Τα πτυχωτά τοποθετούνται επάνω σε ξύλινο σκελετό χωρίς κονίαμα αλλά με τρόπο ώστε το κεραμίδι να καλύπτει ένα μέρος του άλλου.

Αυτό γίνεται τοποθετώντας την κυρτή πτυχή του ενός κεραμιδιού επάνω στην κοίλη πτυχή του άλλου.

Πολλές φορές για μεγαλύτερη ασφάλεια στον άνεμο κάθε πτυχωτό κεραμίδι δένεται με γαλβανισμένο σύρμα επάνω στον ξύλινο σκελετό.

Κατά των έλεγχο των κεραμιδιών πρέπει να έχουμε υπόψη μας ότι αυτά:

- Δεν πρέπει να παρουσιάζουν ραγίσματα ή τριχοειδείς ρωγμές.
- Πρέπει να είναι απόλυτα ακέραια.
- Να είναι ομοιόχρωμα σε όλη τη μάζα τους και να μην εμφανίζουν κηλίδες (ασπράδια).
- Να παρουσιάζουν αρκετή σκληρότητα, ώστε να χαράσσονται δύσκολα από μαχαίρι
- Όταν τα κτυπάμε με μεταλλικό αντικείμενο να παράγουν ήχο οξύ
- Το πορώδες τους να είναι μικρό, ώστε να αντέχουν στον παγετό και να μην τα διαπερνά το νερό εύκολα.

Για να ελέγξουμε την τελευταία ιδιότητα διατηρούμε επάνω στην επιφάνεια νερό σε ύψος 5 cm για 2 ώρες

Εάν δεν παρουσιαστεί εφίδρωση στην κάτω επιφάνεια του κεραμιδιού, τότε το πορώδες τους θεωρείται ικανοποιητικό.

Εδώ πρέπει να παρατηρήσουμε ότι η υδροπερατότητα των κεραμιδιών ελαττώνεται, δηλαδή ελαττώνεται το πορώδες μετά την τοποθέτησή τους στο έργο, γιατί η σκόνη της ατμόσφαιρας κλείνει τους πόρους τους.

- Να παρουσιάζουν ικανή μηχανική αντοχή.

Η αντοχή αυτή θεωρείται ικανοποιητική, όταν επάνω σε κεραμίδι που στηρίζεται σε δύο στηρίγματα που απέχουν μεταξύ τους 25 cm, πατήσει άνδρας μετρίου βάρους και το κεραμίδι δεν σπάσει.

- Να μην εμφανίζουν αλλοιώσεις εάν θερμανθούν και να μην μεταβληθούν οι διαστάσεις τους πάνω από 2%.



Κεφάλαιο 2: Ευρωκώδικας 5 (Κατασκευές από Ξύλο)

2.1 Συνοπτική παρουσίαση κεφαλαίων που περιλαμβάνει ο Ευρωκώδικας 5

Γενικά

Περιλαμβάνει στοιχεία για το πεδίο εφαρμογής του Ευρωκώδικα, τα απαιτούμενα συμπληρωματικά κανονιστικά κείμενα καθώς και βασικούς ορισμούς.

Βάσεις σχεδιασμού

Πραγματεύεται τις βασικές αρχές σχεδιασμού για την οριακή κατάσταση αστοχίας και την οριακή κατάσταση λειτουργικότητας με αναφορές στο EN 1990:2002 «Ευρωκώδικας

Βάσεις σχεδιασμού» και στο EN 1991 «Δράσεις στις κατασκευές».

Κυρίως όμως δίδονται συμπληρωματικά στοιχεία των παραπάνω

γενικών κανονισμών που αφορούν στις ξύλινες κατασκευές.

(Υπολογισμός παραμορφώσεων ξύλινων στοιχείων, τιμές των

συντελεστών γ_m για ιδιότητες και αντοχές διαφόρων υλικών από

ξύλο, στοιχεία για την επιρροή υγρασίας και διάρκειας φόρτισης

στην αντοχή και την παραμόρφωση (ερπυσμό) των ξύλινων κατασκευών

Ορισμός κλάσεων λειτουργίας των κατασκευών, κλάσεων διάρκειας φόρτισης)

Ιδιότητες υλικών

Δίδονται πίνακες με τις τιμές των συντελεστών k_{mod} , k_{def} , μέσω των οποίων λαμβάνεται υπ' όψιν η επιρροή της υγρασίας των διάρκειας φόρτισης στον

υπολογισμό των ξύλινων κατασκευών (βλ. 2) καθώς και τιμές του kh (επιρροή του μεγέθους του μέλους στην αντοχή διαφόρων ειδών

ξυλείας). Υπενθυμίζεται ότι

όλα τα στοιχεία για τα μηχανικά χαρακτηριστικά των διαφόρων Τύπου ξυλείας και των προϊόντων ξύλου (αντοχές, μέτρα ελαστικότητας και τύπου ξυλείας και των προϊόντων ξύλου (αντοχές, μέτρα ελαστικότητας και διάτμησης, πυκνότητα) βρίσκονται στα σχετικά EN και όχι σε αυτό το κεφάλαιο.

Ανθεκτικότητα (αντοχή στον χρόνο)

Περιλαμβάνονται παραπομπές σε ENs με στοιχεία για την ανθεκτικότητα σε βιολογικούς παράγοντες της δομικής ξυλείας και των προϊόντων ξύλου. Δίδεται επίσης πίνακας με στοιχεία για την προστασία έναντι διαβρώσεως των μεταλλικών συνδέσμων που χρησιμοποιούνται σε ξύλινες κατασκευές.

Βάσεις αναλύσεως

Δίδονται γενικές οδηγίες για τον τρόπο προσομοίωσης δομικών συστημάτων από ξύλο (πλαίσια δικτυώματα δικτυώματα μελοφόρες πλάκες)

Οριακές καταστάσεις αστοχίας

Καλύπτεται ο υπολογισμός ξύλινων φερόντων στοιχείων (ευθύγραμμων, καμπύλων και γενικότερα φερόντων στοιχείων με μεταβαλλόμενη διατομή).

Περιλαμβάνονται στοιχεία για τους ελέγχους οριακής κατάστασης αστοχίας.

-Εφελκυσμό και θλίψη παράλληλα και κάθετα στις ίνες, κάμψη, διάτμηση, στρέψη.

-Θλίψη υπό γωνία ως προς τις ίνες

-Συνδυασμό αξονικών δυνάμεων και κάμψης.

Δίδονται στοιχεία για τον:

-λυγισμό και στρεπτοκαμπτική ευστάθεια (πλευρικό λυγισμό) καμπτόμενων μελών,

-υπολογισμό δοκών με απότμηση στην στήριξη,

-συντελεστή διανομής φορτίου k

-συντελεστή διανομής φορτίου k_{sys} .

Οριακές καταστάσεις λειτουργικότητας

Δίδονται μόνο συστάσεις για τις οριακές τιμές βέλους δοκών οι οριστικές τιμές των οποίων υπάρχουν στο Εθνικό Προσάρτημα.

Δίδονται επίσης στοιχεία για το μέτρο ολισθήσεως συνδέσεων,

K_{ser} , και για τον υπολογισμό ταλάντωσης πατωμάτων.

Συνδέσεις με μεταλλικούς συνδέσμους

Αποτελεί το μεγαλύτερο κεφάλαιο του Ευρωκώδικα ενδεικτικό του ότι οι συνδέσεις αποτελούν τον σημαντικότερο και

δυσκολότερο τμήμα του σχεδιασμού και υπολογισμού των ξύλινων κατασκευών. Καλύπτονται συνδέσεις ξύλου-ξύλου, ξυλοπλάκας-ξύλου και χάλυβα – ξύλου για ήλους, δίκαρφα, κοχλίες (μπουλόνια), βλήτρα, βίδες,

ηλοφόρες πλάκες, δακτυλιοειδή δισκοειδή και οδοντωτά διατμητικά ενθέματα, υπό εγκάρσια και αξονική φόρτιση.

Μέλη σύνθετης διατομής και δομικά συστήματα

Δίδονται στοιχεία για τον σχεδιασμό και υπολογισμό:

-μελών σύνθετης διατομής (δοκοί και υποστυλώματα μορφής I).

-δικτυωμάτων

-και διαφραγματικών κατασκευών πατωμάτων στεγών και τοίχων

κατασκευασμένων

από ξύλινο σκελετό και διαφόρων τύπων ξυλόφυλλα (κόντρα-πλακέ, OSB, κ.α.).

Κατασκευαστικές λεπτομέρειες και έλεγχοι

Περιλαμβάνει πρόσθετες απαιτήσεις για:-κατασκευαστικές λεπτομέρειες που φορούν στις συνδέσεις και στις διαφραγματικές κατασκευές πατωμάτων ,στεγών και τοίχων, -γενικότερες εργασίες στο εργοτάξιο (μεταφορά, αποθήκευση, έγερση φορέων κ.α.).

Περιλαμβάνει στοιχεία για τον έλεγχο της αστοχίας από διατμητική απόσπαση ή διατμητική απόσχιση συνδέσεων χάλυβα με ξύλο με πολλούς συνδέσμους τύπου βλήτρου.

Περιλαμβάνει πρόσθετα στοιχεία για τον υπολογισμό δοκών συντιθεμένων με μηχανικούς συνδέσμους με απλοποιητική μέθοδο ανάλυσης.

Περιλαμβάνει στοιχεία για σύνθετα υποστυλώματα συντιθέμενα με μηχανικούς συνδέσμους επιθέματα και παρεμβλήματα καθώς και δικτυωματικά υποστυλώματα.

Γενικά

Ο Ευρωκώδικας 5 (EN1995) αποτελείται από τα παρακάτω επιμέρους κανονιστικά κείμενα:

- EN1995-1-1 Γενικοί κανόνες και κανόνες για κτήρια
- EN1995-1-2 Γενικοί κανόνες– Δομικός Σχεδιασμός έναντι πυρκαγιάς
- EN1995-2 Γέφυρες

Η χρήση του EN1995 γίνεται σε συνδυασμό με τα εξής κείμενα:

- ∅ EN 1990:2002 «Ευρωκώδικας –Βάσεις σχεδιασμού»
- ∅ EN 1991 «Δράσεις στις κατασκευές»

- Ø EN1998 «Αντισεισμικός Σχεδιασμός» ,για τις ξύλινες κατασκευές σε σεισμικές περιοχές
- Ø EN1993 «Ευρωκώδικας 3: Σχεδιασμός Κατασκευών από Χάλυβα»
- Ø Το Εθνικό Προσάρτημα στο οποίο περιλαμβάνονται πληροφορίες για τις παραμέτρους που αφήνονται ανοιχτές στους Ευρωκώδικες προκειμένου να συμπληρωθούν με Εθνική Επιλογή.
- Ø Πρότυπα ENs για τα δομικά προϊόντα σχετικά με τις ξύλινες κατασκευές. Αναλυτικός κατάλογος των ENs υπάρχει στον ιστότοπο του ΕΛΟΤ.

Δυσκολίες εφαρμογής Ευρωκώδικα 5²

Κεφ. 1 Γενικά

ΔΥΣΚΟΛΙΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΟ ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΑ 5
Δύσχρηστος κανονισμός

- Ο τρόπος υπολογισμού και διαστασιολόγησης των ξύλινων μελών και ιδιαίτερα των συνδέσεων είναι πολύ πιο πολύπλοκος και χρονοβόρος από παλιότερα και η πιθανότητα να γίνει αριθμητικό λάθος στις πράξεις μεγάλη.

Για παράδειγμα, χρειάζονται 6 αρκετά πολύπλοκες εξισώσεις για τον υπολογισμό μιας μονόμητης σύνδεσης ξύλου με ξύλου.

- Για μονόμητες συνδέσεις

$$f_{d,1} \cdot d \quad (a)$$

$$f_{d,2} \cdot t_2 \cdot d \quad (b)$$

$$\frac{f_{d,1} \cdot t_1 \cdot d}{1+\beta} \left[\beta + 2\beta^2 \left[1 + \frac{t_2}{t_1} \left(\frac{t_1}{t_2} \right)^2 \right] + \beta^3 \left(\frac{t_1}{t_2} \right)^2 - \beta \left(1 + \frac{t_1}{t_2} \right) \right] + \frac{F_{m,n}}{4} \quad (c)$$

$$R_{d,n} = \min \left\{ 1,05 \frac{f_{d,1} \cdot t_1 \cdot d}{2+\beta} \left[\sqrt{2\beta^2 (1+\beta) + \frac{4\beta(2-\beta)M_{d,n}}{f_{d,1} \cdot d}} - \beta \right] + \frac{F_{m,n}}{4}, \right. \quad (d)$$

$$1,05 \frac{f_{d,1} \cdot t_1 \cdot d}{1+2\beta} \left[\sqrt{2\beta^2 (1+\beta) + \frac{4\beta(2-2\beta)M_{d,n}}{f_{d,1} \cdot d}} - \beta \right] + \frac{F_{m,n}}{4} \quad (e)$$

$$\left. 1,15 \sqrt{\frac{2\beta}{1+\beta}} \sqrt{2M_{d,n} f_{d,1} \cdot d} + \frac{F_{m,n}}{4} \quad (f) \right.$$

Εικόνα 2-1 Δυσκολίες εφαρμογής ευρωκώδικα 5

² Τσακανίκα ΕΛ., Εκπαιδευτικά Σεμινάρια Ευρωκώδικων, ΤΕΕ (2010) (www.tee.gr)

Ο ευρωκώδικας 5 είναι ένας δύσχρηστος κανονισμός :

- Δεν έχει αρκετά διευκρινιστικά σχήματα και επεξηγήσεις
- Είναι γραμμένος για μηχανικούς με ικανοποιητική ήδη γνώση των ξύλινων κατασκευών

2. Βάσεις σχεδιασμού

Πραγματεύεται τις βασικές αρχές σχεδιασμού για την οριακή κατάσταση αστοχίας και την οριακή κατάσταση λειτουργικότητας.

Η γενική φιλοσοφία σχεδιασμού είναι κοινή για όλους τους Ευρωκώδικες (οριακές καταστάσεις αστοχίας και λειτουργικότητας σε συνδυασμό με την μέθοδο των επί μέρους συντελεστών).

Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας $S_d \leq R_d$

όπου :

S_d = τιμή σχεδιασμού των εσωτερικών δυνάμεων που δημιουργούν οι δράσεις

R_d = τιμή σχεδιασμού της αντοχής (μέγεθος αντοχής σχεδιασμού)

Κεφ. 2 Βάσεις σχεδιασμού

Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας

$S_d \leq R_d$

ΔΡΑΣΕΙΣ και ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΙ ΦΟΡΤΙΣΕΩΝ (S_d) (βλ. EN 1990:2002 και EN 1991)

α. Χωρίς σεισμό $\Sigma \gamma G_j + G_{k,j} + \gamma Q_{1,i} + \Sigma \gamma Q_{2,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$

β. Με σεισμό $\Sigma G_{k,j} + A_d + \Sigma \psi_{2,i} Q_{k,i}$

ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΩΝ ΔΡΑΣΗΣ (Εφαρμογές: Πτομάκι, [3], Τεχνικό Παιχνίδι και EN 1991:2002)	
G = σταθ. βάρη, Q 1 & 2 = επιβαλλόμενα φορτία, S = γάνι, W = άνεμος	
$\gamma_g = 1.35$	$\gamma_w = 1.5$
$\psi_1 (q) = 0.7$ (κατοικία, γραφείο, χώρο συνάντησης, καταστήματα, χώροι υαλοσφραγισ, ηχητήριο)	
$\psi_1 (Q) = 1.0$ (χώροι αποθήκευσης)	
$\psi_1 (S) = 0.5$ (αυτοκίνητο 100km), $\psi_1 (W) = 0.7$ (αυτοκίνητο 100km)	
$\psi_1 (w) = 0.6$	
$\psi_2 (q) = 0.5$ (κατοικία, γραφείο), $\psi_2 (Q) = 0.8$ (χώροι συνάντησης, καταστήματα)	
$\psi_2 (q) = 0.0$ (για μηχανήματα, βλ. κατηγορία II EC 0)	
$\psi_2 (S) = 0.6$ (αυτοκίνητο 100km), $\psi_2 (W) = 0.2$ (αυτοκίνητο 100km)	
$\psi_2 (w) = 0.0$	

Εικόνα 2-2 Έλεγχος οριακής κατάστασης αστοχίας

Κεφ. 2 Βασικός σχεδιασμός

Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας

$$S_d \leq R_d$$

ΔΡΑΣΕΙΣ και ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΙ ΦΟΡΤΙΣΕΩΝ (S_d) (βλ. EN 1990:2002 και EN 1991)

α. Χωρίς σεισμό: $S_d = \sum \gamma G_k + \gamma Q_k 1 + \gamma Q_k 1 + \sum \gamma Q_k 1$ (φ0,1 Qk)

Παραδείγματα συνδυασμών φορτίσεων για συνήθεις εφαρμογές

Πάτωμα :	1,35G + 1,5Q		
Κεκλιμένη στέγη (μη βατή):	1,35 G		
	1,35G + 1,5 S	1,35G + 1,5 W	
	1,35G + 1,5S + 0,6*1,5W	1,35G + 1,5W + 0,5*1,5S	
			0,9
			0,75

Εικόνα 2-3 Δράσεις και συνδυασμοί φορτίσεων χωρίς σεισμό

Κεφ. 2 Βασικός σχεδιασμός

Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας

$$S_d \leq R_d$$

ΔΡΑΣΕΙΣ και ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΙ ΦΟΡΤΙΣΕΩΝ (S_d) (βλ. EN 1990:2002 και EN 1991)

β. Με σεισμό: $S_d = \sum \gamma Q_k 2 + \gamma A_d + \sum \gamma Q_k 1$

Παραδείγματα συνδυασμών φορτίσεων για συνήθεις εφαρμογές

Πάτωμα κατοικίας :	G + A
	G + A + $\psi_2(q)$ Q = G + A + 0,3 Q
Μη βατή κεκλιμένη στέγη:	G + A + 0,0 S + 0,0W (υψόμετρο <1000μ.)

Εικόνα 2-4 Δράσεις και συνδυασμοί φορτίσεων με σεισμό

Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας

$$S_d \leq R_d$$

$$S_d \leq R_k / \gamma_M$$

Για όλα τα υλικά

όπου : γ_M είναι ο επί μέρους συντελεστής ασφαλείας

Επιφ. 2 Θεμελιώδεις συνδυασμοί δράσεων

Θεμελιώδεις συνδυασμοί δράσεων	γ_M	
Φυσική βλάβη (επιρροή, πτώση, κρητή - soil failure):	1,3	<p>Πίνακας 2.3 από ΕΝ 1993-1-1. Για Εθνικά Πρότυπα είναι απόδοξη και απαιτούμενη από τον Διατάκτη 3 τμήν.</p> <p>Για τον υπολογισμό των απαιτήσεων διαφόρων ειδών ξύλου απαιτούνται ξύλα</p> $S_d \leq \frac{R_k}{\gamma_M}$
Επιταχισμένη βλάβη (Standard accelerated timber):	1,25	
Βλάβη επιταχισμένου ξυλοφύλλου (LVL):	1,2	
Αντιπυρική βλάβη - εκτετατο-ελακία (phased):	1,3	
Βλάβη προσανατολισμένων (ακτινωμένων) (Oriented Strand Boards - OSB):		
Μορφολόγος (Fibreboards):	1,3	
Ισοπέδικος σκληρός (Fibreboards hard):	1,3	
Ισοπέδικος μέσης σκληρότητας (Fibreboards medium):	1,3	
Ισοπέδικος μέσης πυκνότητας (Fibreboards MDF):	1,3	
Ισοπέδικος μαλακός (Fibreboards soft):	1,3	
Συνδέσεις:	1,3	<p>Για τον υπολογισμό των συνδέσεων</p>
Συνδέσεις με ημισφαιρικές πλάκες:	1,25	
Τυχηματικοί συνδυασμοί (για όλα τα υλικά και για όλα τα είδη συνδέσεων)	1,0	

Επιφ. 2 Θεμελιώδεις συνδυασμοί δράσεων

Εικόνα 2-5 Θεμελιώδεις συνδυασμοί δράσεων

Κεφ. 2 Βάσης σχεδιασμού

Θεμελιώδεις συνδυασμοί δράσεων	γ_M
Φυσική ζέση (απορρόφηση, εκπομπή, ημερήσια - night time):	1,3
Επικολητή ζέση (Glass installed time):	1,25
Τελεία επικολημένων (ελεγκτών (-VI)):	1,1
Διηλεκτρική ζέση «έναντι-πλάσι» (ήμεροση):	1,3
Πλάσι προσανατολισμένων (ολοστρεφών) (Oriented Strand Boards - OSB):	
Μορφοποιεί (Particleboards):	1,3
Μορφοποιεί σκληρές (Fibreboards hard):	1,3
Μορφοποιεί μέσης σκληρότητας (Fibreboards medium):	1,3
Μορφοποιεί μέσης πυκνότητας (Fibreboards MDF):	1,3
Μορφοποιεί μαλακές (Fibreboards soft):	1,3
Ενδόσεις:	1,3
Ενδόσεις με ψηφίρες πλάσι:	1,25
Τυχηματικοί συνδυασμοί Για όλα τα υλικά και για όλα τα είδη συνδέσεων.	1,0

Επισημαίνεται η μείωση του συντελεστή γ_M στη κατηγορία κλίμα του Ευρωπαϊκού 5 για την επικολητή ζέση και το LVL. Στις προηγούμενες εκδόσεις ήταν 1,3.

Ο συντελεστής γ_M για την επικολητή ζέση και το LVL (βιομηχανικά προϊόντα (ξύλου)) είναι μικρότερος των υπολοίπων λόγω μείωσης των αβεβαιοτήτων κατά την παραγωγή τους.

Αντίθετα, για τον υπολογισμό των πιεδίων ο συντελεστής γ_M που αφορά στα μεταλλικά συνδέματα (καβλάς, ήλικες, κλπ.) αυξήθηκε από 1,1 σε 1,3.

Εικόνα 2-6 Θεμελιώδεις συνδυασμοί δράσεων

3. Ιδιότητες υλικών

Για το ξύλο

$$S_d \leq k_{mod} R_k / \gamma_M$$

όπου:

R_k είναι η χαρακτηριστική τιμή της φέρουσας ικανότητας

γ_M είναι ο επί μέρους συντελεστής για μία ιδιότητα του υλικού

k_{mod} είναι ένας τροποποιητικός συντελεστής με τον οποίο λαμβάνεται

υπόψη η επιρροή της διάρκειας φόρτισης και το ποσοστό περιεχομένης υγρασίας του ξύλου.

Η φέρουσα ικανότητα του ξύλου και των προϊόντων ξύλου επηρεάζεται σημαντικά από τον χρόνο επιβολής των φορτίων. Παραλαμβάνονται λιγότερα φορτία όταν αυτά καταπονούν την κατασκευή για μεγάλο χρονικό διάστημα (π.χ. μόνιμα).

Γι' αυτό οι δράσεις που εισάγονται στους υπολογισμούς κατατάσσονται σε κατηγορίες ανάλογα με την διάρκεια τους, οι οποίες ονομάζονται (κατηγορίες διάρκειας φόρτισης).

Στον EC5 καθορίζονται «κατηγορίες λειτουργίας» στις οποίες κατατάσσονται οι κατασκευές ανάλογα με την σχετική υγρασία και θερμοκρασία του περιβάλλοντος τους

Το σύστημα των κατηγοριών λειτουργίας προορίζεται κυρίως για τον καθορισμό τιμών αντοχών μέσω του συντελεστή k_{mod} .

$$S_D \leq K_{mod}$$

$$R_k / \gamma_M$$

Κεφ. 2 Βάσεις σχεδιασμού, Κεφ. 3 Ιδιότητες υλικών

Τιμές του k_{mod}
(βλ. EN 1995-1-1 2.41, Πίνακας 3.1, Απεικονίσεις EN 1995-1-1:2004/A - Ισχύς 2008)

Όνομα	Πρότυπο	Επιπεδότητα	Κατηγορία παροχής ατμού				
			Μέση τιμή	Μειωμένη τιμή	Μεσοδιάστημα	Μεγιστή τιμή	Λογιστική τιμή
Φυλλώδη (αέριο)	EN 1488-1:1	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
Επιπεδωτή φύλλα	EN 14980	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90
Πολλά επιπλεγμένων φύλλων (LVL)	EN 14474, EN 14479						
Αποκλιτή φύλλα ("αδύνα-εξοδ" ρήγνοοδ)	EN 636 EN 636-1 EN 636-2 EN 636-3						
Πλάκες προστατευμένων ξυλοσχεδίων (Πλακάκια OSB/3 Boards - OSB)	EN 1398 OSB/3 OSB/3, OSB/4 OSB/3, OSB/4	1	0,30	0,45	0,65	0,85	1,10
		1	0,40	0,50	0,70	0,90	1,10
		2	0,30	0,40	0,55	0,70	0,90
Στερεοπλακάκια (ματελεστικά)	EN 1312 Τύπος P4, P9 Τύπος P5 Τύπος P4, P7 Τύπος P7	1	0,30	0,45	0,65	0,85	1,10
		2	0,30	0,30	0,45	0,60	0,80
		1	0,40	0,50	0,70	0,90	1,10
		2	0,30	0,40	0,55	0,70	0,90
Πολλάκι αέρας (Γίνεσσοδ ή αέρι ή ματελεστικά)	EN 622-2 HB LA, MBHLA1 η 1 HB HL A1 η 2	1	0,30	0,45	0,65	0,85	1,10
		2	0,20	0,30	0,45	0,60	0,80
Πολλάκι μέσης αέρας (Γίνεσσοδ ή αέρι ή ματελεστικά)	EN 622-1 MBHLA1 η 2 MBHLA1 η 2 MBHLA1 η 2	1	0,20	0,40	0,60	0,80	1,10
		1	0,20	0,40	0,60	0,80	1,10
		2	-	-	-	0,45	0,80
Πολλάκι μέσης πανότατα (Γίνεσσοδ MDF)	EN 622-5 MDF 1 A, MDF 0 ELS MDF 0 ELS	1	0,30	0,40	0,60	0,80	1,10
		2	-	-	-	0,45	0,80

Μειωτικός συντελεστής των αντοχών κατά στιγμή φορτίσης (άνεμο, σεισμό)

$$S_d \leq \frac{k_{mod} R_k}{\gamma_M}$$

Εικόνα 2-7 Μειωτικός συντελεστής των αντοχών

Κεφ. 2 Βάσεις σχεδιασμού, Κεφ. 3 Ιδιότητες υλικών

Ενν EC5 καθορίζονται «κατηγορίες λειτουργίας» στις οποίες κατατάσσονται οι κατασκευές ανάλογα με την σχετική υγρασία και θερμοκρασία του περιβάλλοντος τους.

Το σόσ ήμμα των κατηγοριών λειτουργίας, προορίζεται κυρίως για τον καθορισμό ήμων αντοχών μέσω του συντελεστή k_{mod} .

Πίνακας κατάταξης κατασκευών σε κατηγορίες λειτουργίας (βλ. EN 1995-1-1, 2.3.1.3)

Κατηγορία λειτουργίας	Θερμοκρασία και σχετική υγρασία περιβάλλοντος
1	20°C, υγρασία >65% για λίγες εβδομάδες το χρόνο.
2	20°C, υγρασία >85% για λίγες εβδομάδες το χρόνο.
3	Κλιματικές συνθήκες οι οποίες οδηγούν σε Π.Π.Υ. του ξύλου ανώτερο από εκείνο της κατηγορίας 2

Πώς συνδέονται οι κατηγορίες λειτουργίας των κατασκευών με το Π.Π.Υ. του ξύλου ?

$$S_d \leq \frac{k_{mod} R_k}{\gamma_M}$$

Εικόνα 2-8 Κατηγορίες λειτουργίας

Το ξύλο είναι ιδιαίτερα υγροσκοπικό υλικό.

Από την ώρα που υλοτομείται και σε όλη την διάρκεια της ζωής του ως δομικό μέλος αποδίδει ή προσλαμβάνει υγρασία έως ότου το ποσοστό της υγρασίας του σταθεροποιηθεί στο λεγόμενο «ποσοστό υγρασίας σε ισορροπία με το περιβάλλον».

Το ποσοστό αυτό εξαρτάται άμεσα από την θερμοκρασία και την σχετική υγρασία της ατμόσφαιρας του χώρου που βρίσκεται το ξύλο.

Επομένως ένα αποξηραμένο ξύλινο στοιχείο όταν εκτεθεί σε υγρή ατμόσφαιρα τείνει να επαναπροσλάβει υγρασία και να διογκωθεί ή το αντίθετο.

Η υγρασία επηρεάζει σημαντικά τις μηχανικές ιδιότητες του ξύλου όταν μεταβάλλεται κάτω από το σημείο κορεσμού των ινωδών κυττάρων του (δηλαδή Π.Π.Υ. <25-30%). Λόγω της συμπύκνωσης της μάζας των κυτταρικών τοιχωμάτων, οι μηχανικές αντοχές του ξύλου μειώνονται όταν αυξάνεται η περιεχόμενη υγρασία του και αυξάνονται όταν ελαττώνεται η υγρασία.

Όταν τα τοιχώματα των ινωδών κυττάρων του ξύλου είναι πλήρως διαβρεγμένα χωρίς όμως να υπάρχει ελεύθερο νερό στις κοιλότητες τους τότε θεωρείται ότι το ξύλο βρίσκεται στο σημείο κορεσμού των ινωδών κυττάρων του ή στο σημείο ινοκόρου (Π.Π.Υ. 25%-35% ανάλογα με το είδος της ξυλείας).

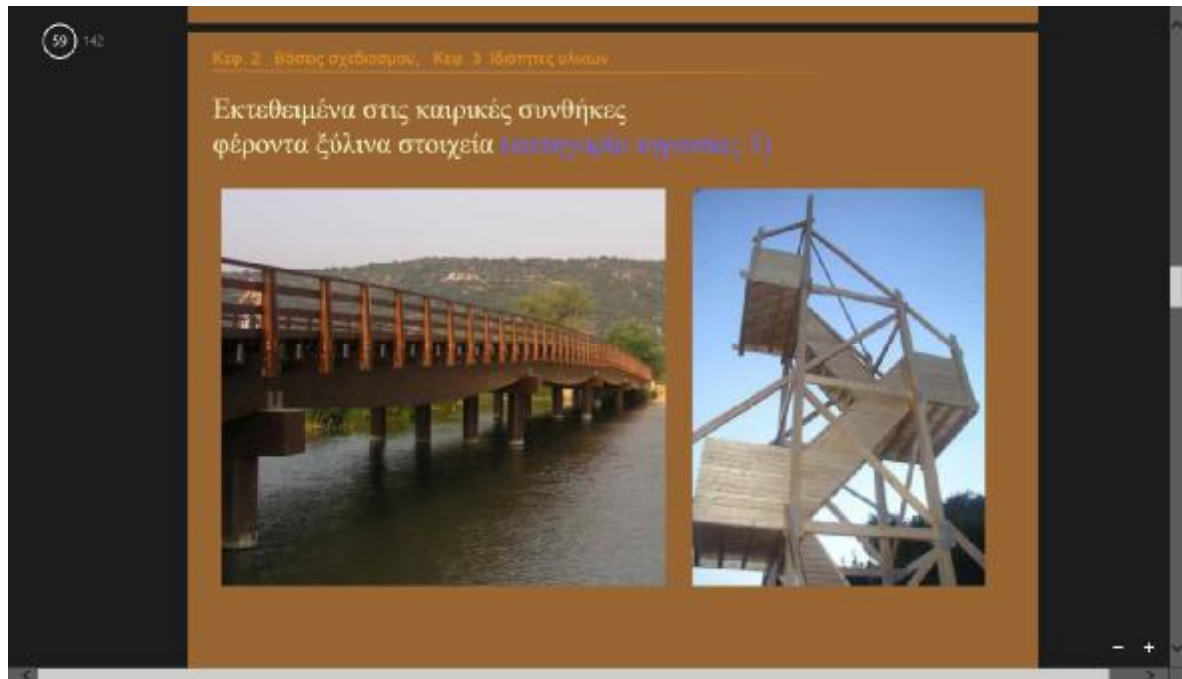
Κατ. 2 Βασική σχεδίαση, Κατ. 3 Υπόψη υλών

Πίνακας κατάταξης κατασκευών σε κατηγορίες λειτουργίας
(βλ. EN 1995-1-1, 2.3.1.3 και Εθνικό Πρόσθετο)

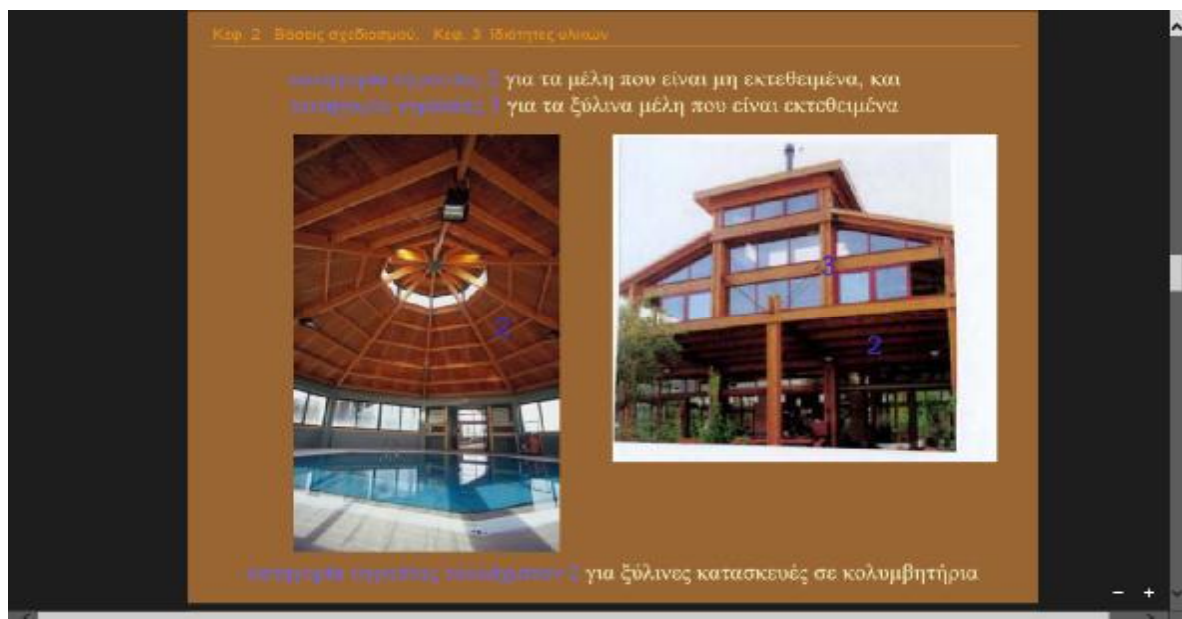
Κατηγορία λειτουργίας	Θερμοκρασία και σχετική υγρασία	Ποσοτό περιεχόμενη υγρασία του ξύλου (Π.Π.Υ.)	Παραδείγματα
1	20°C, υγρασία >65% για λίγες εβδομάδες το χρόνο.	Το Π.Π.Υ. των ξύλων στοιχείων που χρησιμοποιούνται σε αυτούς τους χώρους, σταθεροποιείται στο 9 ± 3%.	Κλειστά κατασκευές ή χώροι που θερμαίνονται, θερμές στέγες, πατωμένα πατώματα και εσωτερικά τοίχα.
2	20°C, υγρασία >65% για λίγες εβδομάδες το χρόνο.	Π.Π.Υ. ξύλων στοιχείων = (12 ± 3)% Π.Π.Υ. ξύλων στοιχείων = (15 ± 3)%	Κλειστά κατασκευές, μη θερμαινόμενες. Άνοικτες στεγασμένες κατασκευές που δεν εκτίθενται στα κλιματικά φαινόμενα (π.χ. άμεση διαβροχή), ψυχρές στέγες, εσωτερικά τοίχα.
3	Κλιματικές συνθήκες οι οποίες οδηγούν σε Π.Π.Υ. του ξύλου ανώτερο από εκείνο της κατηγορίας 2.	Π.Π.Υ. ξύλων στοιχείων >15%.	Κατασκευές πλήρως εκτεθειμένες στα κλιματικά φαινόμενα (π.χ. άμεση διαβροχή).

Παρατήρηση:
Ξύλα από κατασκευές στα οποία επιβαρύνονται διαφορετικές συνθήκες από αυτές θα πρέπει να κατατάσσονται σε αντίστοιχη κατηγορία λειτουργίας. Ως παράδειγμα, τα μέλη κατασκευών κλάσης λειτουργίας 1 & 2, που βρίσκονται σε άμεση επαφή με το έδαφος, με μεγάλη πιθανότητα συγκέντρωσης και εκτεθειμένου υγρασίας (Π.Π.Υ. > 15%), θα πρέπει να ελέγχονται για κατηγορία λειτουργίας 2.

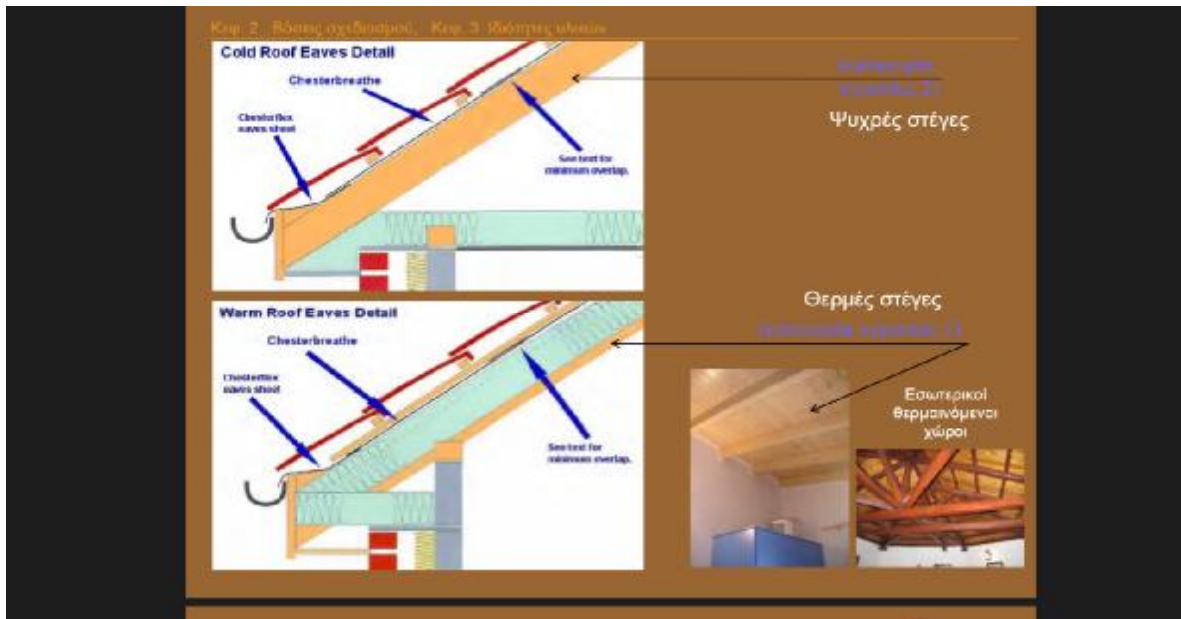
Εικόνα 2-9 Κατηγορίες λειτουργίας



Εικόνα 2-10 Εκτεθειμένα στις καιρικές συνθήκες φέροντα ξύλινα στοιχεία



Εικόνα 2-11 Κατηγορίες υγρασίας



Εικόνα 2-12 Κατηγορίες υγρασίας

Κεφ. 2 Βάσεις σχεδιασμού, Κεφ. 3 Ιδιότητες υλικών

Τυπός του k_{mod}
 (βλ. EN 1995-1-1 2.4.1 Πίνακας 3.1 Αποσυνθέσει, EN 1995-1-1 2.04(A - Nov 2008))

Όνομα	Πρότυπο	Επιλογή Αξίας για	Κατηγορία έκθεσης υγρασίας				Στατική Αξία
			Μέγιστη	Μέση	Μικρότερη	Εξαιρετική	
Φύλλα ξύλου	EN1408-1-1	1	0,40	0,70	0,80	0,90	1,00
Επιπλασμένη ξύλινη	EN14080	2	0,40	0,70	0,80	0,90	1,00
Πλάκα αποξηλωμένων ξυλοκόνων (LVL)	EN14134 EN 14219	1	0,30	0,35	0,40	0,70	0,90
Αποξηλωμένη ξύλινη ("αποξηλωμένο", plywood)	EN618 EN 635-1 EN 635-2 EN 635-3	1	0,30	0,40	0,45	0,70	0,90
Πλάκα προσανατολισμένων ξυλοκόνων (γυαλισμένο Board - OSB)	EN300 OSB/1, OSB/2, OSB/3, OSB/4	1, 2, 3	0,30	0,40	0,45	0,70	0,90
Μονοκατακόρυφοι (particleboard)	EN312 T1000 P4 P5 T1000 P1 T1000 P3 P7 T1000 P7	1, 2, 3	0,30	0,40	0,45	0,70	0,90
Αποξηλωμένη ξύλινη (Fibreboard hard ή softboard)	EN821-1 HB SA, HB HL A1 ή 2 HB SL A1 ή 2	1, 2	0,30	0,40	0,45	0,65	0,80
Πορτοκαλάκι, πορτοκαλάκι, πορτοκαλάκι (Fibreboard medium ή mediumboard)	EN821-3 MHHL A1 ή 2 MHHL B1 ή 2 MHHL C1 ή 2	1, 2	0,30	0,40	0,45	0,65	0,80
Πορτοκαλάκι πορτοκαλάκι (Fibreboard MDF)	EN821-3 MDF LA, MDF HL S MDF HL S	1, 2	0,30	0,40	0,45	0,65	0,80

Σημείωση: Ίδιες τιμές του k_{mod} για τη φυσική, την επικολλητή ξυλεία, το LVL και το «κόντρα-πλακάκι» για όλες τις κατηγορίες έκθεσης υγρασίας και ομογενούς φορτίσης.

Εικόνα 2-13 Τιμές του k_{mod}

Κατ. 2 - Βασική σχεδίαση, Κατ. 3 - Ξηρές θέσεις

Τύπος του λ_{red}
(βλ. EN 1995-1-1 2.4.1, Πίνακας 3.1, Απαιτήσεις, EN 1995-1-1 3.0.4 Α - (σελ. 29/30))

$\sigma_{d1} = \sigma_{d2} = R_k$
γ_{tr}

Τύπος	Πρότυπο	Κατηγορία Διατομής	Μειωτικοί συντελεστές αντοχής				
			Μειωτ. άξονα x	Μειωτ. άξονα y	Μειωτ. άξονα z	Μειωτ. άξονα x-y	Μειωτ. άξονα x-z
Επίπεδη ξυλεία	EN 1408-1-1	1	0,80	0,70	0,60	0,60	1,10
Πακτωμένη ξυλεία	EN 1408-2	2	0,40	0,70	0,60	0,60	1,10
20x20 συνολισμένοι δίσκοι/πλάκες (LVL)	EN 14174, EN 14219	3	0,55	0,55	0,65	0,70	0,90
Αρτηροειδή ξυλεία ("αυτομαστωμένη")	EN 518 EN 566-1 EN 566-2 EN 576-3	-	-	-	-	-	-
Πλάκες προτεταταίωσης (αυτομαστωμένη)	EN 209 OSB 2	1	0,60	0,41	0,65	0,65	1,10
Πλάκες προτεταταίωσης (αυτομαστωμένη)	OSB 3, OSB 4	1	0,45	0,50	0,70	0,60	1,10
Πλάκες προτεταταίωσης (αυτομαστωμένη)	OSB 3, OSB 4	2	0,30	0,40	0,55	0,70	0,90
Μεμβράνες γυψοσανίδας	EN 912 Γύψος Ρ4, Ρ5 Γύψος Ρ2 Γύψος Ρ4, Ρ5 Γύψος Ρ7	1 2 1 2	0,90 0,70 0,40 0,30	0,41 0,30 0,50 0,40	0,65 0,65 0,60 0,60	0,65 0,60 0,60 0,60	1,10 0,80 1,10 0,90
Επίπεδη αλάτι, Σύνθετος κούφιο πάχος 6	EN 812-1 H6, LA, H6, HL, AL η 2 H6, HL, AL η 2	1 2	0,90 0,70	0,41 0,30	0,65 0,65	0,65 0,60	1,10 0,80
Επίπεδη αλάτι, αλάτι/αλάτι, Σύνθετος πάχος η αλάτι/αλάτι	EN 812-1 MH, LA η 2 MH, HL η 2 MH, HL η 2	1 1 2	0,70 0,70 -	0,40 0,40 -	0,60 0,60 -	0,60 0,60 0,65	1,10 1,10 0,80
Επίπεδη αλάτι, πορτογάλο, Σύνθετος LDF	EN 812-1 MDF, LA, MDF, HL η 2 MDF, HL η 2	1 2	0,70 -	0,40 -	0,60 -	0,60 0,45	1,10 0,80

Μειωτικός συντελεστής των επιπέδων στους σιδηρούς φέρουσες τσιμεντο οπλισμούς

Επισημαίνεται η σημαντική μείωση της αντοχής των ξύλων (40% - έως και 50%) για τα μεγάλα πάχος φορτί (μονοί και μακροχρόνια).

Εικόνα 2-14 Μειωτικοί Συντελεστές αντοχών

Κεφ. 2. Βάσεις σχεδιασμού, Κεφ. 3. Ιδιότητες υλικών

Τιμές του k_{mod}
(βλ. EN 1995-1-1, 2.4.1, Πίνακας 3.1. Διακρίθηκαν, EN 1995-1-1 3.0.4/A - έως 2008)

Υλικό	Πρότυπο	Κατηγορία Διασποράς	Κατηγορίες μηχανικών τύπων				
			Μόνιμοί τύποι	Μεσοχρόνιοι τύποι	Διαχρόνιοι τύποι	Παροχρόνιοι τύποι	Συνεπείς τύποι
Φύση (ξύλινα)	EN 1408-1-1	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
Επιλεκτική ξυλεία	EN 14080	2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90		
Ξυλεία επεξεργασμένων ξυλοπυλών (LVL)	EN 14374, EN 14379						
Αποκαλυπτή ξυλεία ("αυτομαλάκ", plywood)	EN 608 EN 535-1 EN 535-2 EN 535-3						
Πλάκες προσανατολισμένων ξυλοστρώσεων (Οριζόντιο Strand Board - OSB)	EN 506 OSB 2 OSB 3, OSB 4 OSB 3, OSB 4	1 1 2	0,30 0,40 0,30	0,45 0,50 0,40	0,65 0,70 0,75	0,85 0,90 0,70	1,10 1,10 0,90
Μορτίλακες (gipsdiplacard)	EN 1212 Τύπος P4, P5 Τύπος P1 Τύπος P4, P7 Τύπος P7	1 2 1 2	0,30 0,30 0,40 0,30	0,45 0,50 0,50 0,45	0,65 0,60 0,70 0,75	0,85 0,80 0,90 0,70	1,10 0,80 1,10 0,90
Καυλάκια πλάκας (Γιόρθεουσις καύ ή καυλάκια)	EN 612-2 MR LA, MBHLA1 ή 2 MR HL A1 ή 2	1 2	0,30 0,30	0,45 0,50	0,65 0,65	0,85 0,80	1,10 0,80
Καυλάκια ασηψιόφιλα (Γιόρθεουσις καύ ή ασηψιόφιλα)	EN 612-3 MBHLA1 ή 2 MBHLA1 ή 2 MBHLA1 ή 2	1 1 2	0,30 0,30 -	0,40 0,40 -	0,60 0,60 -	0,80 0,80 -	1,10 1,10 0,80
Καυλάκια ασηψιόφιλα (Γιόρθεουσις MDF)	EN 612-3 MDF LA, MDF HL S MDF HL S	1 2	0,30 -	0,40 -	0,60 -	0,80 0,65	1,10 0,80

Μειωτικός συντελεστής των αντοχών
εκτός σημειακής φόρτισης (άνωρο σιδηρό)

Επισημαίνεται η σημαντική μείωση της αντοχής (70% - έως και 80%) των ξυλοπλάκων διαφόρων τύπων όταν καταπονούνται από μόνιμες (δία βάρη) και μακροχρόνιες δράσεις (φορτία αποθήκευσης).

Οι ξυλοπλάκες για τις οποίες δεν υπάρχει τιμή, θεωρούνται ακατάλληλες για φέροντα στοιχεία.

Εικόνα 2-15 Μειωτικός συντελεστής των αντοχών

Όταν ένας συνδυασμός φορτίων απαρτίζεται από δράσεις που κατατάσσονται σε διαφορετικές κατηγορίες διάρκειας φορτίσεων, θα πρέπει να λαμβάνεται η τιμή του k_{mod} που αντιστοιχεί στην δράση μικρότερης διάρκειας.

π.χ. για έναν συνδυασμό (1.35G+1.5S) που περιλαμβάνει ένα μόνιμο (ίδιο βάρος) και ένα βραχυχρόνιο φορτίο (χιόνι), θα πρέπει να χρησιμοποιείται η τιμή του k_{mod} που αντιστοιχεί στο βραχυχρόνιο φορτίο. Άρα ο δυσμενέστερος συνδυασμός φορτίσεων εξαρτάται και από την αντίστοιχη τιμή του k_{mod} .

Κεφ. 2. Βασικές σχεδιασμοί, Κεφ. 3. Ίσότητες υλικών

ΠΡΟΣΟΧΗ σε στέγες με βαριά επικάλυψη π.χ. καλυμμένα κεραμίδια ή σχιστόπλακες: ο συνδυασμός φόρτισης 1.35G στον οποίο αντιστοιχεί $k_{mod} = 0.80$ μπορεί να είναι δυσμενέστερος από τον συνδυασμό 1.35G+1.5S στον οποίο αντιστοιχεί $k_{mod} = 0.90$.

Υπολογισμός αμείβοντα ζευκτού από φυσική ξυλεία

Κλάση λεπτομέρειας = 2. Η στήλη έχει οροφή, θερμολόγηση πάνω από την οροφή. Άρα φυσική στήλη

Ελέγχουμε τον λόγο $\gamma_M/M_{Ed}/k_{mod}$

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΔΥΣΜΕΝΕΣΤΕΡΟΥ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΥ ΔΡΑΣΕΩΝ ΚΑΙ ΑΝΤΟΧΗΣ

Συνδ. φόρτισης	κλ. θέρετα φέρσης	κλ. λεπτομέρειας	2	γ_M βάρους	M_{Ed}	N_{Ed}	μ^* Μείκτος	μ^* Μείκτος
1.35G	μονοή	κεφάλ	0.6	1.3	0.77	-29	1.67	-52.8
1.35G+1.5S	δισυμενέστερη	κεφάλ	0.90	1.3	1.00	-43	1.44	-62.1
1.35G+1.5S+0.8W	σημαία	κεφάλ	1.10	1.3	1.1	-37	1.30	-43.7
0.8W+0.38	σημαία	κεφάλ	1.10	1.0	0.5	-11	0.45	-10.0

Άρα δυσμενέστερος συνδυασμός = 1.35G

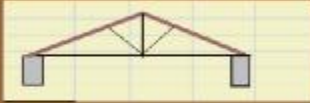
$k_{mod} = 0.60$ γ_M βάρους = 1.3

$M_{Ed} = 0.77$ $N_{Ed} = -29$ kN


Ο μέγιστος λόγος δίνει τον δυσμενέστερο συνδυασμό

Εικόνα 2-16 Υπολογισμός αμείβοντα ζευκτού από φυσική ξυλεία

Κατ. 2 Βασική σφραδισμός, Κατ. 3 Ψάθρες/πλακάκια



ΠΡΟΣΟΧΗ σε στέγες με βαριά επικάλυψη π.χ. κοιλωβητά κεραμίδια ή σχιστοπλακάκια, ο συνδυασμός φόρτωσης 1.35G στον απλό αντιστοιχεί $k_{\text{snow}} = 0.60$ μπορεί να είναι δυσμενέστερος από τον συνδυασμό 1.35G+1.5S στον οποίο αντιστοιχεί $k_{\text{snow}} = 0.90$.



Υπολογισμός αμείβοντα ζευκτού από φυσική ξυλεία

Κλίση λεπουργιάς = 2. Η στήλη έχει οροφή, θερμάνωση πάνω από την οροφή. Αρα εφαρμογή στήλης

Ελέγχουμε τον λόγο $\gamma_M \text{ ή } \gamma_{\text{κλιμα}}$

ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΔΥΣΜΕΝΕΣΤΕΡΟΥ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΥ ΔΡΑΣΕΩΝ ΚΑΙ ΑΝΤΟΧΗΣ

Συνδ. φόρτωσης	κλ. θέρμανση/ψύξη	κλ. λεπουργιάς	2	$\gamma_{\text{M}} \text{ ή } \gamma_{\text{κλιμα}}$	M_{yd}	N_{d}	$\mu\text{P}^{\text{μολοσ}}$	$\mu\text{P}^{\text{μόλοσ}}$
1.35G	μολοσ	κλιμα	0.6	1.3	0.77	-29	1.67	-52.8
1.35G+1.5S	δυσμενέστερο	κλιμα	0.90	1.3	1.00	-43	1.44	-52.1
1.35G+1.5S+0.8W	σημαία	κλιμα	1.10	1.3	1.1	-37	1.39	-43.7
Q+Snow+X+0.3S	σημαία	κλιμα	1.10	1.0	0.5	-11	0.45	-10.0

Αρα δυσμενέστερος συνδυασμός = 1.35G

Ελέγχουμε τον λόγο $\gamma_M \text{ ή } \gamma_{\text{κλιμα}}$

Ο μέγιστος λόγος δίνει τον δυσμενέστερο συνδυασμό

$\gamma_{\text{M}} \text{ ή } \gamma_{\text{κλιμα}}$	0.60	$\gamma_{\text{M}} \text{ ή } \gamma_{\text{κλιμα}}$	1.3
M_{yd}	0.77	N_{d}	-29

Εικόνα 2-17 Υπολογισμός αμείβοντα ζευκτού από φυσική ξυλεία

Στην πραγματικότητα για το ξύλο

$$S_d \leq k_{mod} \Phi \cdot R_k / \gamma_M$$

Όπου,

R_k είναι η χαρακτηριστική τιμή της φέρουσας ικανότητας·

γ_M είναι ο επί μέρους συντελεστής για μία ιδιότητα του υλικού·

k_{mod} είναι ένας τροποποιητικός συντελεστής με τον οποίο λαμβάνεται υπόψη η επιρροή της διάρκειας φορτίσεως και το ποσοστό περιεχομένης υγρασίας του ξύλου

Φ είναι διάφοροι αυξητικοί των αντοχών συντελεστές :

- k_h =συντελεστής επιρροής μεγέθους μέλους ,

- k_{sys} = συντελεστής αντοχής συστήματος λόγω διανομής φορτίων

Κεφ. 3 Ιδιότητες υλικών k_h =συντελεστής ύψους (επιρροή μεγέθους μέλους στην κομμάτι κατασκευ. αντοχή)

Λαμβάνει υπό όψιν το «φαινόμενο κλίμακας», την παρατηρούμενη εθλασθή αύξηση της αντοχής ενός δοκιμίου όταν μειώνεται ο όγκος του. Όσο μικρότερος είναι ο όγκος ενός δοκιμίου σταχείου, τόσο μικρότερη είναι η πιθανότητα να βρεθούν περιοχές χαμηλής αντοχής που θα καθορίσουν την αντοχή του συνόλου. Στο ίδιο το φαινόμενο οφείλεται και το γεγονός από όλα δοκίμια υλικού, λόγω της μεγάλης πιθανότητας επιρροής ροών και άλλων φυσικών (κατιμήσιων) το οποίο καθορίζουν την αντοχή των ξυλινών μελών.

$$S_d \leq k_{mod} k_h R_k / \gamma_M$$

Συντελεστής (k_h)	Αντοχές που τροποποιούνται	Τύπος	Παρατηρήσεις
k_h Φυσική Ξυλεία EN 1995-1-1, 3.2	Κόμμη και εφελκυσμός // στις ίνες $f_{m,0}$ $f_{c,0k}$	$k_h = \min \left(\frac{150}{h} \right)^{0,2}$ 1.3	Αυξητικός συντελεστής. Ισχύει για: $\rho_k \leq 700 \text{ kg/m}^3$ $h \leq$ τον 150 mm h (mm) = ύψος, διατομής, του κατασκευασμένου σε κόμμη ή η μέγιστη διάσταση διατομής που κατασκευάζεται σε ορθόγωνο.
k_h Επισκολλητή Ξυλεία EN 1005-1-1, 3.3	Κόμμη και εφελκυσμός // στις ίνες $f_{m,0}$ $f_{c,0k}$	$k_h = \min \left(\frac{600}{h} \right)^{0,5}$ 1.1	Αυξητικός συντελεστής. Ισχύει για: $h \leq$ τον 600 mm h (mm) = ύψος, διατομής, του κατασκευασμένου σε κόμμη ή η μέγιστη διάσταση της διατομής που κατασκευάζεται σε ορθόγωνο.
k_h Ξυλεία επισκολλημένων Ξυλοφύλλων (TVL) EN 1005-1-1, 3.4	Κόμμη, $f_{m,0}$	$k_h = \min \left(\frac{300}{h} \right)$ 1.2	Αυξητικός συντελεστής h =ύψος διατομής σε κόμμη σε mm. k_h = συντελεστής φαινομένου κλίμακας. Λαμβάνεται όπως δηλώνεται στο EN 14574.
k_h Ξυλεία επισκολλημένων Ξυλοφύλλων (LVL) EN 1995-1-1, 3.4	εφελκυσμός// στις ίνες, $f_{c,0k}$	$k_h = \min \left(\frac{3000}{l} \right)^{0,2}$ 1.1	Αυξητικός συντελεστής. Ισχύει για: l =μήκος μέλους σε mm. k_h = συντελεστής φαινομένου κλίμακας. Λαμβάνεται όπως δηλώνεται στο EN 14574.

Εικόνα 2-18 Συντελεστής ύψους (k_h)

Φυσική ξυλεία (solid timber)

Ξυλεία από κωνοφόρα ή βελονοφόρα:

χαρακτηρίζεται ως μαλακή ξυλεία (softwood). Στα κωνοφόρα συμπεριλαμβάνονται η πεύκη, η ελάτη, το κυπαρίσσι, ο ίταμος, η άρκευθος, η ψευδοτσούγκα

Ξυλεία από πλατύφυλλα ή φυλλοβόλα:

χαρακτηρίζεται ως σκληρή ξυλεία (hardwood). Στα πλατύφυλλα συμπεριλαμβάνονται η δρύς, η καστανιά, η καρυδιά, η συμήδα, το

σφενδάμι, η φτελιά, η οξυά, ο πλάτανος, η φιλύρα, η λεύκη, η

μπάλσα κλπ.

Παρατήρηση: οι ονομασίες «μαλακή» ή «σκληρή» ξυλεία δεν

συνεπάγονται αντίστοιχη σκληρότητα. Η ψευδοτσούγκα

(Douglas fir) είναι ιδιαίτερα σκληρό ξύλο, ενώ η μπάλσα πολύ μαλακό.

Η φυσική ξυλεία παράγεται με την μορφή στρογγύλης ξυλείας, πελεκητής και πριστης ξυλείας.

Εικ. 3 Διατηρητέ υλικό

Η δομική φυσική ξυλεία σημαίνεται με D (deciduous=φυλλοβόλα), C (coniferous=κωνοφόρα) ατελειωθέντα από την αντοχή σε κάμψη (π.χ. C40).

EN 1995-1-1:2008

Table 3.1 Properties of solid timber grades EN 1995-1-1

		Σημεία κλάσης υλικού ξυλείας													
		C14	C16	C18	C20	C22	C24	C27	C30	C33	C35	C38	C40	C45	C50
Strength properties (tension)															
Tensile strength	$f_{t,0}$	14	16	18	20	22	24	27	30	33	35	40	45	50	55
Tensile strength to grain	$f_{t,0k}$	8	10	11	12	13	14	16	18	20	22	24	28	31	34
Tensile perpendicular to grain	$f_{t,90k}$	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Compression strength to grain	$f_{c,0}$	14	17	19	21	23	27	30	33	35	38	45	50	55	60
Compression perpendicular to grain	$f_{c,90}$	2.0	2.2	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0	3.1	3.2	3.3
Moisture parallel to grain	$\delta_{p,0}$	1.7	1.8	2.0	2.0	2.1	2.1	2.2	2.2	2.3	2.3	2.4	2.4	2.5	2.5
MOE properties (tension)															
Mean MOE parallel to grain	$E_{t,0,mean}$	1000	8000	9000	10000	10900	11900	13000	14000	15000	16000	17000	18000	19000	20000
MOE perpendicular to grain	$E_{t,90,mean}$	4700	4400	4300	4200	4100	4000	3900	3800	3700	3600	3500	3400	3300	3200
Mean MOE perpendicular to grain	$E_{t,90,mean}$	230	270	320	350	380	410	440	470	500	530	560	590	620	650
Mean shear modulus	$G_{m,0}$	440	620	640	660	680	690	700	710	720	730	740	750	760	770
Density (dry)															
Characteristic density	ρ_k	350	370	390	410	430	450	470	490	510	530	550	570	590	610
Mean density	ρ_{mean}	380	470	480	490	490	490	490	490	490	490	490	490	490	490

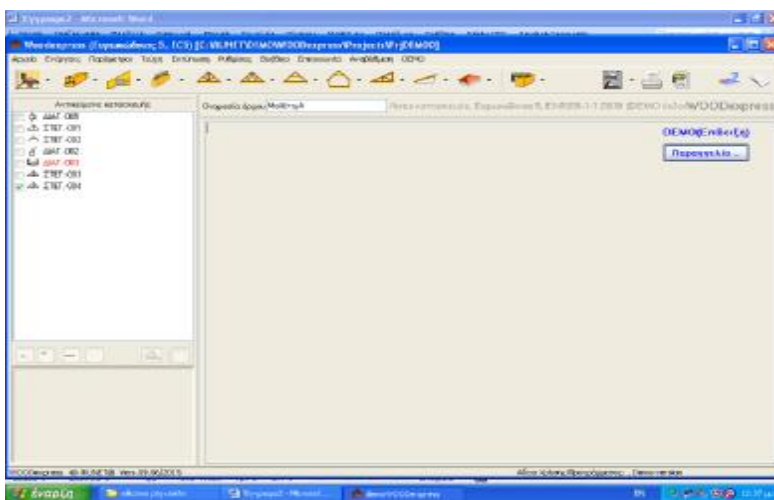
Notes:
 * These properties are representative values based on a temperature of 20°C and a relative humidity of 65%.
 ** EN 1995-1-1 gives values for C45 and C50.

(ΠΡΑΞΙΑ, 2007)

Εικόνα 2-19 Αντοχή σε κάμψη

Κεφάλαιο 3^ο ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΟΥ ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΑ #5-ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΑΠΟ ΞΥΛΟ ΜΕ ΤΗΝ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ RUNET³

Αρχικά γράφουμε την ονομασία του έργου



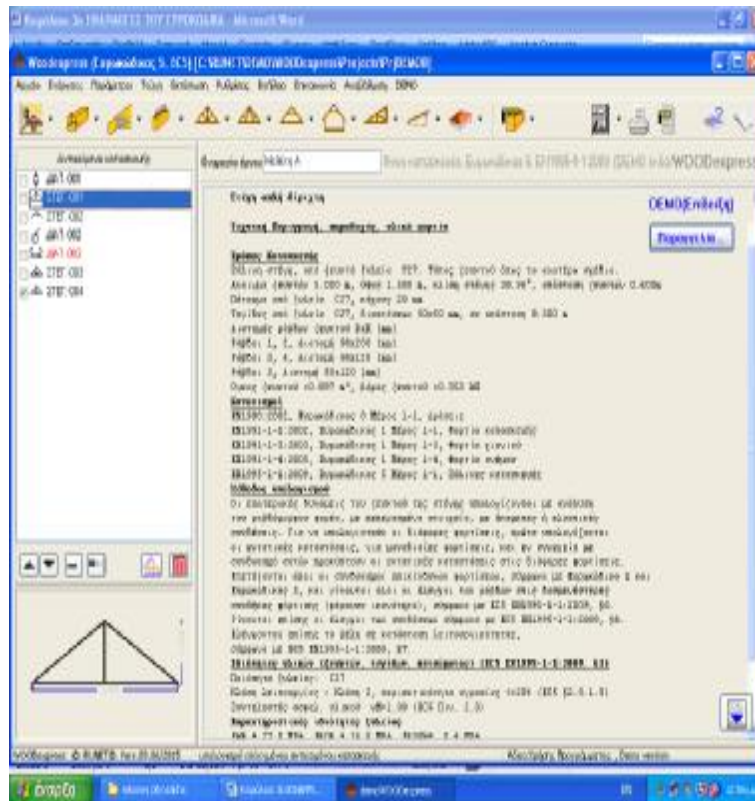
Εικόνα 3-1 Ονομασία έργου

3.1 Διατομή υπό ένταση-θλίψη κάθετα στις ίνες

Ο κάτωθι πίνακας παρέχει πληροφορίες για:

- Ιδιότητες του ξύλου
- Κλάση ξύλου
- Συντελεστή ασφαλείας
- Υγρασία
- Διάρκεια
- Στοιχεία διατομής
- Επιφάνεια φόρτισης
- Μείωση επιφάνειας φόρτισης
- Ενεργή επιφάνεια φόρτισης

³www.runet.gr

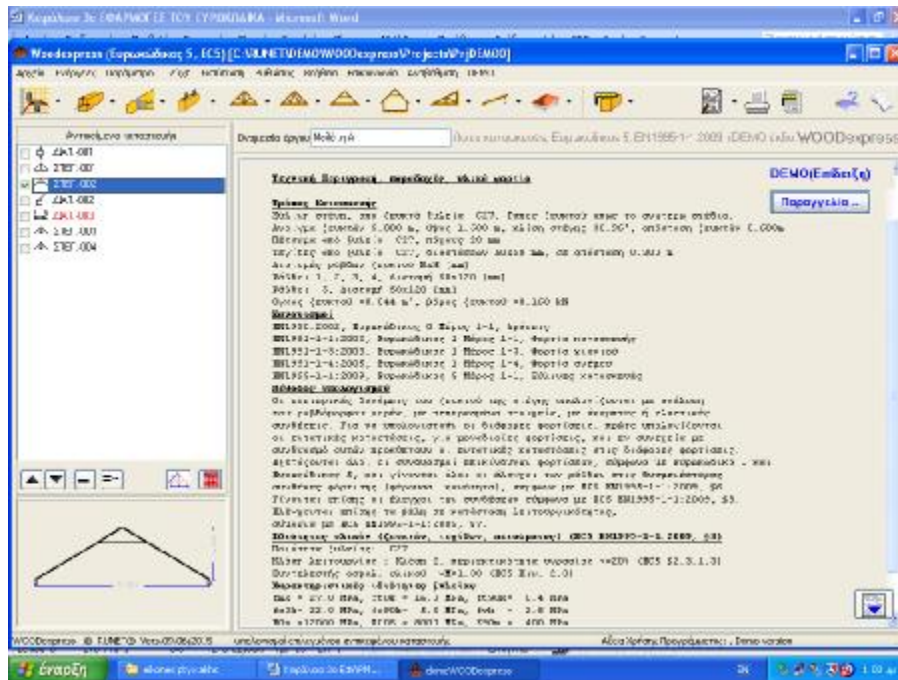


Εικόνα 3-3 Απλή Δίριχτη Στέγη

3.3 Στέγη δίριχτη τύπου Α

Ο κάτωθι πίνακας παρέχει πληροφορίες για:

- Τρόπο κατασκευής
- Κανονισμούς
- Μεθόδους υπολογισμού
- Ιδιότητες υλικών
- Ποιότητα ξυλείας
- Κλάση λειτουργίας
- Συντελεστή ασφαλείας υλικού
- Χαρακτηριστικές ιδιότητες ξυλείας



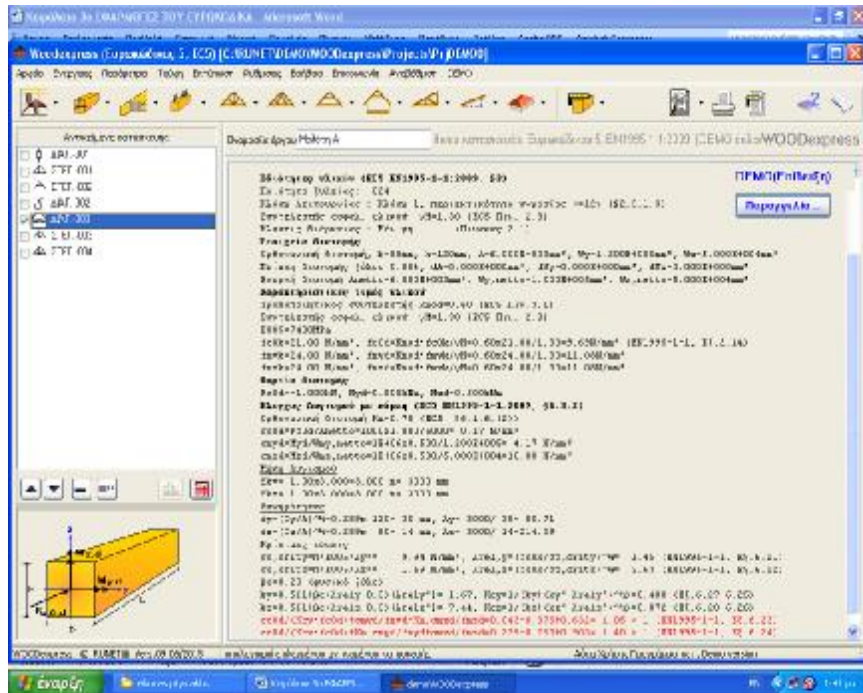
Εικόνα 3-4 Στέγη δίριχτη τύπου Α

3.4 ΔΙΑΤΟΜΗ ΥΠΟ ΕΝΤΑΣΗ, ΘΛΪΨΗ ΥΠΌ ΓΩΝΙΑ ΣΤΙΣ ΙΝΕΣ

Ο κάτωθι πίνακας παρέχει πληροφορίες για:

- Ιδιότητες υλικών
- Ποιότητα ξυλείας
- Κλάση λειτουργίας
- Συντελεστή ασφαλείας υλικού
- Κλάσεις διάρκειας
- Στοιχεία διατομής
- Επιφάνεια φόρτισης
- Μείωση επιφάνειας φόρτισης
- Ενεργή επιφάνεια φόρτισης
- Χαρακτηριστικές τιμές υλικού
- Τροποποιητικό συντελεστή
- Συντελεστή ασφαλείας υλικού
- Φορτία διατομής

- Έλεγχος λυγισμού με κάμψη
- Μήκη λυγισμού
- Λυγηρότητες
- Κρίσιμες τάσεις



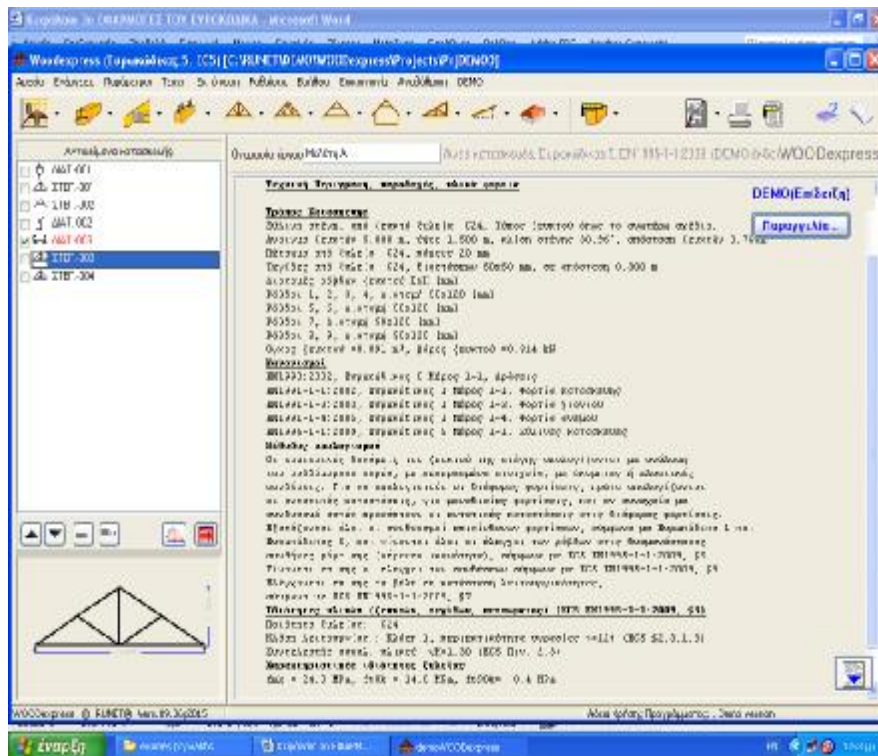
Εικόνα 3-6 ΔΙΑΤΟΜΗ ΜΕ ΕΝΤΑΣΗ, Λυγισμός με κάμψη

3.6 Στέγη απλή δίριχτη

Ο κάτωθι πίνακας παρέχει πληροφορίες για:

- Τρόπο κατασκευής
- Άνοιγμα ζευκτών
- Πέτωμα από ξυλεία
- Τεγίδες από ξυλεία
- Διατομές ράβδων ζευκτού
- Κανονισμούς
- Μεθόδους υπολογισμού
- Ιδιότητες υλικών
- Ποιότητα ξυλείας

- Κλάση λειτουργίας
- Συντελεστής ασφαλείας υλικού
- Χαρακτηριστικές ιδιότητες



Εικόνα 3-7 Στέγη απλή δίριχτη

3.7 Στέγη απλή δίριχτη

Ο κάτωθι πίνακας παρέχει πληροφορίες για:

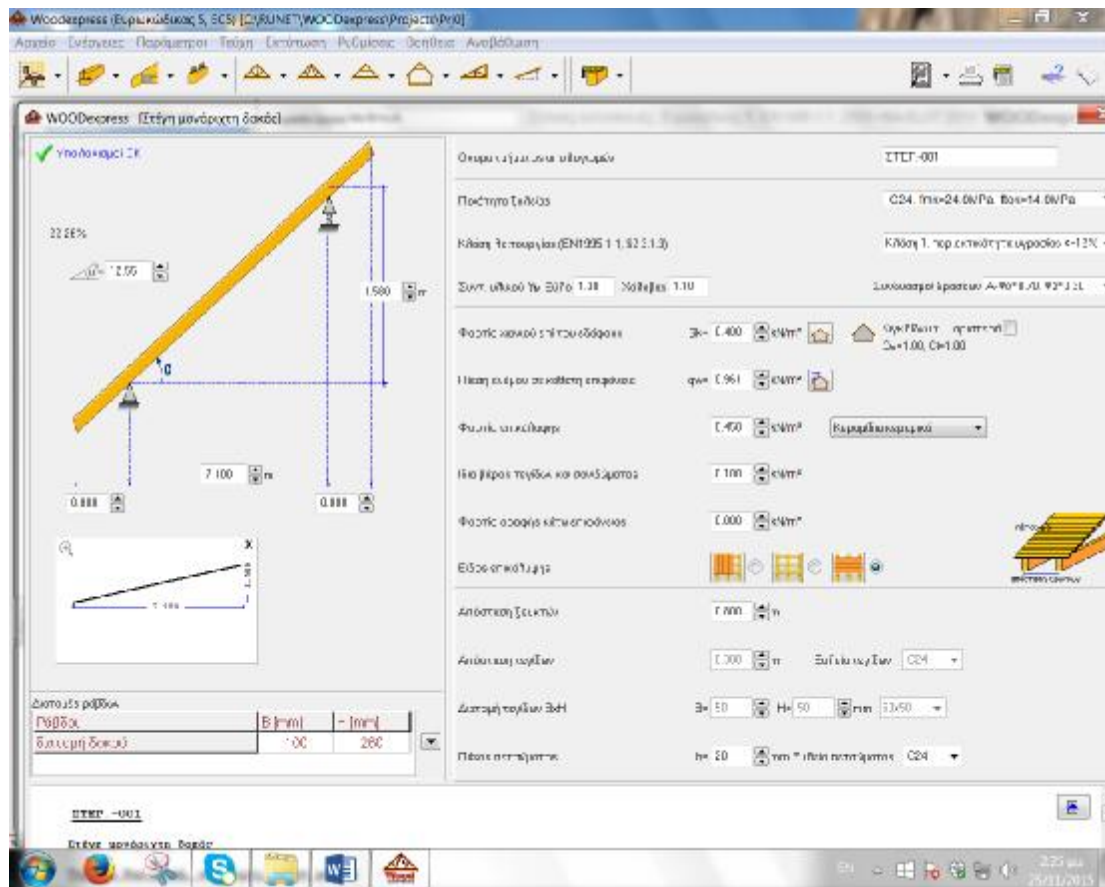
- Τρόπο κατασκευής
- Άνοιγμα ζευκτών
- Πέτωμα από ξυλεία
- Τεγίδες από ξυλεία
- Διατομές ράβδων
- Κανονισμούς
- Μεθόδους υπολογισμού

- Ιδιότητες υλικών
- Ποιότητα ξυλείας
- Κλάση λειτουργίας
- Συντελεστή ασφάλειας υλικού
- Χαρακτηριστικές ιδιότητες ξυλείας

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕ ΤΟ RUNET ΣΕ ΠΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΜΕ ΞΥΛΟ

Εφαρμογή #1 Επίλυση ξύλινης μονόριχτης στέγης

Η αντοχή του ξύλου είναι C24 ($f_{mk}=24$ MPa και $f_{tok}=14$ MPa). Οι στηρίξεις φαίνονται στο σχήμα (μια άρθρωση και μία κύλιση). Οι συντελεστές ασφαλείας για το ξύλο είναι 1,30 ενώ για τον χάλυβα είναι 1,10. Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των ξύλινων στοιχείων δίδονται στο κάτωθι σχήμα.



Εικόνα 4-1 Στέγη μονόριχτη δοκός

Η επίλυση προβλήματος με το runet δίδει τα κάτωθι στοιχεία:

ΣΤΕΓ.-001

Στέγη μονόριχτη δοκός

Τεχνική Περιγραφή, παραδοχές, υλικά φορτία

Τρόπος Κατασκευής

Ξύλινη στέγη, από δοκούς ξυλεία C24. Τύπος στέγης όπως το ανωτέρω σχέδιο. Ανοιγμα 7.100 m, ύψος 1.580 m, κλίση στέγης 12.55°, απόσταση δοκών 0.800m Πέτωμα από ξυλεία C24, πάχους 20 mm

Ράβδοι , Διατομή 100x260 [mm]
 Ογκος δοκού =0.189 m³, βάρος δοκού =0.649 kN

Κανονισμοί

EN1990:2002, Ευρωκώδικας 0 Μέρος 1-1, Δράσεις
 EN1991-1-1:2002, Ευρωκώδικας 1 Μέρος 1-1, Φορτία κατασκευής
 EN1991-1-3:2003, Ευρωκώδικας 1 Μέρος 1-3, Φορτία χιονιού
 EN1991-1-4:2005, Ευρωκώδικας 1 Μέρος 1-4, Φορτία ανέμου
 EN1995-1-1:2009, Ευρωκώδικας 5 Μέρος 1-1, Εύλινες κατασκευές

Μέθοδος υπολογισμού

Εξετάζονται όλοι οι συνδυασμοί επικίνδυνων φορτίσεων, σύμφωνα με Ευρωκώδικα 1 και Ευρωκώδικας 5, και γίνονται όλοι οι έλεγχοι των ράβδων στις δυσμενέστερες συνθήκες φόρτισης (φέρουσα ικανότητα), σύμφωνα με EC5 EN1995-1-1:2009, §6. Γίνονται επίσης οι έλεγχοι των συνδέσεων σύμφωνα με EC5 EN1995-1-1:2009, §8. Ελέγχονται επίσης τα βέλη σε κατάσταση λειτουργικότητας, σύμφωνα με EC5 EN1995-1-1:2009, §7.

Ιδιότητες υλικών (δοκών) (EC5 EN1995-1-1:2009, §3)

Ποιότητα ξυλείας: C24
 Κλάση λειτουργίας : Κλάση 1, περιεκτικότητα υγρασίας <=12% (EC5 §2.3.1.3)
 Συντελεστής ασφαλ. υλικού γM=1.30 (EC5 Πιν. 2.3)

Χαρακτηριστικές ιδιότητες ξυλείας

f_mk = 24.0 MPa, f_{t0}k = 14.0 MPa, f_{t90}k= 0.4 MPa
 f_{c0}k= 21.0 MPa, f_{c90}k= 5.3 MPa, f_{vk} = 2.5 MPa
 E_{0m} =11000 MPa, E₀₀₅ = 7400 MPa, E_{90m} = 370 MPa
 G_m = 690 MPa, ρ_k = 350 Kg/m³

Ιδιότητες υλικών (ξυλεία, πετρώματος) (EC5 EN1995-1-1:2009, §3)

Ποιότητα ξυλείας: C24
 Κλάση λειτουργίας : Κλάση 1, περιεκτικότητα υγρασίας <=12% (EC5 §2.3.1.3)
 Συντελεστής ασφαλ. υλικού γM=1.30 (EC5 Πιν. 2.3)

Χαρακτηριστικές ιδιότητες ξυλείας

f_mk = 24.0 MPa, f_{t0}k = 14.0 MPa, f_{t90}k= 0.4 MPa
 f_{c0}k= 21.0 MPa, f_{c90}k= 5.3 MPa, f_{vk} = 2.5 MPa
 E_{0m} =11000 MPa, E₀₀₅ = 7400 MPa, E_{90m} = 370 MPa
 G_m = 690 MPa, ρ_k = 350 Kg/m³

Κατανεμημένα φορτία στέγης

Επικάλυψη στέγης Ge= 0.450 kN/m² (Κεραμίδια κεραμικά)
 Τεγίδες, σανίδωμα, μόνωση G_t= 0.100 kN/m² Ge+G_t= 0.550 kN/m²
 Οροφή κάτω επιφάνειας στέγης G_c= 0.000 kN/m²
 Φορτίο χιονιού επί του εδάφους S_k= 0.400 kN/m²
 Πίεση ανέμου σε κάθετη επιφάνεια Q_w= 0.961 kN/m²
 Επιβεβλημένο φορτίο (κατηγορία H) Q_i= 0.500 kN/m²

Φορτίου χιονιού (EC1 EN1991-1-3:2003, §5,)

Φορτίο χιονιού επί του εδάφους S_k (EC1 EN1991-1-3:2003, §4, Παράρτημα C)

Κλιματική περιοχή :Ελλάδα, ζώνη χιονιού :Α, υψόμετρο =0 m

S_k=0.40x[1+(0/917)²]=0.400 kN/m²

Χαρακτηριστική τιμή φορτίου χιονιού επί εδάφους: s_k=0.400 kN/m²

Φορτίο χιονιού σε στέγη (EC1 EN1991-1-3:2003, §5,)

Γωνία κλίσης στέγης : a=12.546°

Συντελεστής έκθεσης : C_e=1.000 (EC1-1-3 §5.2(7))

Συντελεστής θερμότητας : C_t=1.000 (EC1-1-3 §5.2(8))

Συντελεστής μορφής, α=12.55°, μ₁=0.800 (Πίνακας 5.2)

Φορτίου χιονιού (EC1 EN1991-1-3:2003, §5, 2(5.1), §5.3.2)

S₁=μ₁.C_e.C_t.S_k=0.800x1.000x1.000x0.400=0.320 kN/m²

Φορτίο ανέμου (EC1 EN1991-1-4:2005 §5)

Πίεση ανέμου Q(z)=Q_{ref}.C_e(z), Q_{ref}=V_{ref}²/1.6(EC1 EN1991-1-4:2005 §4.5)

Εξωτερική πίεση ανέμου Q_{ref}.C_e(z)= 0.961 kN/m²

Πίεση ανέμου σε στέγη w_e=Q_{ref}.C_e(z).C_{pe} (EC1 EN1991-1-4:2005, §5.2)

Συντελεστές εξωτερικής πίεσης (EC1 EN1991-1-4:2005 Table 7.4)

Για κλίση στέγης α=12.55°, C_{pe}=-0.37

Πίεση ανέμου w_e=-0.359 kN/m²

Υπολογισμός σανιδώματος

Στατικό σύστημα σανιδώματος

Το σανίδωμα υπολογίζεται σαν αμφιέριστη δοκός με άνοιγμα Απόσταση ζευκτών L= 0.800m, και πλάτος 1.00m

Διαστάσεις σανιδώματος

Ευλεία σανιδώματος: C24, κλάση λειτουργίας: Κλάση 1, περιεκτικότητα υγρασίας <=12%

Απόσταση δοκών $L=0.800\text{m}$, κλίση στέγης $\alpha=12.55^\circ$, πάχος σανιδώματος 20mm

Φορτία σανιδώματος

Επικάλυψη $G_e=0.450\text{ kN/m}^2$

Ιδίο βάρος $G_1=0.069\text{ kN/m}^2$

Φορτίο χιονιού $Q_s=0.320\text{ kN/m}^2$

Φορτίο ανέμου $Q_w=-0.359\text{ kN/m}^2$

Φορτίο εργάτη $Q_p=1.000\text{ kN}$

Εντατικά μεγέθη σανιδώματος (άνοιγμα $L=0.800\text{ m}$, πλάτος= 1.00 m)

Φόρτιση	Δράση	γ_g	γ_q	ψ_0	$\max N[\text{kN}]$	$\max Q[\text{kN}]$
$\max M[\text{kNm}]$						
(Gk) Μόνιμα $G_k=0.519[\text{kN/m}]$	Μόνιμη	1.35	0.00	1.00	0.000	0.203
0.041						
(Qk1) Χιόν $Q_{ks}=0.320[\text{kN/m}]$	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	0.70	0.000	0.122
0.024						
(Qk2) Άνεμος $Q_{kw}=-0.359[\text{kN/m}]$	Στιγμιαία	0.00	1.50	0.60	0.000	-0.144
-0.029						
(Qk3) Εργάτης $Q_{kp}=1.000[\text{kN}]$	Στιγμιαία	0.00	1.00	0.00	0.000	0.488
0.195						

Ελεγχος Οριακής Κατάστασης Λειτουργικότητας (EC5 EN1995-1-1:2009, §2.2.3, §7)

Ελεγχος βέλους κάμψης (EC5 §7.2)

Φόρτιση	[kN/m]	$u[\text{mm}]$	Δράση	ψ_0	ψ_1
ψ_2	K_{def}				
(Gk) Μόνιμα $G_k=0.000[\text{kN/m}]$		0.153	Μόνιμη	1.00	1.00
1.00	0.60				
(Qk1) Χιόν $Q_{ks}=0.000[\text{kN/m}]$		0.092	Μεσοχρόνια	0.70	0.50
0.20	0.60				
(Qk2) Άνεμος $Q_{kw}=0.000[\text{kN/m}]$		-0.108	Στιγμιαία	0.60	0.20
0.00	0.60				

Συνδυασμός φόρτισης	w_{inst}	$w_{fin} [\text{mm}]$
1 Gk	0.153	0.245
2 Gk + Qk1	0.245	0.348
3 Gk + Qk2	0.153	0.245
4 Gk + Qk1 + $\psi_0 \cdot Qk2$	0.245	0.348
5 Gk + Qk2 + $\psi_0 \cdot Qk1$	0.217	0.320

$w_{fin,g}=w_{inst,g}(1+k_{def})$, $w_{fin,q}=w_{inst,q}(1+\psi_2 \cdot k_{def})$ (EC5 §2.2.3, Εξ.2.3, Εξ.2.4)

Μέγιστες τιμές βελών

$w_{inst} = 0.245\text{ mm}$, $w_{fin} = 0.348\text{ mm}$

Ελεγχος σύμφωνα με EC5 EN1995-1-1:2009 §7.2, Πιν.7.2

Ελεγχος τελικού βέλους κάμψης

$w_{inst} = 0.245\text{ mm} < L/300=800/300= 2.667\text{ mm}$

$w_{net,fin} = 0.348\text{ mm} < L/250=800/250= 3.200\text{ mm}$

$w_{fin} = 0.348\text{ mm} < L/200=800/200= 4.000\text{ mm}$

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Ελεγχος σανιδώματος, Οριακή Κατάσταση Αστοχίας (EC5 EN1995-1-1:2009, §6)

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	k_{mod}	N/K_{mod}
V/K_{mod}	M/K_{mod}			
1	$\gamma_g \cdot G_k$	Μόνιμη	0.60	0.000
0.456	0.091			
2	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k1}$	Μεσοχρόνια	0.80	0.000
0.571	0.114			
3	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k2}$	Στιγμιαία	1.10	0.000
0.249	0.050			
4	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k3}$	Στιγμιαία	1.10	0.000
0.692	0.227			
5	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k1} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k2}$	Στιγμιαία	1.10	0.000
0.415	0.083			
6	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k2} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k1}$	Στιγμιαία	1.10	0.000
0.365	0.073			
	Μέγιστες τιμές			0.000
0.692	0.227			

Σανίδωμα, Συνδυασμός φόρτισης Νο 4

Ελεγχος διάτμησης, $F_v=0.762\text{ kN}$ (EC5 §6.1.7)

Ορθογωνική διατομή, $b_{ef}=0.67 \times 1000=670\text{ mm}$, $h=20\text{ mm}$, $A=13\,400\text{ mm}^2$

Τροποποιητικός συντελεστής $K_{mod}=1.10$ (Πιν.3.1), Συντελεστής ασφαλ. υλικού

$\gamma_M=1.30$ (Πιν. 2.3)

$f_{vk}=2.50\text{ N/mm}^2$, $f_{vd}=K_{mod} \cdot f_{vk} / \gamma_M=1.10 \times 2.50 / 1.30=2.12\text{ N/mm}^2$ (EC5 Εξ.2.14)

$F_v=0.762 \text{ kN}$, $\tau_{v0d}=1.50F_v0d/A_{\text{netto}}=1000 \times 1.50 \times 0.762/13400=0.09 \text{ N/mm}^2 < 2.12 \text{ N/mm}^2 = F_v0d$ (Εξ.6.13)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Ξανίδωμα, Συνδυασμός φόρτισης Νο 4

Έλεγχος κάμψης, $M_{yd}=0.250 \text{ kNm}$, $M_{zd}=0.000 \text{ kNm}$ (EC5 §6.1.6)

Ορθογωνική διατομή, $b=1000 \text{ mm}$, $h=200 \text{ mm}$, $A=2.000 \text{ E}+004 \text{ mm}^2$, $W_y=6.667 \text{ E}+004 \text{ mm}^3$, $W_z=3.333 \text{ E}+006 \text{ mm}^3$

Τροποποιητικός συντελεστής $K_{mod}=1.10$ (Πιν.3.1), Συντελεστής ασφαλ. υλικού $\gamma_M=1.30$ (Πιν. 2.3)

$f_{yk}=24.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{mysd}=K_{mod} \cdot f_{yk} / \gamma_M = 1.10 \times 24.00 / 1.30 = 20.31 \text{ N/mm}^2$

$f_{mk}=24.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{mzsd}=K_{mod} \cdot f_{mk} / \gamma_M = 1.10 \times 24.00 / 1.30 = 20.31 \text{ N/mm}^2$

Ορθογωνική διατομή $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2))

$\sigma_{yd}=M_{yd}/W_y, \text{netto}=1 \text{ E}+06 \times 0.250 / 6.667 \text{ E}+004 = 3.75 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{zd}=M_{zd}/W_z, \text{netto}=1 \text{ E}+06 \times 0.000 / 3.333 \text{ E}+006 = 0.00 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{yd}/f_{mysd} + K_m \cdot \sigma_{zd}/f_{mzsd} = 0.185 + 0.000 = 0.18 < 1$ (EC5 Εξ.6.11)

$K_m \cdot \sigma_{yd}/f_{mysd} + \sigma_{zd}/f_{mzsd} = 0.129 + 0.000 = 0.13 < 1$ (EC5 Εξ.6.12)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Υπολογισμός δοκού

Γεωμετρικά δεδομένα δοκού

Μήκος $L=7.100 \text{ m}$, ύψος $H=1.580 \text{ m}$, απόσταση δοκών $d=0.800 \text{ m}$

Κλίση $=22.25\%$, γωνία $\alpha=12.55^\circ$, $\tan \alpha=0.223$, $\sin \alpha=0.217$, $\cos \alpha=0.976$

Αριθμός κόμβων = 3, αριθμός ράβδων = 2, στηρίξεις 2

Συντεταγμένες κόμβων

Ιδιότητες στοιχείων δοκού

Κόμβ.	x[m]	y[m]	Στήρ.	Ράβδος	K1	K2	b x h [mm]	L[m]	A[mm ²]	I _y [mm ⁴]
1	0.000	0.000	11	1	1	3	100x260	3.637	2.600E+004	1.465E+008
2	7.100	1.580	01	2	3	2	100x260	3.637	2.600E+004	1.465E+008
3	3.550	0.790								

Φορτία ανά δοκό

Πυκνότητα ξύλου $=350.00 \text{ kg/m}^3$, Ίδιο βάρος δοκού $=0.649 \text{ kN}$

Απόσταση δοκών $d=0.80 \text{ m}$, Βάρος συνδέσμων δοκού $=0.065 \text{ kN}$

Μόνιμες δράσεις ανά m δοκού

Επικάλυψη+ίδιο βάρος ζευκτού $G_{k1}=0.541 \text{ kN/m}$

Οροφή κάτω επιφάνειας στέγης $G_{k2}=0.000 \text{ kN/m}$

Μεταβλητές δράσεις μέσης διάρκειας ανά m δοκού

Φορτίο Χιονιού $Q_{k1}=0.256 \text{ kN/m}$

Μεταβλητές δράσεις μικρής διάρκειας ανά m δοκού

Επιβεβλημένο $Q_{ki}=0.50 \times 0.800 = 0.400 \text{ kN/m}$

Μεταβλητά φορτία στιγμιαίας διάρκειας ανά m δοκού

Φορτίο Ανέμου $Q_{k2}=-0.287 \text{ kN/m}$

Συνδυασμοί φορτίσεων για εντατικές τιμές σχεδιασμού

($\gamma_g=1.35$, $\gamma_q=1.50$, $\psi_0(\text{Κινητό } Q_f)=0.70$, $\psi_0(\text{Χιόν } Q_1)=0.70$, $\psi_0(\text{Άνεμος } Q_2)=0.60$)

Σ.Φ.	Δράσεις Μόνιμες-Μεταβλητές	Κλάση διάρκειας
1	$\gamma_g \cdot G_k$	Μόνιμη
2	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k1}$	Μεσοχρόνια
3	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k2}$	Στιγμιαία
4	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{ki}$	Βραχυχρόνια
5	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k1} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k2}$	Στιγμιαία
6	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k2} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k1}$	Στιγμιαία
7	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{ki} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k1} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k2}$	Στιγμιαία

Στατική επίλυση δοκού

Ο φορέας της στέγης (ζευκτό) είναι μία συνεχής δοκός.

Τα εντατικά μεγέθη υπολογίζονται για τις φορτίσεις

(μόνιμα-χιόνι-άνεμος) και εν συνεχεία με συνδυασμό αυτών

προκύπτουν τα εντατικά μεγέθη για δυσμενείς φορτίσεις.

Αριθμός κόμβων = 3, αριθμός ράβδων = 2, στηρίξεις 2

Εντατικά μεγέθη για φορτίσεις

Εντατικά μεγέθη, φόρτιση: (G_k) Μόνιμο $G_{k1} = 0.541$, $G_{k2} = 0.000$ [kN/m]

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	N1[kN]	V1[kN]	M1[kNm]	N2[kN]	V2[kN]	M2[kNm]	Nm[kN]	Vm[kN]
1	1	3	-0.43	1.92	0.00	0.00	0.00	3.49	0.00	0.00
3.49										

2 3 2 0.00 0.00 3.49 0.43 -1.92 0.00 0.00 0.00
3.49

(m σημείο μέγιστης ροπής ανοίγματος για μόνιμα φορτία, ή μέσον ράβδου)

Εντατικά μεγέθη, φόρτιση: (Qk1) Χιόν Qks = 0.256 [kN/m]

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	N1[kN]	V1[kN]	M1[kNm]	N2[kN]	V2[kN]	M2[kNm]	Nm[kN]	Vm[kN]
1	1	3	-0.20	0.89	0.00	0.00	0.00	1.61	0.00	0.00
1.61										
2	3	2	0.00	0.00	1.61	0.20	-0.89	0.00	0.00	0.00
1.61										

(m σημείο μέγιστης ροπής ανοίγματος για μόνιμα φορτία, ή μέσον ράβδου)

Εντατικά μεγέθη, φόρτιση: (Qk2) Ανεμος Qkw = -0.287 [kN/m]

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	N1[kN]	V1[kN]	M1[kNm]	N2[kN]	V2[kN]	M2[kNm]	Nm[kN]	Vm[kN]
1	1	3	-0.23	-1.04	0.00	-0.23	0.00	-1.90	-0.23	0.00
1.90										
2	3	2	-0.23	0.00	-1.90	-0.23	1.04	0.00	-0.23	0.00
1.90										

(m σημείο μέγιστης ροπής ανοίγματος για μόνιμα φορτία, ή μέσον ράβδου)

Εντατικά μεγέθη, φόρτιση: (Qki) Επιβεβλημένο (H) Qi = 0.400 [kN/m]

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	N1[kN]	V1[kN]	M1[kNm]	N2[kN]	V2[kN]	M2[kNm]	Nm[kN]	Vm[kN]
1	1	3	-0.32	1.42	0.00	0.00	0.00	2.58	0.00	0.00
2.58										
2	3	2	0.00	0.00	2.58	0.32	-1.42	0.00	0.00	0.00
2.58										

(m σημείο μέγιστης ροπής ανοίγματος για μόνιμα φορτία, ή μέσον ράβδου)

Κατακόρυφες μετατοπίσεις κόμβων (mm)

Κόμβ.	Gk	Qk1	Qk2	Qki
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00
3	-11.65	-5.39	6.34	-8.62

Αντιδράσεις στηρίξεων (kN)

Κόμβ.	Αντιδρ	Gk	Qk1	Qk2	Qki
1	Fx	0.00	0.00	0.45	0.00
1	Fy	1.97	0.91	-0.97	1.45
2	Fx	0.00	0.00	0.00	0.00
2	Fy	1.97	0.91	-1.07	1.45

Ελεγχος Οριακής Κατάστασης Λειτουργικότητας

Ελεγχος Οριακής Κατάστασης Λειτουργικότητας (EC5 EN1995-1-1:2009, §2.2.3, §7)

Ελεγχος βέλους κάμψης στον κόμβο 3 (EC5 §7.2)

Φόρτιση	[kN/m]	u[mm]	Δράση	ψ0	ψ1
ψ2	Kdef				
(Gk)	Μόνιμο Gk1 = 0.541, Gk2 = 0.000	-11.938	Μόνιμη	1.00	1.00
1.00	0.60				
(Qk1)	Χιόν Qks = 0.256	-5.518	Μεσοχρόνια	0.70	0.50
0.20	0.60				
(Qk2)	Ανεμος Qkw = -0.287	6.498	Στιγμιαία	0.60	0.20
0.00	0.00				

Συνδυασμός φόρτισης

	w.inst	w.fin [mm]
1 Gk	11.938	19.100
2 Gk + Qk1	17.456	25.281
3 Gk + Qk2	11.938	19.100
4 Gk + Qk1 + ψ0.Qk2	17.456	25.281
5 Gk + Qk2 + ψ0.Qk1	15.800	23.625

w.fin,g=w.inst,g(1+kdef), w.fin,q=w.inst,q(1+ψ2·kdef)(EC5 §2.2.3, Εξ.2.3, Εξ.2.4)

Μέγιστες τιμές βελών στον κόμβο 3

w.inst = 17.456 mm, w.fin = 25.281 mm

Ελεγχος σύμφωνα με EC5 EN1995-1-1:2009 §7.2, Πιν.7.2

Ελεγχος τελικού βέλους κάμψης στον κόμβο 3

w.inst = 17.456 mm < L/300=7274/300= 24.246 mm

w.net,fin = 25.281 mm < L/250=7274/250= 29.095 mm

w.fin = 25.281 mm < L/200=7274/200= 36.368 mm

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Χαρακτηριστικές ιδιοσυχνότητες της κατασκευής (ίδιο βάρος + μόνιμα φορτία)

Μετά από δυναμική ανάλυση, υπολογίζονται οι κύριες ιδιοσυχνότητες του φορέα. Για τον υπολογισμό των ιδιοσυχνοτήτων θεωρούμε μάζα στον φορέα που αντιστοιχεί στο ίδιο βάρος και στα μόνιμα φορτία.

α/α	Συχνότητα[Hz]	Περίοδος[sec]
1	6.02022	0.16611
2	20.87439	0.04791
3	41.03714	0.02437

Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας (EC5 EN1995-1-1:2009, §6)

Ανω πέλαμα ράβδοι: 1, 2

Φόρτιση [kN/m]	Δράση	γg	γq	ψo
(Gk) Μόνιμο Gk1 = 0.541, Gk2 = 0.000 1.00	Μόνιμη	1.35	0.00	
(Qk1) Χιόν Qks = 0.256 0.70	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	
(Qk2) Άνεμος Qkw = -0.287 0.60	Στιγμιαία	0.00	1.50	
(Qki) Επιβεβλημένο (H) Qi = 0.400 0.00	Βραχυχρόνια	0.00	1.50	

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	-N/Kmod	+N/Kmod
V/Kmod	M/Kmod				
1	γg.Gk	Μόνιμη	0.60	-0.961	0.961
4.318	7.852				
2	γg.Gk+γq.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	-1.091	1.091
4.902	8.914				
3	γg.Gk+γq.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-0.524	0.524
2.355	4.283				
4	γg.Gk+γq.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	-1.167	1.167
5.245	9.538				
5	γg.Gk+γq.Qk1+γq.ψo.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-0.793	0.793
3.565	6.483				
6	γg.Gk+γq.Qk2+γq.ψo.Qk1	Στιγμιαία	1.10	-0.713	0.713
3.202	5.823				
7	γg.Gk+γq.Qki+γq.ψo.Qk1+γq.ψo.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-1.143	1.143
5.138	9.344				
	Μέγιστες τιμές			-1.167	1.167
5.245	9.538				

Έλεγχοι αντοχής διατομής Ανω πέλαμα ράβδοι: 1, 2

Ανω πέλαμα ράβδοι: 1, 2, Συνδυασμός φόρτισης Νο 4

Έλεγχος εφελκυσμού παράλληλα προς τις ίνες, Ft0d=1.051 kN (EC5 §6.1.2)

Ορθογωνική διατομή, b=100 mm, h=260 mm, A= 26 000 mm²

Τροποποιητικός συντελεστής Kmod=0.90 (Πιν.3.1), Συντελεστής ασφαλ. υλικού γM=1.30 (Πιν. 2.3)

ft0k=14.00 N/mm², ft0d=Kmod·ft0k/γM=0.90x14.00/1.30=9.69N/mm² (EC5 Εξ.2.14)

Ft0d=1.051 kN, σt0d=Ft0d/Anetto=1000x1.051/26000=0.04N/mm² < 9.69N/mm²=ft0d (Εξ.6.1)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Ανω πέλαμα ράβδοι: 1, 2, Συνδυασμός φόρτισης Νο 4

Έλεγχος θλίψης παράλληλα προς τις ίνες, Fc0d=-1.051 kN (EC5 §6.1.4)

Ορθογωνική διατομή, b=100 mm, h=260 mm, A= 26 000 mm²

Τροποποιητικός συντελεστής Kmod=0.90 (Πιν.3.1), Συντελεστής ασφαλ. υλικού γM=1.30 (Πιν. 2.3)

fc0k=21.00 N/mm², fc0d=Kmod·fc0k/γM=0.90x21.00/1.30=14.54N/mm² (EC5 Εξ.2.14)

Fc0d=-1.051 kN, σc0d=Fc0d/Anetto=1000x1.051/26000=0.04N/mm² < 14.54N/mm²=fc0d (Εξ.6.2)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Ανω πέλαμα ράβδοι: 1, 2, Συνδυασμός φόρτισης Νο 4

Έλεγχος διάτμησης, Fv=4.721 kN (EC5 §6.1.7)

Ορθογωνική διατομή, bef=0.67x100=67 mm, h=260 mm, A= 17 420 mm²

Τροποποιητικός συντελεστής Kmod=0.90 (Πιν.3.1), Συντελεστής ασφαλ. υλικού γM=1.30 (Πιν. 2.3)

fvk=2.50 N/mm², fvd=Kmod·fvk/γM=0.90x2.50/1.30=1.73N/mm² (EC5 Εξ.2.14)

Fv=4.721 kN, τv0d=1.50Fv0d/Anetto=1000x1.50x4.721/17420=0.41N/mm² <

1.73N/mm²=fv0d (Εξ.6.13)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Ανω πέλμα ράβδοι: 1, 2, Συνδυασμός φόρτισης Νο 4

Έλεγχος κάμψης, $M_{yd}=8.584 \text{ kNm}$, $M_{zd}=0.000 \text{ kNm}$ (EC5 §6.1.6)

Ορθογωνική διατομή, $b=100\text{mm}$, $h=260\text{mm}$, $A=2.600\text{E}+004\text{mm}^2$, $W_y=1.127\text{E}+006\text{mm}^3$, $W_z=4.333\text{E}+005\text{mm}^3$

Τροποποιητικός συντελεστής $K_{mod}=0.90$ (Πιν.3.1), Συντελεστής ασφαλ. υλικού $\gamma_M=1.30$ (Πιν. 2.3)

$$f_{yk}=24.00 \text{ N/mm}^2, f_{mysd}=K_{mod} \cdot f_{yk} / \gamma_M = 0.90 \times 24.00 / 1.30 = 16.62 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{mk}=24.00 \text{ N/mm}^2, f_{mzsd}=K_{mod} \cdot f_{mk} / \gamma_M = 0.90 \times 24.00 / 1.30 = 16.62 \text{ N/mm}^2$$

Ορθογωνική διατομή $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2))

$$\sigma_{yd}=M_{yd}/W_y, \text{netto}=1\text{E}+06 \times 8.584 / 1.127\text{E}+006 = 7.62 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{zd}=M_{zd}/W_z, \text{netto}=1\text{E}+06 \times 0.000 / 4.333\text{E}+005 = 0.00 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{yd}/f_{mysd} + K_m \cdot \sigma_{zd}/f_{mzsd} = 0.459 + 0.000 = 0.46 < 1 \text{ (EC5 Εξ.6.11)}$$

$$K_m \cdot \sigma_{yd}/f_{mysd} + \sigma_{zd}/f_{mzsd} = 0.321 + 0.000 = 0.32 < 1 \text{ (EC5 Εξ.6.12)}$$

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Θλιπτική τάση αμελητέα, ο έλεγχος κάμψης με αξονική θλίψη παραλείπεται (EC5 §6.2.4)

Ανω πέλμα ράβδοι: 1, 2, Συνδυασμός φόρτισης Νο 4

Έλεγχος λυγισμού με κάμψη, $F_{c0d}=-1.051\text{kN}$, $M_{yd}=8.584\text{kNm}$, $M_{zd}=0.000\text{kNm}$ (EC5 §6.3.2)

Ορθογωνική διατομή, $b=100\text{mm}$, $h=260\text{mm}$, $A=2.600\text{E}+004\text{mm}^2$, $W_y=1.127\text{E}+006\text{mm}^3$, $W_z=4.333\text{E}+005\text{mm}^3$

Τροποποιητικός συντελεστής $K_{mod}=0.90$ (Πιν.3.1), Συντελεστής ασφαλ. υλικού $\gamma_M=1.30$ (Πιν. 2.3, $E_{005}=7400\text{MPa}$)

$$f_{c0k}=21.00 \text{ N/mm}^2, f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k} / \gamma_M = 0.90 \times 21.00 / 1.30 = 14.54 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{yk}=24.00 \text{ N/mm}^2, f_{mysd}=K_{mod} \cdot f_{yk} / \gamma_M = 0.90 \times 24.00 / 1.30 = 16.62 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{mk}=24.00 \text{ N/mm}^2, f_{mzsd}=K_{mod} \cdot f_{mk} / \gamma_M = 0.90 \times 24.00 / 1.30 = 16.62 \text{ N/mm}^2$$

Ορθογωνική διατομή $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2))

$$\sigma_{c0d}=F_{c0d}/A, \text{netto}=1000 \times 1.051 / 26000 = 0.04 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{yd}=M_{yd}/W_y, \text{netto}=1\text{E}+06 \times 8.584 / 1.127\text{E}+006 = 7.62 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{zd}=M_{zd}/W_z, \text{netto}=1\text{E}+06 \times 0.000 / 4.333\text{E}+005 = 0.00 \text{ N/mm}^2$$

Μήκη λυγισμού

$$S_{ky} = 1.00 \times 7.274 = 7.274 \text{ m} = 7274 \text{ mm (πιο δυσμενές)}$$

$$S_{kz} = 0.04 \times 7.274 = 0.300 \text{ m} = 300 \text{ mm (απόσταση εγκ. στηρίξ./μήκος ράβδου=0.30/7.27=0.04)}$$

Λυγηρότητες

$$i_y = (I_y/A)^{1/2} = 0.289 \times 260 = 75 \text{ mm}, \lambda_y = 7274 / 75 = 96.98$$

$$i_z = (I_z/A)^{1/2} = 0.289 \times 100 = 29 \text{ mm}, \lambda_z = 300 / 29 = 10.34$$

Κρίσιμες τάσεις

$$\sigma_{c, \text{crit}y} = \pi^2 E_{005} / \lambda_y^2 = 7.77 \text{ N/mm}^2, \lambda_{rel,y} = (f_{c0k} / \sigma_{c, \text{crit}y})^{1/2} = 1.64 \text{ (EC5 Εξ.6.21)}$$

$$\sigma_{c, \text{crit}z} = \pi^2 E_{005} / \lambda_z^2 = 683.11 \text{ N/mm}^2, \lambda_{rel,z} = (f_{c0k} / \sigma_{c, \text{crit}z})^{1/2} = 0.18 \text{ (EC5 Εξ.6.22)}$$

$\beta_c = 0.20$ (φυσικό ξύλο)

$$k_y = 0.5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0.3) + \lambda_{rel,y}^2] = 1.99, K_{cy} = 1 / (k_y + (k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2)^{1/2}) = 0.322 \text{ (Εξ.6.27 6.25)}$$

$$k_z = 0.5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0.3) + \lambda_{rel,z}^2] = 0.50, K_{cz} = 1 / (k_z + (k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2)^{1/2}) = 1.000 \text{ (Εξ.6.28 6.26)}$$

$$\sigma_{c0d} / (K_{cy} \cdot f_{c0d}) + \sigma_{yd} / f_{mysd} + K_m \cdot \sigma_{zd} / f_{mzsd} = 0.009 + 0.459 + 0.000 = 0.47 < 1 \text{ (EC5 Εξ.6.23)}$$

$$\sigma_{c0d} / (K_{cz} \cdot f_{c0d}) + K_m \cdot \sigma_{yd} / f_{mysd} + \sigma_{zd} / f_{mzsd} = 0.003 + 0.321 + 0.000 = 0.32 < 1 \text{ (EC5 Εξ.6.24)}$$

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Ανω πέλμα ράβδοι: 1, 2, Συνδυασμός φόρτισης Νο 4

Έλεγχος κάμψης δοκών με κύρτωση, $M_{yd}=8.584 \text{ kNm}$, $M_{zd}=0.000 \text{ kNm}$ (EC5 §6.3.3)

Ορθογωνική διατομή, $b=100\text{mm}$, $h=260\text{mm}$, $A=2.600\text{E}+004\text{mm}^2$, $W_y=1.127\text{E}+006\text{mm}^3$, $W_z=4.333\text{E}+005\text{mm}^3$

Τροποποιητικός συντελεστής $K_{mod}=0.90$ (Πιν.3.1), Συντελεστής ασφαλ. υλικού $\gamma_M=1.30$ (Πιν. 2.3)

$$f_{c0k}=21.00 \text{ N/mm}^2, f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k} / \gamma_M = 0.90 \times 21.00 / 1.30 = 14.54 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{yk}=24.00 \text{ N/mm}^2, f_{mysd}=K_{mod} \cdot f_{yk} / \gamma_M = 0.90 \times 24.00 / 1.30 = 16.62 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{mk}=24.00 \text{ N/mm}^2, f_{mzsd}=K_{mod} \cdot f_{mk} / \gamma_M = 0.90 \times 24.00 / 1.30 = 16.62 \text{ N/mm}^2$$

Ορθογωνική διατομή $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2))

$$\sigma_{yd}=M_{yd}/W_y, \text{netto}=1\text{E}+06 \times 8.584 / 1.127\text{E}+006 = 7.62 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{zd}=M_{zd}/W_z, \text{netto}=1\text{E}+06 \times 0.000 / 4.333\text{E}+005 = 0.00 \text{ N/mm}^2$$

Μήκη λυγισμού

$$S_{ky} = 1.00 \times 7.274 = 7.274 \text{ m} = 7274 \text{ mm (πιο δυσμενές)}$$

$$S_{kz} = 0.04 \times 7.274 = 0.300 \text{ m} = 300 \text{ mm (απόσταση εγκ. στηρίξ./μήκος ράβδου=0.30/7.27=0.04)}$$

Λυγηρότητες

$$i_y = (I_y/A)^{1/2} = 0.289 \times 260 = 75 \text{ mm}, \lambda_y = 7274 / 75 = 96.98$$

$$i_z = (I_z/A)^{1/2} = 0.289 \times 100 = 29 \text{ mm}, \lambda_z = 300 / 29 = 10.34$$

$$\sigma_{m, \text{crit}} = 0.78 \cdot b^2 \cdot E_{005} / (h \cdot I_{ef}) = 0.78 \times 100^2 \times 7400 / (260 \times 6546) = 33.91 \text{ N/mm}^2 \text{ (EC5 Εξ.6.32)}$$

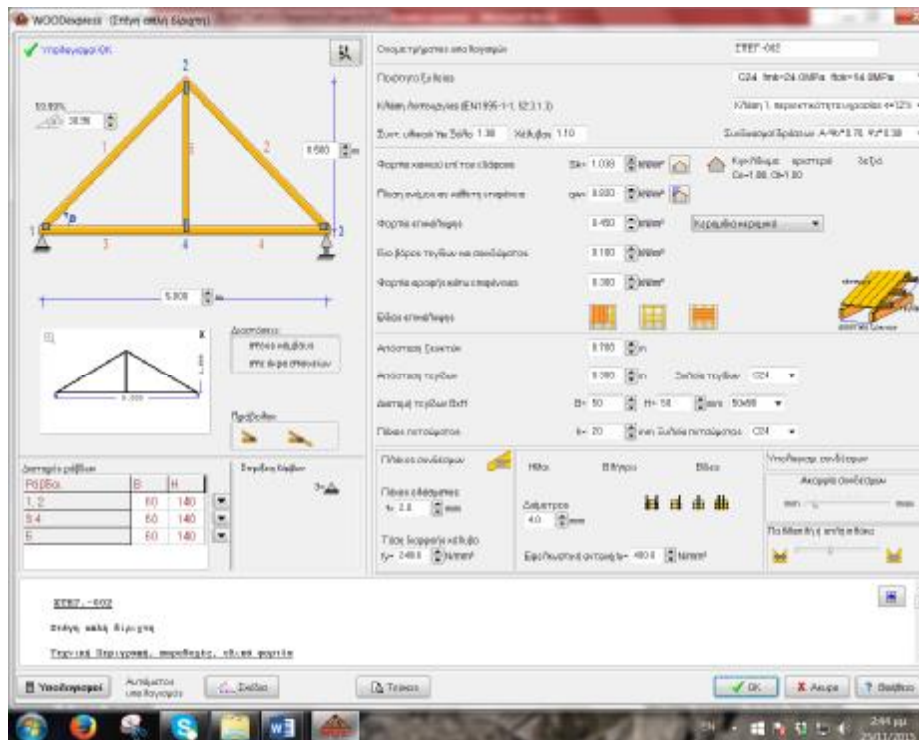
$$\sigma_{m, \text{crit}} = 0.78 \cdot b^2 \cdot E_{005} / (h \cdot I_{ef}) = 0.78 \times 260^2 \times 7400 / (100 \times 300) = 13006.24 \text{ N/mm}^2 \text{ (EC5 Εξ.6.32)}$$

Κρίσιμες τάσεις

$\sigma_{m,crity} = 33.91 \text{ N/mm}^2$, $\lambda_{rel,my} = (f_{mk}/\sigma_{m,crity})^{1/2} = 0.84$ (EC5 Εξ.6.30)
 $\sigma_{m,critz} = 13006.24 \text{ N/mm}^2$, $\lambda_{rel,mz} = (f_{mk}/\sigma_{m,critz})^{1/2} = 0.04$ (EC5 Εξ.6.30)
 $\lambda_{rel,my} = 0.84$, ($0.75 < \lambda_{rel} \leq 1.40$, $K_{crit} = 1.56 - 0.75\lambda_{relm}$), $K_{crity} = 0.93$ (EC5 Εξ.6.34)
 $\lambda_{rel,mz} = 0.04$, ($\lambda_{rel} \leq 0.75$), $K_{critz} = 1.00$ (EC5 Εξ.6.34)
 $\sigma_{myd}/(K_{crity} \cdot f_{myd}) + K_{m, \sigma_{mzd}}/(K_{critz} \cdot f_{mzd}) = 0.494 + 0.000 = 0.49 < 1$ (EC5 Εξ.6.33)
 $K_{m, \sigma_{myd}}/(K_{crity} \cdot f_{myd}) + \sigma_{mzd}/(K_{critz} \cdot f_{mzd}) = 0.346 + 0.000 = 0.35 < 1$ (EC5 Εξ.6.33)
 Ο έλεγχος ικανοποιείται
Εφελκυστική τάση αμελητέα, ο έλεγχος κάμψης με αξονικό εφελκυσμό παραλείπεται (EC5 §6.2.3)

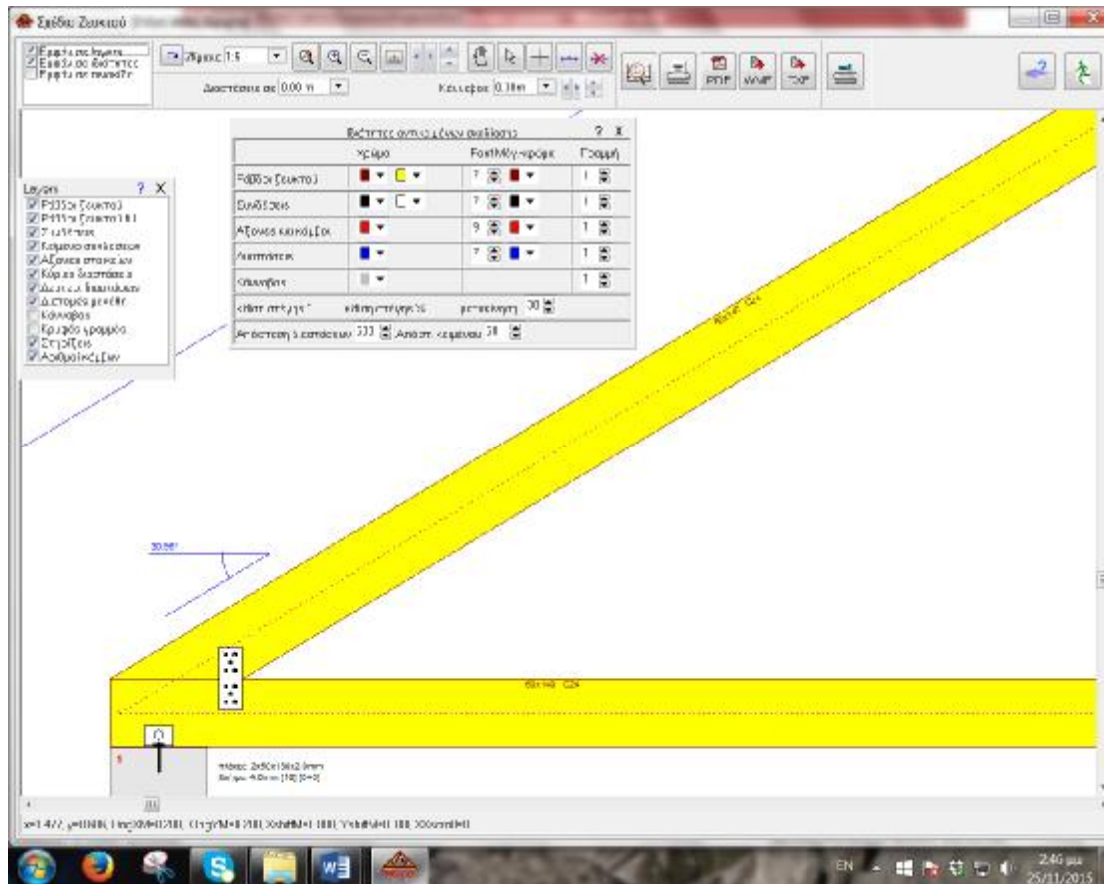
Εφαρμογή #2 Επίλυση ξύλινης δίριχτης στέγης

Η αντοχή του ξύλου είναι C24 ($f_{mk} = 24 \text{ MPa}$ και $f_{tok} = 14 \text{ MPa}$). Οι στηρίξεις φαίνονται στο σχήμα (μια άρθρωση και μία κύλιση). Οι συντελεστές ασφαλείας για το ξύλο είναι 1,30 ενώ για τον χάλυβα είναι 1,10. Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των ξύλινων στοιχείων δίδονται στο κάτωθι σχήμα.



Εικόνα 4-2 Στέγη απλή δίριχτη

Οι λεπτομέρειες του σχεδίου δίδονται κατωτέρω



Εικόνα 4-3 Σχέδιο Ζευκτού

Η διάσταση της ξύλινης δοκού είναι 60 x 140 cm και η κλίση της στέγης είναι 30.96°

ΣΤΕΓ.-002

Στέγη απλή δίριχτη

Τεχνική Περιγραφή, παραδοχές, υλικά φορτία

Τρόπος Κατασκευής

Εύλινη στέγη, από ζευκτά ξυλεία C24. Τύπος ζευκτού όπως το ανωτέρω σχέδιο. Ανοιγμα ζευκτών 5.000 m, ύψος 1.500 m, κλίση στέγης 30.96° , απόσταση ζευκτών 0.700m

Πέτωμα από ξυλεία C24, πάχους 20 mm

Τεγίδες από ξυλεία C24, διαστάσεων 50x50 mm, σε απόσταση 0.300 m

Διατομές ράβδων ζευκτού BxH [mm]

Ράβδοι 1, 2, Διατομή 60x140 [mm]

Ράβδοι 3, 4, Διατομή 60x140 [mm]

Ράβδοι 5, Διατομή 60x140 [mm]

Όγκος ζευκτού =0.104 m³, βάρος ζευκτού =0.356 kN

Κανονισμοί

EN1990:2002, Ευρωκώδικας 0 Μέρος 1-1, Δράσεις

EN1991-1-1:2002, Ευρωκώδικας 1 Μέρος 1-1, Φορτία κατασκευής

EN1991-1-3:2003, Ευρωκώδικας 1 Μέρος 1-3, Φορτία χιονιού

EN1991-1-4:2005, Ευρωκώδικας 1 Μέρος 1-4, Φορτία ανέμου

EN1995-1-1:2009, Ευρωκώδικας 5 Μέρος 1-1, Εύλινες κατασκευές

Μέθοδος υπολογισμού

Οι εσωτερικές δυνάμεις του ζευκτού της στέγης υπολογίζονται με ανάλυση του ραβδόμορφου φορέα, με πεπερασμένα στοιχεία, με άκαμπτες ή ελαστικές συνδέσεις. Για να υπολογιστούν οι διάφορες φορτίσεις, πρώτα υπολογίζονται

οι εντατικές καταστάσεις, για μοναδιαίες φορτίσεις, και εν συνεχεία με συνδυασμό αυτών προκύπτουν οι εντατικές καταστάσεις στις διάφορες φορτίσεις. Εξετάζονται όλοι οι συνδυασμοί επικίνδυνων φορτίσεων, σύμφωνα με Ευρωκώδικα 1 και Ευρωκώδικας 5, και γίνονται όλοι οι έλεγχοι των ράβδων στις δυσμενέστερες συνθήκες φόρτισης (φέρουσα ικανότητα), σύμφωνα με EC5 EN1995-1-1:2009, §6. Γίνονται επίσης οι έλεγχοι των συνδέσεων σύμφωνα με EC5 EN1995-1-1:2009, §8. Ελέγχονται επίσης τα βέλη σε κατάσταση λειτουργικότητας, σύμφωνα με EC5 EN1995-1-1:2009, §7.

Ιδιότητες υλικών (ξυκτών, τεγίδων, πετρώματος) (EC5 EN1995-1-1:2009, §3)

Ποιότητα ξυλείας: C24

Κλάση λειτουργίας : Κλάση 1, περιεκτικότητα υγρασίας $\leq 12\%$ (EC5 §2.3.1.3)

Συντελεστής ασφαλ. υλικού $\gamma_M=1.30$ (EC5 Πιν. 2.3)

Χαρακτηριστικές ιδιότητες ξυλείας

$f_{mk} = 24.0$ MPa, $f_{t0k} = 14.0$ MPa, $f_{t90k} = 0.4$ MPa

$f_{c0k} = 21.0$ MPa, $f_{c90k} = 5.3$ MPa, $f_{vk} = 2.5$ MPa

$E_{0m} = 11000$ MPa, $E_{005} = 7400$ MPa, $E_{90m} = 370$ MPa

$G_m = 690$ MPa, $\rho_k = 350$ Kg/m³

Κατανεμημένα φορτία στέγης

Επικάλυψη στέγης $G_e = 0.450$ kN/m² (Κεραμίδια κεραμικά)

Τεγίδες, σανίδωμα, μόνωση $G_t = 0.100$ kN/m² $G_e+G_t = 0.550$ kN/m²

Οροφή κάτω επιφάνειας στέγης $G_c = 0.300$ kN/m²

Φορτίο χιονιού επί του εδάφους $S_k = 1.038$ kN/m²

Πίεση ανέμου σε κάθετη επιφάνεια $Q_w = 0.820$ kN/m²

Επιβεβλημένο φορτίο (κατηγορία H) $Q_i = 0.500$ kN/m²

Φορτίου χιονιού (EC1 EN1991-1-3:2003, §5,)

Φορτίο χιονιού επί του εδάφους S_k (EC1 EN1991-1-3:2003, §4, Παράρτημα C)

Κλιματική περιοχή :Ελλάδα, ζώνη χιονιού :B, υψόμετρο =500 m

$S_k = 0.80 \times [1 + (500/917)^2] = 1.038$ kN/m²

Χαρακτηριστική τιμή φορτίου χιονιού επί εδάφους: $s_k = 1.038$ kN/m²

Φορτίο χιονιού σε στέγη (EC1 EN1991-1-3:2003, §5,)

Γωνία κλίσης στέγης : $a = 30.964^\circ$

Συντελεστής έκθεσης : $C_e = 1.000$ (EC1-1-3 §5.2(7))

Συντελεστής θερμότητας : $C_t = 1.000$ (EC1-1-3 §5.2(8))

Συντελεστής μορφής, $\alpha_1 = \alpha_2 = 30.96^\circ$, $\mu_1(\alpha_1) = \mu_1(\alpha_2) = 0.774$ (Πίνακας 5.2)

$S(\alpha_1) = \mu_1(\alpha_1) \cdot C_e \cdot C_t \cdot S_k = 0.774 \times 1.00 \times 1.00 \times 1.038 = 0.804$ kN/m² (§5.2)

$S(\alpha_2) = \mu_1(\alpha_2) \cdot C_e \cdot C_t \cdot S_k = 0.774 \times 1.00 \times 1.00 \times 1.038 = 0.804$ kN/m²

Φορτίου χιονιού (EC1 EN1991-1-3:2003, §5, .2(5.1), §5.3.3)

Περιπτώσεις φόρτισης (I) , $S(\text{Αριστ}) = S(\alpha_1) = 0.804$ kN/m², $S(\text{Δεξιά}) = S(\alpha_2) = 0.804$ kN/m²

Περιπτώσεις φόρτισης (II) , $S(\text{Αριστ}) = 0.5 \times S(\alpha_1) = 0.402$ kN/m², $S(\text{Δεξιά}) = S(\alpha_2) = 0.804$ kN/m²

Περιπτώσεις φόρτισης (III), $S(\text{Αριστ}) = S(\alpha_1) = 0.804$ kN/m²,

$S(\text{Δεξιά}) = 0.5 \times S(\alpha_2) = 0.402$ kN/m²

Φορτίο ανέμου (EC1 EN1991-1-4:2005 §5)

Πίεση ανέμου $Q(z) = Q_{ref} \cdot C_e(z)$, $Q_{ref} = V_{ref}^2 / 1.6$ (EC1 EN1991-1-4:2005 §4.5)

Εξωτερική πίεση ανέμου $Q_{ref} \cdot C_e(z) = 0.820$ kN/m²

Πίεση ανέμου σε στέγη $w_e = Q_{ref} \cdot C_e(z) \cdot C_{pe}$ (EC1 EN1991-1-4:2005, §5.2)

Συντελεστές εξωτερικής πίεσης (EC1 EN1991-1-4:2005 Πιν. 7.3)

Για κλίση στέγης $\alpha = 30.96^\circ$, $C_{pe}(+) = 0.56$, $C_{pe}(-) = -0.49$

Πίεση ανέμου $w_e(\text{Αριστ}) = 0.456$ kN/m²

Πίεση ανέμου $w_e(\text{Δεξιά}) = -0.405$ kN/m²

Υπολογισμός σανιδώματος

Στατικό σύστημα σανιδώματος

Το σανίδωμα υπολογίζεται σαν αμφιέριστη δοκός με άνοιγμα

Απόσταση τεγίδων $L = 0.300$ m, και πλάτος 1.00 m

Διαστάσεις σανιδώματος

Ξυλεία σανιδώματος: C24, κλάση λειτουργίας: Κλάση 1, περιεκτικότητα υγρασίας $\leq 12\%$

Απόσταση τεγίδων $L = 0.300$ m, κλίση στέγης $\alpha = 30.96^\circ$, πάχος σανιδώματος 20 mm

Φορτία σανιδώματος

Επικάλυψη $G_e = 0.450$ kN/m²

Ιδιο βάρος $G_1 = 0.069$ kN/m²

Φορτίο χιονιού $Q_s = 0.804$ kN/m²

Φορτίο ανέμου $Q_w = 0.456$ kN/m²

Φορτίο εργάτη $Q_p = 1.000$ kN

Εντατικά μεγέθη σανιδώματος (άνοιγμα $L=0.300$ m, πλάτος=1.00 m)

Φόρτιση	Δράση	γ_g	γ_q	ψ_0	$\max N$ [kN]	$\max Q$ [kN]
$\max M$ [kNm]						

(Gk) Μόνιμα Gk =0.519[kN/m] Μόνιμη 0.005	1.35	0.00	1.00	0.080	0.067
(Qk1) Χιόν Qks=0.804[kN/m] Μεσοχρόνια 0.007	0.00	1.50	0.70	0.106	0.089
(Qk2) Άνεμος Qkw=0.456[kN/m] Στιγμιαία 0.005	0.00	1.50	0.60	0.000	0.068
(Qk3) Εργάτης Qkp=1.000[kN] Στιγμιαία 0.064	0.00	1.00	0.00	0.514	0.429

Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Λειτουργικότητας (EC5 EN1995-1-1:2009, §2.2.3, §7)
Έλεγχος βέλους κάμψης (EC5 §7.2)

Φόρτιση [kN/m]	u[mm]	Δράση	ψ0	ψ1
ψ2 Kdef (Gk) Μόνιμα Gk =0.519[kN/m] 1.00 0.60	0.003	Μόνιμη	1.00	1.00
(Qk1) Χιόν Qks=0.804[kN/m] 0.20 0.60	0.004	Μεσοχρόνια	0.70	0.50
(Qk2) Άνεμος Qkw=0.456[kN/m] 0.00 0.60	0.003	Στιγμιαία	0.60	0.20

Συνδυασμός φόρτισης	w.inst	w.fin [mm]
1 Gk	0.003	0.004
2 Gk + Qk1	0.006	0.008
3 Gk + Qk2	0.005	0.007
4 Gk + Qk1 + ψ0.Qk2	0.008	0.010
5 Gk + Qk2 + ψ0.Qk1	0.008	0.010

w.fin,g=w.inst,g(1+kdef), w.fin,q=w.inst,q(1+ψ2·kdef) (EC5 §2.2.3, Εξ.2.3, Εξ.2.4)

Μέγιστες τιμές βελών

w.inst = 0.008 mm, w.fin = 0.010 mm

Έλεγχος σύμφωνα με EC5 EN1995-1-1:2009 §7.2, Πιν.7.2

Έλεγχος τελικού βέλους κάμψης

w.inst = 0.008 mm < L/300=300/300= 1.000 mm

w.net,fin = 0.010 mm < L/250=300/250= 1.200 mm

w.fin = 0.010 mm < L/200=300/200= 1.500 mm

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Έλεγχος σανιδώματος, Οριακή Κατάσταση Αστοχίας (EC5 EN1995-1-1:2009, §6)

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	N/Kmod
V/Kmod	M/Kmod			
1 γγ.Gk		Μόνιμη	0.60	-0.180
0.150	0.011			
2 γγ.Gk + γα.Qk1		Μεσοχρόνια	0.80	-0.335
0.279	0.021			
3 γγ.Gk + γα.Qk2		Στιγμιαία	1.10	-0.098
0.175	0.013			
4 γγ.Gk + γα.Qk3		Στιγμιαία	1.10	-0.566
0.472	0.065			
5 γγ.Gk + γα.Qk1 + γα.ψ0.Qk2		Στιγμιαία	1.10	-0.243
0.259	0.019			
6 γγ.Gk + γα.Qk2 + γα.ψ0.Qk1		Στιγμιαία	1.10	-0.200
0.260	0.019			
	Μέγιστες τιμές			-0.566
0.472	0.065			

Σανίδωμα, Συνδυασμός φόρτισης Νο 4

Έλεγχος θλίψης παράλληλα προς τις ίνες, Fc0d=-0.623 kN (EC5 §6.1.4)

Ορθογωνική διατομή, b=1000 mm, h=20 mm, A= 20 000 mm²

Τροποποιητικός συντελεστής Kmod=1.10 (Πιν.3.1), Συντελεστής ασφαλ. υλικού γM=1.30 (Πιν. 2.3)

fc0k=21.00 N/mm², fc0d=Kmod·fc0k/γM=1.10x21.00/1.30=17.77N/mm² (EC5 Εξ.2.14)

Fc0d=-0.623 kN, σc0d=Fc0d/Anetto=1000x0.623/20000=0.03N/mm² < 17.77N/mm²=fc0d (Εξ.6.2)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Σανίδωμα, Συνδυασμός φόρτισης Νο 4

Έλεγχος διάτμησης, Fv=0.519 kN (EC5 §6.1.7)

Ορθογωνική διατομή, bef=0.67x1000=670 mm, h=20 mm, A= 13 400 mm²

Τροποποιητικός συντελεστής Kmod=1.10 (Πιν.3.1), Συντελεστής ασφαλ. υλικού γM=1.30 (Πιν. 2.3)

fvk=2.50 N/mm², fvd=Kmod·fvk/γM=1.10x2.50/1.30=2.12N/mm² (EC5 Εξ.2.14)

$F_v=0.519 \text{ kN}$, $\tau_{v0d}=1.50F_v0d/A_{\text{netto}}=1000 \times 1.50 \times 0.519/13400=0.06 \text{ N/mm}^2 < 2.12 \text{ N/mm}^2 = F_v0d$ (Εξ.6.13)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Σανίδωμα, Συνδυασμός φόρτισης Νο 4

Έλεγχος κάμψης, $M_{yd}=0.071 \text{ kNm}$, $M_{zd}=0.000 \text{ kNm}$ (EC5 §6.1.6)

Ορθογωνική διατομή, $b=1000 \text{ mm}$, $h=20 \text{ mm}$, $A=2.000 \text{ E}+004 \text{ mm}^2$, $W_y=6.667 \text{ E}+004 \text{ mm}^3$, $W_z=3.333 \text{ E}+006 \text{ mm}^3$

Τροποποιητικός συντελεστής $K_{mod}=1.10$ (Πιν.3.1), Συντελεστής ασφαλ. υλικού $\gamma_M=1.30$ (Πιν. 2.3)

$f_{myk}=24.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk}/\gamma_M=1.10 \times 24.00/1.30=20.31 \text{ N/mm}^2$

$f_{mzk}=24.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mzk}/\gamma_M=1.10 \times 24.00/1.30=20.31 \text{ N/mm}^2$

Ορθογωνική διατομή $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2))

$\sigma_{myd}=M_{yd}/W_y, \text{ netto}=1 \text{ E}+06 \times 0.071/6.667 \text{ E}+004= 1.07 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_z, \text{ netto}=1 \text{ E}+06 \times 0.000/3.333 \text{ E}+006= 0.00 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{myd}/f_{myd}+K_m \cdot \sigma_{mzd}/f_{mzd}=0.052+0.000= 0.05 < 1$ (EC5 Εξ.6.11)

$K_m \cdot \sigma_{myd}/f_{myd}+\sigma_{mzd}/f_{mzd}=0.037+0.000= 0.04 < 1$ (EC5 Εξ.6.12)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Σανίδωμα, Συνδυασμός φόρτισης Νο 4

Έλεγχος κάμψης με αξονική θλίψη, $F_{c0d}=-0.623 \text{ kN}$, $M_{yd}=0.071 \text{ kNm}$, $M_{zd}=0.000 \text{ kNm}$ (EC5 §6.2.4)

Ορθογωνική διατομή, $b=1000 \text{ mm}$, $h=20 \text{ mm}$, $A=2.000 \text{ E}+004 \text{ mm}^2$, $W_y=6.667 \text{ E}+004 \text{ mm}^3$, $W_z=3.333 \text{ E}+006 \text{ mm}^3$

Τροποποιητικός συντελεστής $K_{mod}=1.10$ (Πιν.3.1), Συντελεστής ασφαλ. υλικού $\gamma_M=1.30$ (Πιν. 2.3)

$f_{c0k}=21.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k}/\gamma_M=1.10 \times 21.00/1.30=17.77 \text{ N/mm}^2$

$f_{myk}=24.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk}/\gamma_M=1.10 \times 24.00/1.30=20.31 \text{ N/mm}^2$

$f_{mzk}=24.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mzk}/\gamma_M=1.10 \times 24.00/1.30=20.31 \text{ N/mm}^2$

Ορθογωνική διατομή $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2))

$\sigma_{c0d}=F_{c0d}/A_{\text{netto}}=1000 \times 0.623/20000= 0.03 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{myd}=M_{yd}/W_y, \text{ netto}=1 \text{ E}+06 \times 0.071/6.667 \text{ E}+004= 1.07 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_z, \text{ netto}=1 \text{ E}+06 \times 0.000/3.333 \text{ E}+006= 0.00 \text{ N/mm}^2$

$(\sigma_{c0d}/f_{c0d})^2+\sigma_{myd}/f_{myd}+K_m \cdot \sigma_{mzd}/f_{mzd}=0.000+0.052+0.000= 0.05 < 1$ (EC5 Εξ.6.19)

$(\sigma_{c0d}/f_{c0d})^2+K_m \cdot \sigma_{myd}/f_{myd}+\sigma_{mzd}/f_{mzd}=0.000+0.037+0.000= 0.04 < 1$ (EC5 Εξ.6.20)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Σανίδωμα, Συνδυασμός φόρτισης Νο 4

Έλεγχος λυγισμού με κάμψη, $F_{c0d}=-0.623 \text{ kN}$, $M_{yd}=0.071 \text{ kNm}$, $M_{zd}=0.000 \text{ kNm}$ (EC5 §6.3.2)

Ορθογωνική διατομή, $b=1000 \text{ mm}$, $h=20 \text{ mm}$, $A=2.000 \text{ E}+004 \text{ mm}^2$, $W_y=6.667 \text{ E}+004 \text{ mm}^3$, $W_z=3.333 \text{ E}+006 \text{ mm}^3$

Τροποποιητικός συντελεστής $K_{mod}=1.10$ (Πιν.3.1), Συντελεστής ασφαλ. υλικού $\gamma_M=1.30$ (Πιν. 2.3, $E_{005}=7400 \text{ MPa}$)

$f_{c0k}=21.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k}/\gamma_M=1.10 \times 21.00/1.30=17.77 \text{ N/mm}^2$

$f_{myk}=24.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk}/\gamma_M=1.10 \times 24.00/1.30=20.31 \text{ N/mm}^2$

$f_{mzk}=24.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mzk}/\gamma_M=1.10 \times 24.00/1.30=20.31 \text{ N/mm}^2$

Ορθογωνική διατομή $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2))

$\sigma_{c0d}=F_{c0d}/A_{\text{netto}}=1000 \times 0.623/20000= 0.03 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{myd}=M_{yd}/W_y, \text{ netto}=1 \text{ E}+06 \times 0.071/6.667 \text{ E}+004= 1.07 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_z, \text{ netto}=1 \text{ E}+06 \times 0.000/3.333 \text{ E}+006= 0.00 \text{ N/mm}^2$

Μήκη λυγισμού

$S_{ky}= 1.00 \times 0.300=0.300 \text{ m}= 300 \text{ mm}$

$S_{kz}= 0.00 \times 0.300=0.000 \text{ m}= 0 \text{ mm}$

Λυγηρότητες

$i_y=(I_y/A)^{1/2}=0.289 \times 20= 6 \text{ mm}$, $\lambda_y= 300/ 6= 50.00$

$i_z=(I_z/A)^{1/2}=0.289 \times 1000=289 \text{ mm}$, $\lambda_z= 0/289= 0.00$

Κρίσιμες τάσεις

$\sigma_{c, \text{crit}y}=\pi^2 E_{005}/\lambda_y^2= 29.21 \text{ N/mm}^2$, $\lambda_{\text{rel},y}=(f_{c0k}/\sigma_{c, \text{crit}y})^{1/2}= 0.85$ (EC5 Εξ.6.21)

$\sigma_{c, \text{crit}z}=\pi^2 E_{005}/\lambda_z^2= 2100.00 \text{ N/mm}^2$, $\lambda_{\text{rel},z}=(f_{c0k}/\sigma_{c, \text{crit}z})^{1/2}= 0.00$ (EC5 Εξ.6.22)

$\beta_c=0.20$ (φυσικό ξύλο)

$k_y=0.5[1+\beta_c(\lambda_{\text{rel}y}-0.3)+\lambda_{\text{rel}y}^2]= 0.91$, $K_{cy}=1/(k_y+(k_y^2-\lambda_{\text{rel}y}^2)^{1/2})=0.796$ (Εξ.6.27 6.25)

$k_z=0.5[1+\beta_c(\lambda_{\text{rel}z}-0.3)+\lambda_{\text{rel}z}^2]= 0.50$, $K_{cz}=1/(k_z+(k_z^2-\lambda_{\text{rel}z}^2)^{1/2})=1.000$ (Εξ.6.28 6.26)

$\sigma_{c0d}/(K_{cy} \cdot f_{c0d})+\sigma_{myd}/f_{myd}+K_m \cdot \sigma_{mzd}/f_{mzd}=0.002+0.052+0.000= 0.05 < 1$ (EC5 Εξ.6.23)

$\sigma_{c0d}/(K_{cz} \cdot f_{c0d})+K_m \cdot \sigma_{myd}/f_{myd}+\sigma_{mzd}/f_{mzd}=0.002+0.037+0.000= 0.04 < 1$ (EC5 Εξ.6.24)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Υπολογισμός τεγίδων

Στατικό σύστημα τεγίδων

Οι τεγίδες υπολογίζονται σαν αμφιέριστες δοκοί με άνοιγμα $L=0.700 \text{ m}$ την απόσταση

των ζευκτών. Φορτίζονται με το φορτίο λωρίδας στέγης πλάτους $L_1=0.300 \text{ m}$ (απόσταση τεγίδων).

Ο άξονας της τεγίδας έχει κλίση $\alpha=30.96^\circ$ με την κατακόρυφο. Τα κατακόρυφα φορτία (βάρος, χιόνι, φορτίο εργάτη) αναλύονται σε δύο συντεταγμένες κατά z-z $P \cdot \cos \alpha$, και κατά y-y $P \cdot \sin \alpha$, το φορτίο ανέμου δρα κατά την διεύθυνση z-z.

Διαστάσεις τεγίδων

Ευλεία τεγίδων: C24, Κλάση 1, περιεκτικότητα υγρασίας $\leq 12\%$, διατομή τεγίδων BxH: 50x50mm

Απόσταση τεγίδων $L=0.300\text{m}$, κλίση στέγης $\alpha=30.96^\circ$, Απόσταση ζευκτών $L=0.700\text{m}$

Φορτία τεγίδων kN/m²

Επικάλυψη $G_e=0.450\text{ kN/m}^2$

Σανίδωμα+ιδ. βάρος $G_1=0.100\text{ kN/m}^2$

Φορτίο χιονιού $Q_s=0.804\text{ kN/m}^2$

Φορτίο ανέμου $Q_w=0.456\text{ kN/m}^2$

Φορτίο εργάτη $Q_p=1.000\text{ kN}$

Φορτία τεγίδων κατά z-z και y-y ανά m τεγίδας

Επικάλυψη+ιδ. βάρος $G_k=0.165\text{ kN/m}$, $G_{kz}=0.141\text{ kN/m}$, $G_{kez}=0.085\text{ kN/m}$

Φορτίο χιονιού $Q_{ks}=0.241\text{ kN/m}$, $Q_{ksz}=0.207\text{ kN/m}$, $Q_{ksy}=0.124\text{ kN/m}$

Φορτίο ανέμου $Q_{kw}=0.137\text{ kN/m}$, $Q_{kwz}=0.137\text{ kN/m}$, $Q_{kwy}=0.000\text{ kN/m}$

Φορτίο εργάτη $Q_{kp}=1.000\text{ kN}$, $Q_{kpz}=0.857\text{ kN}$, $Q_{kpy}=0.514\text{ kN}$

Εντατικά μεγέθη τεγίδων (άνοιγμα $L=0.700\text{ m}$, BxH: 50x50 mm)

Φόρτιση Δράση γ_g γ_q ψ_0 Q_z [kN] Q_y [kN]

My [kNm] Mz [kNm]

(Gk) Μόνιμα $G_k=0.165$ [kN/m] Μόνιμη 1.35 0.00 1.00 0.050 0.030
0.009 0.000

(Qk1) Χιόν $Q_{ks}=0.241$ [kN/m] Μεσοχρόνια 0.00 1.50 0.70 0.072 0.043
0.013 0.000

(Qk2) Άνεμος $Q_{kw}=0.137$ [kN/m] Στιγμιαία 0.00 1.50 0.60 0.048 0.000
0.008 0.000

(Qk3) Εργάτης $Q_{kp}=1.000$ [kN] Στιγμιαία 0.00 1.00 0.00 0.429 0.257
0.150 0.000

Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Λειτουργικότητας (EC5 EN1995-1-1:2009, §2.2.3, §7)

Έλεγχος βέλους κάμψης (EC5 §7.2)

Φόρτιση [kN/m]	u [mm]	Δράση	ψ_0	ψ_1
<u>ψ_2 Kdef</u>				
(Gk) Μόνιμα $G_k=0.141$ [kN/m] 1.00 0.60	0.032	Μόνιμη	1.00	1.00
(Qk1) Χιόν $Q_{ks}=0.207$ [kN/m] 0.20 0.60	0.047	Μεσοχρόνια	0.70	0.50
(Qk2) Άνεμος $Q_{kw}=0.137$ [kN/m] 0.00 0.60	0.031	Στιγμιαία	0.60	0.20

Συνδυασμός φόρτισης	w.inst	w.fin [mm]
1 Gk	0.032	0.051
2 Gk + Qk1	0.079	0.104
3 Gk + Qk2	0.063	0.082
4 Gk + Qk1 + $\psi_0 \cdot Qk2$	0.097	0.122
5 Gk + Qk2 + $\psi_0 \cdot Qk1$	0.096	0.121

$w_{fin,g}=w_{inst,g}(1+k_{def})$, $w_{fin,q}=w_{inst,q}(1+\psi_2 \cdot k_{def})$ (EC5 §2.2.3, Εξ.2.3, Εξ.2.4)

Μέγιστες τιμές βελών

$w_{inst}=0.097\text{ mm}$, $w_{fin}=0.122\text{ mm}$

Έλεγχος σύμφωνα με EC5 EN1995-1-1:2009 §7.2, Πιν.7.2

Έλεγχος τελικού βέλους κάμψης

$w_{inst}=0.097\text{ mm} < L/300=700/300=2.333\text{ mm}$

$w_{net,fin}=0.122\text{ mm} < L/250=700/250=2.800\text{ mm}$

$w_{fin}=0.122\text{ mm} < L/200=700/200=3.500\text{ mm}$

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Έλεγχος τεγίδων, Οριακή Κατάσταση Αστοχίας (EC5 EN1995-1-1:2009, §6)

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας k_{mod}	Q_z/K_{mod}	Q_y/K_{mod}
<u>My/Kmod</u>	<u>Mz/Kmod</u>			
1 $\gamma_g \cdot G_k$		Μόνιμη	0.60	0.111
0.019	0.000			
2 $\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k1}$		Μεσοχρόνια	0.80	0.219
0.038	0.000			
3 $\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k2}$		Στιγμιαία	1.10	0.126
0.022	0.000			
4 $\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k3}$		Στιγμιαία	1.10	0.451
0.147	0.000			

5 γγ.Gk + γγ.Qk1 + γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	0.199	0.096
0.035 0.000				
6 γγ.Gk + γγ.Qk2 + γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	0.195	0.078
0.034 0.000				
Μέγιστες τιμές			0.451	0.270
0.147 0.000				

Τεγίδα, Συνδυασμός φόρτισης Νο 4**Έλεγχος διάτμησης, Fv=0.496 kN (EC5 §6.1.7)**

Ορθογωνική διατομή, bef=0.67x50=34 mm, h=50 mm, A= 1 700 mm²

Τροποποιητικός συντελεστής Kmod=1.10 (Πιν.3.1), Συντελεστής ασφαλ. υλικού γM=1.30 (Πιν. 2.3)

fvk=2.50 N/mm², fvd=Kmod·fvk/γM=1.10x2.50/1.30=2.12N/mm² (EC5 Εξ.2.14)

Fv=0.496 kN, τv0d=1.50Fv0d/Anetto=1000x1.50x0.496/1700=0.44N/mm² < 2.12N/mm²=fv0d (Εξ.6.13)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Τεγίδα, Συνδυασμός φόρτισης Νο 4**Έλεγχος διάτμησης, Fv=0.297 kN (EC5 §6.1.7)**

Ορθογωνική διατομή, bef=0.67x50=34 mm, h=50 mm, A= 1 700 mm²

Τροποποιητικός συντελεστής Kmod=1.10 (Πιν.3.1), Συντελεστής ασφαλ. υλικού γM=1.30 (Πιν. 2.3)

fvk=2.50 N/mm², fvd=Kmod·fvk/γM=1.10x2.50/1.30=2.12N/mm² (EC5 Εξ.2.14)

Fv=0.297 kN, τv0d=1.50Fv0d/Anetto=1000x1.50x0.297/1700=0.26N/mm² < 2.12N/mm²=fv0d (Εξ.6.13)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Τεγίδα, Συνδυασμός φόρτισης Νο 4**Έλεγχος κάμψης, Myd=0.162 kNm, Mzd=0.000 kNm (EC5 §6.1.6)**

Ορθογωνική διατομή, b=50mm, h=50mm, A=2.500E+003mm², Wy=2.083E+004mm³, Wz=2.083E+004mm³

Τροποποιητικός συντελεστής Kmod=1.10 (Πιν.3.1), Συντελεστής ασφαλ. υλικού γM=1.30 (Πιν. 2.3)

fmyk=24.00 N/mm², fmyd=Kmod·fmyk/γM=1.10x24.00/1.30=20.31N/mm²

fmzk=24.00 N/mm², fmzd=Kmod·fmzk/γM=1.10x24.00/1.30=20.31N/mm²

Ορθογωνική διατομή Km=0.70 (EC5 §6.1.6.(2))

σmyd=Myd/Wmy,netto=1E+06x0.162/2.083E+004= 7.76 N/mm²

σmzd=Mzd/Wmz,netto=1E+06x0.000/2.083E+004= 0.00 N/mm²

σmyd/fmyd+Km.σmzd/fmzd=0.382+0.000= 0.38 < 1 (EC5 Εξ.6.11)

Km.σmyd/fmyd+σmzd/fmzd=0.268+0.000= 0.27 < 1 (EC5 Εξ.6.12)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Τεγίδα, Συνδυασμός φόρτισης Νο 4**Έλεγχος κάμψης δοκών με κύρτωση, Myd=0.162 kNm, Mzd=0.000 kNm (EC5 §6.3.3)**

Ορθογωνική διατομή, b=50mm, h=50mm, A=2.500E+003mm², Wy=2.083E+004mm³, Wz=2.083E+004mm³

Τροποποιητικός συντελεστής Kmod=1.10 (Πιν.3.1), Συντελεστής ασφαλ. υλικού γM=1.30 (Πιν. 2.3)

fc0k=21.00 N/mm², fc0d=Kmod·fc0k/γM=1.10x21.00/1.30=17.77N/mm²

fmyk=24.00 N/mm², fmyd=Kmod·fmyk/γM=1.10x24.00/1.30=20.31N/mm²

fmzk=24.00 N/mm², fmzd=Kmod·fmzk/γM=1.10x24.00/1.30=20.31N/mm²

Ορθογωνική διατομή Km=0.70 (EC5 §6.1.6.(2))

σmyd=Myd/Wmy,netto=1E+06x0.162/2.083E+004= 7.76 N/mm²

σmzd=Mzd/Wmz,netto=1E+06x0.000/2.083E+004= 0.00 N/mm²

Μήκη Αυγισμού

Sky= 1.00x0.700=0.700 m= 700 mm

Skz= 0.00x0.700=0.000 m= 0 mm

Αυγηρότητες

iy=(Iy/A)^½=0.289x 50= 14 mm, λy= 700/ 14= 50.00

iz=(Iz/A)^½=0.289x 50= 14 mm, λz= 0/ 14= 0.00

σm,crit=0.78.b²·E005/(h·Lef)=0.78x50²x 7400/(50x700)= 412.29N/mm² (EC5 Εξ.6.32)

Κρίσιμες τάσεις

σm,crity= 412.29 N/mm², λrel,my=(fmyk/σm,crity)^½= 0.24 (EC5 Εξ.6.30)

σm,critz= 210.00 N/mm², λrel,mz=(fmzk/σm,critz)^½= 0.00 (EC5 Εξ.6.30)

λrel,my=0.24, (λrel<=0.75), Kcrity=1.00 (EC5 Εξ.6.34)

λrel,mz=0.00, (λrel<=0.75), Kcritz=1.00 (EC5 Εξ.6.34)

σmyd/(Kcrity·fmyd)+Km.σmzd/(Kcritz·fmzd)=0.382+0.000= 0.38 < 1 (EC5 Εξ.6.33)

Km.σmyd/(Kcrity·fmyd)+σmzd/(Kcritz·fmzd)=0.268+0.000= 0.27 < 1 (EC5 Εξ.6.33)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Υπολογισμός ζευκτού**Γεωμετρικά δεδομένα ζευκτού**

Μήκος L=5.000 m, ύψος H=1.500 m, απόσταση ζευκτών d=0.700 m

Κλίση =60.00%, γωνία α=30.96 °, tanα=0.600, sinα=0.514, cosα=0.857

Αριθμός κόμβων = 4, αριθμός ράβδων =5, στηρίξεις 2

Συντεταγμένες κόμβων

Ιδιότητες ράβδων ζευκτού

Κόμβ.	x[m]	y[m]	Στήρ.	Ράβδος	K1	K2	b x h [mm]	L[m]	A [mm ²]	Iy [mm ⁴]
1	0.000	0.000	11	1	1	2	60x140	2.915	8.400E+003	1.372E+007
2	2.500	1.500		2	2	3	60x140	2.915	8.400E+003	1.372E+007
3	5.000	0.000	01	3	1	4	60x140	2.500	8.400E+003	1.372E+007
4	2.500	0.000		4	4	3	60x140	2.500	8.400E+003	1.372E+007
				5	4	2	60x140	1.500	8.400E+003	1.372E+007

Φορτία ανά ζευκτό

Πυκνότητα ξύλου =350.00 kg/m³, Τδίο βάρος ζευκτού =0.356 kN
Απόσταση ζευκτών d=0.70 m, Βάρος συνδέσμων ζευκτού =0.036 kN

Μόνιμες δράσεις ανά m ζευκτού

Επικάλυψη+ίδιο βάρος ζευκτού Gk1= 0.463 kN/m

Οροφή κάτω επιφάνειας στέγης Gk2= 0.210 kN/m

Μεταβλητές δράσεις μέσης διάρκειας ανά m ζευκτού

Χιόνι (Αριστ) Qk1l= 0.563 kN/m (Δεξιά) Qk1r= 0.563 kN/m

Χιόνι (Αριστ) Qk2l= 0.281 kN/m (Δεξιά) Qk2r= 0.563 kN/m

Χιόνι (Αριστ) Qk3l= 0.563 kN/m (Δεξιά) Qk3r= 0.281 kN/m

Μεταβλητές δράσεις μικρής διάρκειας ανά m ζευκτού

Επιβεβλημένο Qki= 0.50x0.700= 0.350 kN/m

Μεταβλητά φορτία στιγμιαίας διάρκειας ανά m ζευκτού

Άνεμος (Αριστ) Qk4l= 0.319 kN/m (Δεξιά) Qk4r=-0.283 kN/m

Άνεμος (Αριστ) Qk5l=-0.283 kN/m (Δεξιά) Qk5r= 0.319 kN/m

Συνδυασμοί φορτίσεων για εντατικές τιμές σχεδιασμού

(γγ=1.35, γα=1.50, ψο(Κινητό Qf)=0.70, ψο(Χιόν Q1,Q2,Q3)=0.70, ψο(Άνεμος Q4,Q5)=0.60)

Σ.Φ.	Δράσεις Μόνιμες-Μεταβλητές	Κλάση διάρκειας
1	γγ.Gk	Μόνιμη
2	γγ.Gk+γγ.Qk1	Μεσοχρόνια
3	γγ.Gk+γγ.Qk2	Μεσοχρόνια
4	γγ.Gk+γγ.Qk3	Μεσοχρόνια
5	γγ.Gk+γγ.Qk4	Στιγμιαία
6	γγ.Gk+γγ.Qk5	Στιγμιαία
7	γγ.Gk+γγ.Qki	Βραχυχρόνια
8	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία
9	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία
10	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία
11	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία
12	γγ.Gk+γγ.Qk3+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία
13	γγ.Gk+γγ.Qk3+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία
14	γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία
15	γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία
16	γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk3	Στιγμιαία
17	γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία
18	γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία
19	γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk3	Στιγμιαία
20	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία
21	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία
22	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk2+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία
23	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk2+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία
24	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk3+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία
25	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk3+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία

Στατική επίλυση ζευκτού

Επίλυση για συνδέσεις με μειωμένη ακαμψία (συντελεστής 0.20)

Το ζευκτό υπολογίζεται σαν πλαισιωτή κατασκευή (EN1995-1-1 §5.4.1)

με μειωμένη ακαμψία συνδέσεων ανάλογα με τον ανωτέρω συντελεστή

Οι αμοίβοντες και το πέλμα θεωρούνται συνεχείς ράβδοι

Το ζευκτό επιλύεται για διάφορες μοναδιαίες φορτίσεις

και από αυτές υπολογίζονται εντατικές καταστάσεις

στις διάφορες φορτίσεις, και συνδυασμούς δράσεων.

Αριθμός κόμβων = 4, αριθμός ράβδων =5, στηρίξεις 2

Στατική επίλυση για μοναδιαίες φορτίσεις

Εντατικά μεγέθη για μοναδιαία φόρτιση (1 kN/m αριστερά αμοίβων προς τα κάτω)

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	N1[kN]	V1[kN]	M1[kNm]	N2[kN]	V2[kN]	M2[kNm]
1	1	2	-1.88	1.07	0.02	-0.59	-1.07	0.02
2	2	3	-1.23	0.00	0.00	-1.23	0.00	0.00
3	1	4	1.06	-0.01	0.01	1.06	-0.01	-0.01
4	4	3	1.05	0.01	-0.01	1.05	0.01	0.00
5	4	2	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01

Δυνάμεις στα άκρα ράβδων για μοναδιαία φόρτιση (1 kN/m αριστερά αμοίβων προς τα κάτω)

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	F1x[kN]	F1y[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	2	1.06	1.88	0.02	-1.06	0.62	-0.02
2	2	3	1.05	-0.63	0.00	-1.05	0.63	0.00
3	1	4	-1.06	-0.01	0.01	1.06	0.01	0.01
4	4	3	-1.05	0.01	-0.01	1.05	-0.01	0.00
5	4	2	-0.01	-0.01	0.00	0.01	0.01	-0.01

(δυνάμεις στα άκρα ράβδων σε καθολικό σύστημα συντεταγμένων x-y)

Εντατικά μεγέθη για μοναδιαία φόρτιση (1 kN/m δεξιά αμοίβων προς τα κάτω)

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	N1[kN]	V1[kN]	M1[kNm]	N2[kN]	V2[kN]	M2[kNm]
1	1	2	-1.23	0.00	0.00	-1.23	0.00	0.00
2	2	3	-0.59	1.07	0.02	-1.88	-1.07	0.02
3	1	4	1.05	-0.01	0.00	1.05	-0.01	-0.01
4	4	3	1.06	0.01	-0.01	1.06	0.01	0.01
5	4	2	0.01	-0.01	0.00	0.01	-0.01	-0.01

Δυνάμεις στα άκρα ράβδων για μοναδιαία φόρτιση (1 kN/m δεξιά αμοίβων προς τα κάτω)

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	F1x[kN]	F1y[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	2	1.05	0.63	0.00	-1.05	-0.63	0.00
2	2	3	1.06	0.62	0.02	-1.06	1.88	-0.02
3	1	4	-1.05	-0.01	0.00	1.05	0.01	0.01
4	4	3	-1.06	0.01	-0.01	1.06	-0.01	-0.01
5	4	2	0.01	-0.01	0.00	-0.01	0.01	0.01

(δυνάμεις στα άκρα ράβδων σε καθολικό σύστημα συντεταγμένων x-y)

Εντατικά μεγέθη για μοναδιαία φόρτιση (1 kN/m κάτω πέλαμα προς τα κάτω)

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	N1[kN]	V1[kN]	M1[kNm]	N2[kN]	V2[kN]	M2[kNm]
1	1	2	-3.08	0.00	0.01	-3.08	0.00	0.00
2	2	3	-3.08	0.00	0.00	-3.08	0.00	0.01
3	1	4	2.64	0.92	0.02	2.64	-1.58	-0.81
4	4	3	2.64	1.58	-0.81	2.64	-0.92	0.02
5	4	2	3.16	0.00	0.00	3.16	0.00	0.00

Δυνάμεις στα άκρα ράβδων για μοναδιαία φόρτιση (1 kN/m κάτω πέλαμα προς τα κάτω)

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	F1x[kN]	F1y[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	2	2.64	1.58	0.01	-2.64	-1.58	0.00
2	2	3	2.64	-1.58	0.00	-2.64	1.58	-0.01
3	1	4	-2.64	0.92	0.02	2.64	1.58	0.81
4	4	3	-2.64	1.58	-0.81	2.64	0.92	-0.02
5	4	2	0.00	-3.16	0.00	0.00	3.16	0.00

(δυνάμεις στα άκρα ράβδων σε καθολικό σύστημα συντεταγμένων x-y)

Εντατικά μεγέθη για μοναδιαία φόρτιση (1 kN/m αριστερά αμοίβων πίεση)

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	N1[kN]	V1[kN]	M1[kNm]	N2[kN]	V2[kN]	M2[kNm]
1	1	2	-0.81	1.46	0.03	-0.81	-1.46	0.03
2	2	3	-1.67	0.00	-0.01	-1.67	0.00	0.00
3	1	4	1.44	-0.01	0.01	1.44	-0.01	-0.02
4	4	3	1.43	0.01	-0.02	1.43	0.01	0.00
5	4	2	0.02	0.01	0.00	0.02	0.01	0.01

Δυνάμεις στα άκρα ράβδων για μοναδιαία φόρτιση (1 kN/m αριστερά αμοίβων πίεση)

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	F1x[kN]	F1y[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	2	-0.06	1.66	0.03	-1.44	0.84	-0.03
2	2	3	1.43	-0.86	-0.01	-1.43	0.86	0.00
3	1	4	-1.44	-0.01	0.01	1.44	0.01	0.02
4	4	3	-1.43	0.01	-0.02	1.43	-0.01	0.00
5	4	2	-0.01	-0.02	0.00	0.01	0.02	-0.01

(δυνάμεις στα άκρα ράβδων σε καθολικό σύστημα συντεταγμένων x-y)

Εντατικά μεγέθη για μοναδιαία φόρτιση (1 kN/m δεξιά αμοίβων πίεση)

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	N1[kN]	V1[kN]	M1[kNm]	N2[kN]	V2[kN]	M2[kNm]
--------	--------	--------	--------	--------	---------	--------	--------	---------

1	1	2	-1.67	0.00	0.00	-1.67	0.00	-0.01
2	2	3	-0.81	1.46	0.03	-0.81	-1.46	0.03
3	1	4	-0.06	-0.01	0.00	-0.06	-0.01	-0.02
4	4	3	-0.06	0.01	-0.03	-0.06	0.01	0.01
5	4	2	0.02	-0.01	0.00	0.02	-0.01	-0.01

Δυνάμεις στα άκρα ράβδων για μοναδιαία φόρτιση (1 kN/m δεξιά αμείβων πίεση)

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	F1x[kN]	F1y[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	2	1.44	0.86	0.00	-1.44	-0.86	0.01
2	2	3	1.44	0.84	0.03	0.06	1.66	-0.03
3	1	4	0.06	-0.01	0.00	-0.06	0.01	0.02
4	4	3	0.06	0.01	-0.03	-0.06	-0.01	-0.01
5	4	2	0.01	-0.02	0.00	-0.01	0.02	0.01

(δυνάμεις στα άκρα ράβδων σε καθολικό σύστημα συντεταγμένων x-y)

Εντατικά μεγέθη για φορτίσεις

Εντατικά μεγέθη, Φόρτιση: (Gk) Μόνιμο Gk1 = 0.463, Gk2 = 0.210 [kN/m]

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	N1[kN]	V1[kN]	M1[kNm]	N2[kN]	V2[kN]	M2[kNm]	Nm[kN]	Vm[kN]	Mm[kNm]
1	1	2	-2.32	0.58	0.01	-1.63	-0.58	0.01	-1.98	0.00	0.43
2	2	3	-1.63	0.58	0.01	-2.32	-0.58	0.01	-1.98	0.00	0.43
3	1	4	1.70	0.18	0.01	1.70	-0.34	-0.19	1.70	0.00	0.09
4	4	3	1.70	0.34	-0.19	1.70	-0.18	0.01	1.70	0.00	0.09
5	4	2	0.68	0.00	0.00	0.68	0.00	0.00	0.68	0.00	0.00

(m σημείο μέγιστης ροπής ανοίγματος για μόνιμα φορτία, ή μέσον ράβδου)

Εντατικά μεγέθη, Φόρτιση: (Qk1) Χιόν QksL= 0.563, QksR= 0.563 [kN/m]

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	N1[kN]	V1[kN]	M1[kNm]	N2[kN]	V2[kN]	M2[kNm]	Nm[kN]	Vm[kN]	Mm[kNm]
1	1	2	-1.75	0.60	0.01	-1.02	-0.60	0.01	-1.39	0.00	0.45
2	2	3	-1.02	0.60	0.01	-1.75	-0.60	0.01	-1.39	0.00	0.45
3	1	4	1.19	-0.01	0.00	1.19	-0.01	-0.02	1.19	-0.01	0.00
4	4	3	1.19	0.01	-0.02	1.19	0.01	0.00	1.19	0.01	0.00
5	4	2	0.02	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00

(m σημείο μέγιστης ροπής ανοίγματος για μόνιμα φορτία, ή μέσον ράβδου)

Εντατικά μεγέθη, Φόρτιση: (Qk2) Χιόν QksL= 0.281, QksR= 0.563 [kN/m]

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	N1[kN]	V1[kN]	M1[kNm]	N2[kN]	V2[kN]	M2[kNm]	Nm[kN]	Vm[kN]	Mm[kNm]
1	1	2	-1.22	0.30	0.01	-0.86	-0.30	0.00	-1.04	0.00	0.22
2	2	3	-0.68	0.60	0.01	-1.40	-0.60	0.01	-1.04	0.00	0.45
3	1	4	0.89	-0.01	0.00	0.89	-0.01	-0.01	0.89	-0.01	0.00
4	4	3	0.89	0.01	-0.01	0.89	0.01	0.00	0.89	0.01	0.00
5	4	2	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00

Εντατικά μεγέθη, Φόρτιση: (Qk3) Χιόν QksL= 0.563, QksR= 0.281 [kN/m]

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	N1[kN]	V1[kN]	M1[kNm]	N2[kN]	V2[kN]	M2[kNm]	Nm[kN]	Vm[kN]	Mm[kNm]
1	1	2	-1.40	0.60	0.01	-0.68	-0.60	0.01	-1.04	0.00	0.45
2	2	3	-0.86	0.30	0.00	-1.22	-0.30	0.01	-1.04	0.00	0.22
3	1	4	0.89	-0.01	0.00	0.89	-0.01	-0.01	0.89	-0.01	0.00

4	4	3	0.89	0.01	-0.01	0.89	0.01	0.00	0.89	0.01
0.00										
5	4	2	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00
0.00										

Εντατικά μεγέθη, φόρτιση: (Qk4) Άνεμος QkwL= 0.319, QkwR=-0.283 [kN/m]

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	N1[kN]	V1[kN]	M1[kNm]	N2[kN]	V2[kN]	M2[kNm]	Nm[kN]	Vm[kN]
1	1	2	0.22	0.47	0.01	0.22	-0.47	0.01	0.22	0.00
0.35										
2	2	3	-0.30	-0.41	-0.01	-0.30	0.41	-0.01	-0.30	0.00
0.31										
3	1	4	0.48	0.00	0.00	0.48	0.00	0.00	0.48	0.00
0.00										
4	4	3	0.47	0.00	0.00	0.47	0.00	0.00	0.47	0.00
0.00										
5	4	2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
0.00										

(m σημείο μέγιστης ροπής ανοίγματος για μόνιμα φορτία, ή μέσον ράβδου)

Εντατικά μεγέθη, φόρτιση: (Qk5) Άνεμος QkwL=-0.283, QkwR= 0.319 [kN/m]

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	N1[kN]	V1[kN]	M1[kNm]	N2[kN]	V2[kN]	M2[kNm]	Nm[kN]	Vm[kN]
1	1	2	-0.31	-0.41	-0.01	-0.31	0.41	-0.01	-0.31	0.00
0.31										
2	2	3	0.22	0.47	0.01	0.22	-0.47	0.01	0.22	0.00
0.35										
3	1	4	-0.43	0.00	0.00	-0.43	0.00	0.00	-0.43	0.00
0.00										
4	4	3	-0.42	0.00	0.00	-0.42	0.00	0.00	-0.42	0.00
0.00										
5	4	2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00
0.00										

Εντατικά μεγέθη, φόρτιση: (Qki) Επιβεβλημένο (H) Qi = 0.350 [kN/m]

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	N1[kN]	V1[kN]	M1[kNm]	N2[kN]	V2[kN]	M2[kNm]	Nm[kN]	Vm[kN]
1	1	2	-1.09	0.37	0.01	-0.64	-0.38	0.01	-0.86	0.00
0.28										
2	2	3	-0.64	0.38	0.01	-1.09	-0.37	0.01	-0.86	0.00
0.28										
3	1	4	0.74	0.00	0.00	0.74	0.00	-0.01	0.74	0.00
0.00										
4	4	3	0.74	0.00	-0.01	0.74	0.00	0.00	0.74	0.00
0.00										
5	4	2	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00
0.00										

(m σημείο μέγιστης ροπής ανοίγματος για μόνιμα φορτία, ή μέσον ράβδου)

Δυνάμεις στα άκρα ράβδων για φορτίσεις

Δυνάμεις στα άκρα ράβδων, φόρτιση: (Gk) Μόνιμο Gk1 = 0.463, Gk2 = 0.210 [kN/m]

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	F1x[kN]	F1y[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	2	1.70	1.69	0.01	-1.70	-0.34	-0.01
2	2	3	1.70	-0.34	0.01	-1.70	1.69	-0.01
3	1	4	-1.70	0.18	0.01	1.70	0.34	0.19
4	4	3	-1.70	0.34	-0.19	1.70	0.18	-0.01
5	4	2	0.00	-0.68	0.00	0.00	0.68	0.00

(δυνάμεις στα άκρα ράβδων σε καθολικό σύστημα συντεταγμένων x-y)

Δυνάμεις στα άκρα ράβδων, φόρτιση: (Qk1) Χιόν QksL= 0.563, QksR= 0.563 [kN/m]

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	F1x[kN]	F1y[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	2	1.19	1.41	0.01	-1.19	-0.01	-0.01
2	2	3	1.19	-0.01	0.01	-1.19	1.41	-0.01
3	1	4	-1.19	-0.01	0.00	1.19	0.01	0.02
4	4	3	-1.19	0.01	-0.02	1.19	-0.01	0.00
5	4	2	0.00	-0.02	0.00	0.00	0.02	0.00

(δυνάμεις στα άκρα ράβδων σε καθολικό σύστημα συντεταγμένων x-y)

Δυνάμεις στα άκρα ράβδων, φόρτιση: (Qk2) Χιόν QksL= 0.281, QksR= 0.563 [kN/m]

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	F1x[kN]	F1y[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
--------	--------	--------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

1	1	2	0.89	0.88	0.01	-0.89	-0.18	0.00
2	2	3	0.89	0.17	0.01	-0.89	1.24	-0.01
3	1	4	-0.89	-0.01	0.00	0.89	0.01	0.01
4	4	3	-0.89	0.01	-0.01	0.89	-0.01	0.00
5	4	2	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.01	0.00

(δυνάμεις στα άκρα ράβδων σε καθολικό σύστημα συντεταγμένων x-y)

Δυνάμεις στα άκρα ράβδων, φόρτιση: (Qk3) Χιόν QksL= 0.563, QksR= 0.281 [kN/m]

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	F1x[kN]	F1y[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	2	0.89	1.24	0.01	-0.89	0.17	-0.01
2	2	3	0.89	-0.18	0.00	-0.89	0.88	-0.01
3	1	4	-0.89	-0.01	0.00	0.89	0.01	0.01
4	4	3	-0.89	0.01	-0.01	0.89	-0.01	0.00
5	4	2	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.01	0.00

(δυνάμεις στα άκρα ράβδων σε καθολικό σύστημα συντεταγμένων x-y)

Δυνάμεις στα άκρα ράβδων, φόρτιση: (Qk4) Ανεμος QkwL= 0.319, QkwR=-0.283 [kN/m]

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	F1x[kN]	F1y[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	2	-0.43	0.29	0.01	-0.05	0.51	-0.01
2	2	3	0.05	-0.51	-0.01	-0.47	-0.20	0.01
3	1	4	-0.48	0.00	0.00	0.48	0.00	0.00
4	4	3	-0.47	0.00	0.00	0.47	0.00	0.00
5	4	2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01

(δυνάμεις στα άκρα ράβδων σε καθολικό σύστημα συντεταγμένων x-y)

Δυνάμεις στα άκρα ράβδων, φόρτιση: (Qk5) Ανεμος QkwL=-0.283, QkwR= 0.319 [kN/m]

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	F1x[kN]	F1y[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	2	0.48	-0.20	-0.01	-0.05	-0.51	0.01
2	2	3	0.06	0.51	0.01	0.42	0.29	-0.01
3	1	4	0.43	0.00	0.00	-0.43	0.00	0.00
4	4	3	0.42	0.00	0.00	-0.42	0.00	0.00
5	4	2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01

(δυνάμεις στα άκρα ράβδων σε καθολικό σύστημα συντεταγμένων x-y)

Δυνάμεις στα άκρα ράβδων, φόρτιση: (Qki) Επιβεβλημένο (H) Qi = 0.350 [kN/m]

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	F1x[kN]	F1y[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	1	2	0.74	0.88	0.01	-0.74	0.00	-0.01
2	2	3	0.74	0.00	0.01	-0.74	0.88	-0.01
3	1	4	-0.74	0.00	0.00	0.74	0.00	0.01
4	4	3	-0.74	0.00	-0.01	0.74	0.00	0.00
5	4	2	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.01	0.00

(δυνάμεις στα άκρα ράβδων σε καθολικό σύστημα συντεταγμένων x-y)

Κατακόρυφες μετατοπίσεις κόμβων (mm)

Κόμβ.	Gk	Qk1	Qk2	Qk3	Qk4	Qk5	Qki
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.20	-0.14	-0.11	-0.11	-0.02	0.02	-0.08
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	-0.21	-0.14	-0.11	-0.11	-0.02	0.02	-0.08

Αντιδράσεις στηρίξεων (kN)

Κόμβ.	Αντιδρ	Gk	Qk1	Qk2	Qk3	Qk4	Qk5	Qki
1	Fx	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.90	0.90	0.00
1	Fy	1.88	1.41	0.88	1.23	0.29	-0.20	0.88
3	Fx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	Fy	1.88	1.41	1.23	0.88	-0.20	0.29	0.88

Αντιδράσεις στηρίξεων σε συνδυασμούς φορτίσεων (kN)

Φόρτιση [kN/m]	Δράση	γg	γq	ψo
(Gk) Μόνιμο Gk1 = 0.463, Gk2 = 0.210	Μόνιμη	1.35	0.00	
1.00				
(Qk1) Χιόν QksL= 0.563, QksR= 0.563	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	
0.70				
(Qk2) Χιόν QksL= 0.281, QksR= 0.563	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	
0.70				
(Qk3) Χιόν QksL= 0.563, QksR= 0.281	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	
0.70				
(Qk4) Ανεμος QkwL= 0.319, QkwR=-0.283	Στιγμιαία	0.00	1.50	
0.60				

(Qk5) Άνεμος QkwL=-0.283, QkwR= 0.319 0.60	Στιγμιαία	0.00	1.50
(Qki) Επιβεβλημένο (H) Qi = 0.350 0.00	Βραχυχρόνια	0.00	1.50

Αντιδράσεις σε κόμβο : 1 (kN)

Σ.Φ. Fx/Kmod	Συνδυασμός φόρτισης Fy/Kmod	Κλάση διάρκειας	kmod	Fx	Fy
1	γγ.Gk 0.000 4.220	Μόνιμη	0.60	0.000	2.532
2	γγ.Gk+γγ.Qk1 0.000 5.802	Μεσοχρόνια	0.80	0.000	4.642
3	γγ.Gk+γγ.Qk2 0.000 4.813	Μεσοχρόνια	0.80	0.000	3.851
4	γγ.Gk+γγ.Qk3 0.000 5.473	Μεσοχρόνια	0.80	0.000	4.378
5	γγ.Gk+γγ.Qk4 1.233 2.692	Στιγμιαία	1.10	-1.356	2.961 -
6	γγ.Gk+γγ.Qk5 1.233 2.035	Στιγμιαία	1.10	1.356	2.238
7	γγ.Gk+γγ.Qki 0.000 4.272	Βραχυχρόνια	0.90	0.000	3.845
8	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk4 0.740 4.454	Στιγμιαία	1.10	-0.814	4.899 -
9	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk5 0.740 4.060	Στιγμιαία	1.10	0.814	4.465
10	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk4 0.740 3.735	Στιγμιαία	1.10	-0.814	4.108 -
11	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk5 0.740 3.340	Στιγμιαία	1.10	0.814	3.674
12	γγ.Gk+γγ.Qk3+γγ.ψο.Qk4 0.740 4.214	Στιγμιαία	1.10	-0.814	4.636 -
13	γγ.Gk+γγ.Qk3+γγ.ψο.Qk5 0.740 3.820	Στιγμιαία	1.10	0.814	4.202
14	γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk1 1.233 4.035	Στιγμιαία	1.10	-1.356	4.438 -
15	γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk2 1.233 3.531	Στιγμιαία	1.10	-1.356	3.884 -
16	γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk3 1.233 3.867	Στιγμιαία	1.10	-1.356	4.254 -
17	γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk1 1.233 3.377	Στιγμιαία	1.10	1.356	3.715
18	γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk2 1.233 2.874	Στιγμιαία	1.10	1.356	3.161
19	γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk3 1.233 3.209	Στιγμιαία	1.10	1.356	3.530
20	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk4 0.740 5.072	Στιγμιαία	1.10	-0.814	5.579 -
21	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk5 0.740 4.677	Στιγμιαία	1.10	0.814	5.145
22	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk2+γγ.ψο.Qk4 0.740 4.568	Στιγμιαία	1.10	-0.814	5.025 -
23	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk2+γγ.ψο.Qk5 0.740 4.174	Στιγμιαία	1.10	0.814	4.591
24	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk3+γγ.ψο.Qk4 0.740 4.904	Στιγμιαία	1.10	-0.814	5.394 -
25	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk3+γγ.ψο.Qk5 0.740 4.509	Στιγμιαία	1.10	0.814	4.960
	Μέγιστες τιμές			1.356	4.642
26	γγ.Gk+γγ.Qk4=0.9Gk+1.5Qk4, (EQU) 1.233 1.925	Στιγμιαία	1.10	-1.356	2.117 -
27	γγ.Gk+γγ.Qk5=0.9Gk+1.5Qk5, (EQU) 1.233 1.267	Στιγμιαία	1.10	1.356	1.394

Αντιδράσεις σε κόμβο : 3 (kN)

Σ.Φ. Fx/Kmod	Συνδυασμός φόρτισης Fy/Kmod	Κλάση διάρκειας	kmod	Fx	Fy
1	γγ.Gk 0.000 4.220	Μόνιμη	0.60	0.000	2.532

2 γγ.Gk+γγ.Qk1 0.000 5.802	Μεσοχρόνια	0.80	0.000	4.642
3 γγ.Gk+γγ.Qk2 0.000 5.473	Μεσοχρόνια	0.80	0.000	4.378
4 γγ.Gk+γγ.Qk3 0.000 4.813	Μεσοχρόνια	0.80	0.000	3.851
5 γγ.Gk+γγ.Qk4 0.000 2.035	Στιγμιαία	1.10	0.000	2.238
6 γγ.Gk+γγ.Qk5 0.000 2.692	Στιγμιαία	1.10	0.000	2.961
7 γγ.Gk+γγ.Qki 0.000 4.272	Βραχυχρόνια	0.90	0.000	3.845
8 γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk4 0.000 4.059	Στιγμιαία	1.10	0.000	4.465
9 γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk5 0.000 4.454	Στιγμιαία	1.10	0.000	4.899
10 γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk4 0.000 3.820	Στιγμιαία	1.10	0.000	4.202
11 γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk5 0.000 4.214	Στιγμιαία	1.10	0.000	4.636
12 γγ.Gk+γγ.Qk3+γγ.ψο.Qk4 0.000 3.340	Στιγμιαία	1.10	0.000	3.674
13 γγ.Gk+γγ.Qk3+γγ.ψο.Qk5 0.000 3.735	Στιγμιαία	1.10	0.000	4.108
14 γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk1 0.000 3.377	Στιγμιαία	1.10	0.000	3.715
15 γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk2 0.000 3.209	Στιγμιαία	1.10	0.000	3.530
16 γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk3 0.000 2.874	Στιγμιαία	1.10	0.000	3.161
17 γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk1 0.000 4.035	Στιγμιαία	1.10	0.000	4.438
18 γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk2 0.000 3.867	Στιγμιαία	1.10	0.000	4.254
19 γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk3 0.000 3.531	Στιγμιαία	1.10	0.000	3.884
20 γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk4 0.000 4.677	Στιγμιαία	1.10	0.000	5.145
21 γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk5 0.000 5.072	Στιγμιαία	1.10	0.000	5.579
22 γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk2+γγ.ψο.Qk4 0.000 4.509	Στιγμιαία	1.10	0.000	4.960
23 γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk2+γγ.ψο.Qk5 0.000 4.904	Στιγμιαία	1.10	0.000	5.394
24 γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk3+γγ.ψο.Qk4 0.000 4.174	Στιγμιαία	1.10	0.000	4.591
25 γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk3+γγ.ψο.Qk5 0.000 4.568	Στιγμιαία	1.10	0.000	5.025
Μέγιστες τιμές 0.000 5.802			0.000	4.642
26 γγ.Gk+γγ.Qk4=0.9Gk+1.5Qk4, (EQU) 0.000 1.267	Στιγμιαία	1.10	0.000	1.394
27 γγ.Gk+γγ.Qk5=0.9Gk+1.5Qk5, (EQU) 0.000 1.925	Στιγμιαία	1.10	0.000	2.117

Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Λειτουργικότητας

Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Λειτουργικότητας (EC5 EN1995-1-1:2009, §2.2.3, §7) Έλεγχος βέλους κάμψης στον κόμβο 4 (EC5 §7.2)

Φόρτιση [kN/m]	u[mm]	Δράση	ψ0	ψ1
ψ2 Kdef				
(Gk) Μόνιμο Gk1 = 0.463, Gk2 = 0.210 1.00 0.60	-0.212	Μόνιμη	1.00	1.00
(Qk1) Χιόν QksL= 0.563, QksR= 0.563 0.20 0.60	-0.141	Μεσοχρόνια	0.70	0.50
(Qk2) Χιόν QksL= 0.281, QksR= 0.563 0.20 0.60	-0.106	Μεσοχρόνια	0.70	0.50
(Qk3) Χιόν QksL= 0.563, QksR= 0.281 0.20 0.60	-0.106	Μεσοχρόνια	0.70	0.50
(Qk4) Άνεμος QkwL= 0.319, QkwR=-0.283 0.00 0.60	-0.024	Στιγμιαία	0.60	0.20

(Qk5) Άνεμος QkwL=-0.283, QkwR= 0.319 0.017 Στιγμιαία 0.60 0.20
0.00 0.60

Συνδυασμός φόρτισης	w.inst	w.fin [mm]
1 Gk	0.212	0.339
2 Gk + Qk1	0.353	0.497
3 Gk + Qk2	0.318	0.458
4 Gk + Qk3	0.318	0.458
5 Gk + Qk4	0.237	0.364
6 Gk + Qk5	0.212	0.339
7 Gk + Qk1 + ψο.Qk4	0.368	0.512
8 Gk + Qk1 + ψο.Qk5	0.353	0.497
9 Gk + Qk2 + ψο.Qk4	0.333	0.472
10 Gk + Qk2 + ψο.Qk5	0.318	0.458
11 Gk + Qk3 + ψο.Qk4	0.333	0.472
12 Gk + Qk3 + ψο.Qk5	0.318	0.458
13 Gk + Qk4 + ψο.Qk1	0.335	0.479
14 Gk + Qk4 + ψο.Qk2	0.311	0.451
15 Gk + Qk4 + ψο.Qk3	0.311	0.451
16 Gk + Qk5 + ψο.Qk1	0.311	0.455
17 Gk + Qk5 + ψο.Qk2	0.286	0.426
18 Gk + Qk5 + ψο.Qk3	0.286	0.426

w.fin,g=w.inst,g(1+kdef), w.fin,q=w.inst,q(1+ψ2·kdef)(EC5 §2.2.3, Εξ.2.3, Εξ.2.4)

Μέγιστες τιμές βελών στον κόμβο 4

w.inst = 0.368 mm, w.fin = 0.512 mm

Έλεγχος σύμφωνα με EC5 EN1995-1-1:2009 §7.2, Πιν.7.2

Έλεγχος τελικού βέλους κάμψης στον κόμβο 4

w.inst = 0.368 mm < L/300=5000/300= 16.667 mm

w.net,fin = 0.512 mm < L/250=5000/250= 20.000 mm

w.fin = 0.512 mm < L/200=5000/200= 25.000 mm

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Λειτουργικότητας (EC5 EN1995-1-1:2009, §2.2.3, §7)

Έλεγχος βέλους κάμψης στο μέσο ράβδου 1 (EC5 §7.2)

Φόρτιση [kN/m]	u[mm]	Δράση	ψ0	ψ1
ψ2 Kdef				
(Gk) Μόνιμο Gk1 = 0.463, Gk2 = 0.210 1.00 0.60	2.476	Μόνιμη	1.00	1.00
(Qk1) Χιόν QksL= 0.563, QksR= 0.563 0.20 0.60	3.007	Μεσοχρόνια	0.70	0.50
(Qk2) Χιόν QksL= 0.281, QksR= 0.563 0.20 0.60	1.504	Μεσοχρόνια	0.70	0.50
(Qk3) Χιόν QksL= 0.563, QksR= 0.281 0.20 0.60	3.007	Μεσοχρόνια	0.70	0.50
(Qk4) Άνεμος QkwL= 0.319, QkwR=-0.283 0.00 0.60	1.991	Στιγμιαία	0.60	0.20
(Qk5) Άνεμος QkwL=-0.283, QkwR= 0.319 0.00 0.60	-1.766	Στιγμιαία	0.60	0.20

Συνδυασμός φόρτισης	w.inst	w.fin [mm]
1 Gk	2.476	3.962
2 Gk + Qk1	5.483	7.330
3 Gk + Qk2	3.980	5.646
4 Gk + Qk3	5.483	7.330
5 Gk + Qk4	4.467	5.953
6 Gk + Qk5	2.476	3.962
7 Gk + Qk1 + ψο.Qk4	6.678	8.524
8 Gk + Qk1 + ψο.Qk5	5.483	7.330
9 Gk + Qk2 + ψο.Qk4	5.174	6.840
10 Gk + Qk2 + ψο.Qk5	3.980	5.646
11 Gk + Qk3 + ψο.Qk4	6.678	8.524
12 Gk + Qk3 + ψο.Qk5	5.483	7.330
13 Gk + Qk4 + ψο.Qk1	6.572	8.419
14 Gk + Qk4 + ψο.Qk2	5.520	7.186
15 Gk + Qk4 + ψο.Qk3	6.572	8.419
16 Gk + Qk5 + ψο.Qk1	4.581	6.428
17 Gk + Qk5 + ψο.Qk2	3.529	5.195
18 Gk + Qk5 + ψο.Qk3	4.581	6.428

w.fin,g=w.inst,g(1+kdef), w.fin,q=w.inst,q(1+ψ2·kdef)(EC5 §2.2.3, Εξ.2.3, Εξ.2.4)

Μέγιστες τιμές βελών στο μέσο ράβδου 1

w.inst = 6.678 mm, w.fin = 8.524 mm

Έλεγχος σύμφωνα με EC5 EN1995-1-1:2009 §7.2, Πιν.7.2

Έλεγχος τελικού βέλους κάμψης στο μέσο ράβδου 1

w.inst = 6.678 mm < L/300=2915/300= 9.718 mm

w.net,fin = 8.524 mm < L/250=2915/250= 11.662 mm

w.fin = 8.524 mm < L/200=2915/200= 14.577 mm

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Χαρακτηριστικές ιδιοσυχνότητες της κατασκευής (ίδιο βάρος + μόνιμα φορτία)

Μετά από δυναμική ανάλυση, υπολογίζονται οι κύριες ιδιοσυχνότητες του φορέα. Για τον υπολογισμό των ιδιοσυχνοτήτων θεωρούμε μάζα στον φορέα που αντιστοιχεί στο ίδιο βάρος και στα μόνιμα φορτία.

α/α	Συχνότητα[Hz]	Περίοδος[sec]
1	18.63825	0.05365
2	26.86058	0.03723
3	36.98504	0.02704
4	39.73944	0.02516

Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας

Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας (EC5 EN1995-1-1:2009, §6)

Ανω πέλμα ράβδοι: 1, 2

Φόρτιση [kN/m]	Δράση	γ _g	γ _q	ψ ₀
(Gk) Μόνιμο Gk1 = 0.463, Gk2 = 0.210 1.00	Μόνιμη	1.35	0.00	
(Qk1) Χιόν QksL= 0.563, QksR= 0.563 0.70	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	
(Qk2) Χιόν QksL= 0.281, QksR= 0.563 0.70	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	
(Qk3) Χιόν QksL= 0.563, QksR= 0.281 0.70	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	
(Qk4) Άνεμος QkwL= 0.319, QkwR=-0.283 0.60	Στιγμιαία	0.00	1.50	
(Qk5) Άνεμος QkwL=-0.283, QkwR= 0.319 0.60	Στιγμιαία	0.00	1.50	
(Qki) Επιβεβλημένο (H) Qi = 0.350 0.00	Βραχυχρόνια	0.00	1.50	

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	-N/Kmod	+N/Kmod
V/Kmod	M/Kmod				
1	γ _g .Gk	Μόνιμη	0.60	-5.229	0.000
1.307	0.973				
2	γ _g .Gk+γ _q .Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	-7.197	0.000
2.114	1.574				
3	γ _g .Gk+γ _q .Qk2	Μεσοχρόνια	0.80	-6.549	0.000
2.113	1.575				
4	γ _g .Gk+γ _q .Qk3	Μεσοχρόνια	0.80	-6.549	0.000
2.113	1.575				
5	γ _g .Gk+γ _q .Qk4	Στιγμιαία	1.10	-2.852	0.000
1.348	1.007				
6	γ _g .Gk+γ _q .Qk5	Στιγμιαία	1.10	-2.852	0.000
1.348	1.007				
7	γ _g .Gk+γ _q .Qki	Βραχυχρόνια	0.90	-5.297	0.000
1.498	1.115				
8	γ _g .Gk+γ _q .Qk1+γ _q .ψ ₀ .Qk4	Στιγμιαία	1.10	-5.234	0.000
1.918	1.430				
9	γ _g .Gk+γ _q .Qk1+γ _q .ψ ₀ .Qk5	Στιγμιαία	1.10	-5.234	0.000
1.918	1.430				
10	γ _g .Gk+γ _q .Qk2+γ _q .ψ ₀ .Qk4	Στιγμιαία	1.10	-4.763	0.000
1.537	1.145				
11	γ _g .Gk+γ _q .Qk2+γ _q .ψ ₀ .Qk5	Στιγμιαία	1.10	-4.587	0.000
1.917	1.431				
12	γ _g .Gk+γ _q .Qk3+γ _q .ψ ₀ .Qk4	Στιγμιαία	1.10	-4.585	0.000
1.917	1.431				
13	γ _g .Gk+γ _q .Qk3+γ _q .ψ ₀ .Qk5	Στιγμιαία	1.10	-4.763	0.000
1.537	1.145				
14	γ _g .Gk+γ _q .Qk4+γ _q .ψ ₀ .Qk1	Στιγμιαία	1.10	-4.519	0.000
1.925	1.437				
15	γ _g .Gk+γ _q .Qk4+γ _q .ψ ₀ .Qk2	Στιγμιαία	1.10	-4.190	0.000
1.637	1.221				

16 γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk3 1.924 1.437	Στιγμιαία	1.10	-4.015	0.000
17 γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk1 1.925 1.437	Στιγμιαία	1.10	-4.519	0.000
18 γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk2 1.924 1.437	Στιγμιαία	1.10	-4.015	0.000
19 γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk3 1.637 1.221	Στιγμιαία	1.10	-4.190	0.000
20 γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk4 2.184 1.628	Στιγμιαία	1.10	-6.001	0.000
21 γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk5 2.184 1.628	Στιγμιαία	1.10	-6.001	0.000
22 γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk2+γγ.ψο.Qk4 1.895 1.412	Στιγμιαία	1.10	-5.671	0.000
23 γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk2+γγ.ψο.Qk5 2.183 1.628	Στιγμιαία	1.10	-5.497	0.000
24 γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk3+γγ.ψο.Qk4 2.183 1.628	Στιγμιαία	1.10	-5.497	0.000
25 γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk3+γγ.ψο.Qk5 1.895 1.412	Στιγμιαία	1.10	-5.671	0.000
Μέγιστες τιμές 2.184 1.628			-7.197	0.000

Έλεγχοι αντοχής διατομής Άνω πέλμα ράβδοι: 1, 2

Άνω πέλμα ράβδοι: 1, 2, Συνδυασμός φόρτισης Νο 2

Έλεγχος θλίψης παράλληλα προς τις ίνες, $F_{c0d} = -5.757$ kN (EC5 §6.1.4)

Ορθογωνική διατομή, $b=60$ mm, $h=140$ mm, $A=8\,400$ mm²

Τροποποιητικός συντελεστής $K_{mod}=0.80$ (Πιν.3.1), Συντελεστής ασφαλ. υλικού

$\gamma_M=1.30$ (Πιν. 2.3)

$f_{c0k}=21.00$ N/mm², $f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k} / \gamma_M = 0.80 \times 21.00 / 1.30 = 12.92$ N/mm² (EC5 Εξ.2.14)

$F_{c0d} = -5.757$ kN, $\sigma_{c0d} = F_{c0d} / A_{netto} = 1000 \times 5.757 / 8400 = 0.69$ N/mm² < 12.92 N/mm² = f_{c0d} (Εξ.6.2)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Άνω πέλμα ράβδοι: 1, 2, Συνδυασμός φόρτισης Νο 20

Έλεγχος διάτμησης, $F_v = 2.402$ kN (EC5 §6.1.7)

Ορθογωνική διατομή, $b_{ef}=0.67 \times 60 = 40$ mm, $h=140$ mm, $A=5\,600$ mm²

Τροποποιητικός συντελεστής $K_{mod}=1.10$ (Πιν.3.1), Συντελεστής ασφαλ. υλικού

$\gamma_M=1.30$ (Πιν. 2.3)

$f_{vk}=2.50$ N/mm², $f_{vd}=K_{mod} \cdot f_{vk} / \gamma_M = 1.10 \times 2.50 / 1.30 = 2.12$ N/mm² (EC5 Εξ.2.14)

$F_v = 2.402$ kN, $\tau_{v0d} = 1.50 F_{v0d} / A_{netto} = 1000 \times 1.50 \times 2.402 / 5600 = 0.64$ N/mm² < 2.12 N/mm² = f_{v0d} (Εξ.6.13)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Άνω πέλμα ράβδοι: 1, 2, Συνδυασμός φόρτισης Νο 23

Έλεγχος κάμψης, $M_{yd} = 1.791$ kNm, $M_{zd} = 0.000$ kNm (EC5 §6.1.6)

Ορθογωνική διατομή, $b=60$ mm, $h=140$ mm, $A=8.400E+003$ mm², $W_y=1.960E+005$ mm³,

$W_z=8.400E+004$ mm³

Τροποποιητικός συντελεστής $K_{mod}=1.10$ (Πιν.3.1), Συντελεστής ασφαλ. υλικού

$\gamma_M=1.30$ (Πιν. 2.3)

$f_{myk}=24.00$ N/mm², $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk} / \gamma_M = 1.10 \times 24.00 / 1.30 = 20.31$ N/mm²

$f_{mzk}=24.00$ N/mm², $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mzk} / \gamma_M = 1.10 \times 24.00 / 1.30 = 20.31$ N/mm²

Ορθογωνική διατομή $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2))

$\sigma_{myd} = M_{yd} / W_{my,netto} = 1E+06 \times 1.791 / 1.960E+005 = 9.14$ N/mm²

$\sigma_{mzd} = M_{zd} / W_{mz,netto} = 1E+06 \times 0.000 / 8.400E+004 = 0.00$ N/mm²

$\sigma_{myd} / f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.450 + 0.000 = 0.45 < 1$ (EC5 Εξ.6.11)

$K_m \cdot \sigma_{myd} / f_{myd} + \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.315 + 0.000 = 0.32 < 1$ (EC5 Εξ.6.12)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Άνω πέλμα ράβδοι: 1, 2, Συνδυασμός φόρτισης Νο 2

Έλεγχος κάμψης με αξονική θλίψη, $F_{c0d} = -5.757$ kN, $M_{yd} = 1.259$ kNm, $M_{zd} = 0.000$ kNm (EC5 §6.2.4)

Ορθογωνική διατομή, $b=60$ mm, $h=140$ mm, $A=8.400E+003$ mm², $W_y=1.960E+005$ mm³,

$W_z=8.400E+004$ mm³

Τροποποιητικός συντελεστής $K_{mod}=0.80$ (Πιν.3.1), Συντελεστής ασφαλ. υλικού

$\gamma_M=1.30$ (Πιν. 2.3)

$f_{c0k}=21.00$ N/mm², $f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k} / \gamma_M = 0.80 \times 21.00 / 1.30 = 12.92$ N/mm²

$f_{myk}=24.00$ N/mm², $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk} / \gamma_M = 0.80 \times 24.00 / 1.30 = 14.77$ N/mm²

$f_{mzk}=24.00$ N/mm², $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mzk} / \gamma_M = 0.80 \times 24.00 / 1.30 = 14.77$ N/mm²

Ορθογωνική διατομή $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2))

$\sigma_{c0d} = F_{c0d} / A_{netto} = 1000 \times 5.757 / 8400 = 0.69$ N/mm²

$\sigma_{myd} = M_{yd} / W_{my,netto} = 1E+06 \times 1.259 / 1.960E+005 = 6.42$ N/mm²

$\sigma_{mzd} = M_{zd} / W_{mz,netto} = 1E+06 \times 0.000 / 8.400E+004 = 0.00$ N/mm²

$(\sigma_{c0d} / f_{c0d})^2 + \sigma_{myd} / f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.003 + 0.435 + 0.000 = 0.44 < 1$ (EC5 Εξ.6.19)

$(\sigma_{0d}/f_{c0d})^2 + K_m \cdot \sigma_{myd}/f_{myd} + \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.003 + 0.304 + 0.000 = 0.31 < 1$ (EC5 Εξ.6.20)
Ο έλεγχος ικανοποιείται

Ανω πέλαμα ράβδοι: 1, 2, Συνδυασμός φόρτισης Νο 23

Έλεγχος κάμψης με αξονική θλίψη, $F_{c0d} = -6.047 \text{ kN}$, $M_{yd} = 1.791 \text{ kNm}$, $M_{zd} = 0.000 \text{ kNm}$ (EC5 §6.2.4)

Ορθογωνική διατομή, $b = 60 \text{ mm}$, $h = 140 \text{ mm}$, $A = 8.400 \text{ E} + 003 \text{ mm}^2$, $W_y = 1.960 \text{ E} + 005 \text{ mm}^3$,
 $W_z = 8.400 \text{ E} + 004 \text{ mm}^3$

Τροποποιητικός συντελεστής $K_{mod} = 1.10$ (Πιν.3.1), Συντελεστής ασφαλ. υλικού
 $\gamma_M = 1.30$ (Πιν. 2.3)

$f_{c0k} = 21.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{c0d} = K_{mod} \cdot f_{c0k} / \gamma_M = 1.10 \times 21.00 / 1.30 = 17.77 \text{ N/mm}^2$

$f_{myk} = 24.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{myd} = K_{mod} \cdot f_{myk} / \gamma_M = 1.10 \times 24.00 / 1.30 = 20.31 \text{ N/mm}^2$

$f_{mzk} = 24.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{mzd} = K_{mod} \cdot f_{mzk} / \gamma_M = 1.10 \times 24.00 / 1.30 = 20.31 \text{ N/mm}^2$

Ορθογωνική διατομή $K_m = 0.70$ (EC5 §6.1.6.(2))

$\sigma_{0d} = F_{c0d} / A_{netto} = 1000 \times 6.047 / 8400 = 0.72 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{myd} = M_{yd} / W_y, netto = 1 \text{ E} + 06 \times 1.791 / 1.960 \text{ E} + 005 = 9.14 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{mzd} = M_{zd} / W_z, netto = 1 \text{ E} + 06 \times 0.000 / 8.400 \text{ E} + 004 = 0.00 \text{ N/mm}^2$

$(\sigma_{0d}/f_{c0d})^2 + \sigma_{myd}/f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.002 + 0.450 + 0.000 = 0.45 < 1$ (EC5 Εξ.6.19)

$(\sigma_{0d}/f_{c0d})^2 + K_m \cdot \sigma_{myd}/f_{myd} + \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.002 + 0.315 + 0.000 = 0.32 < 1$ (EC5 Εξ.6.20)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Ανω πέλαμα ράβδοι: 1, 2, Συνδυασμός φόρτισης Νο 2

Έλεγχος Λυγισμού με κάμψη, $F_{c0d} = -5.757 \text{ kN}$, $M_{yd} = 1.259 \text{ kNm}$, $M_{zd} = 0.000 \text{ kNm}$ (EC5 §6.3.2)

Ορθογωνική διατομή, $b = 60 \text{ mm}$, $h = 140 \text{ mm}$, $A = 8.400 \text{ E} + 003 \text{ mm}^2$, $W_y = 1.960 \text{ E} + 005 \text{ mm}^3$,
 $W_z = 8.400 \text{ E} + 004 \text{ mm}^3$

Τροποποιητικός συντελεστής $K_{mod} = 0.80$ (Πιν.3.1), Συντελεστής ασφαλ. υλικού
 $\gamma_M = 1.30$ (Πιν. 2.3, $E_{005} = 7400 \text{ MPa}$)

$f_{c0k} = 21.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{c0d} = K_{mod} \cdot f_{c0k} / \gamma_M = 0.80 \times 21.00 / 1.30 = 12.92 \text{ N/mm}^2$

$f_{myk} = 24.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{myd} = K_{mod} \cdot f_{myk} / \gamma_M = 0.80 \times 24.00 / 1.30 = 14.77 \text{ N/mm}^2$

$f_{mzk} = 24.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{mzd} = K_{mod} \cdot f_{mzk} / \gamma_M = 0.80 \times 24.00 / 1.30 = 14.77 \text{ N/mm}^2$

Ορθογωνική διατομή $K_m = 0.70$ (EC5 §6.1.6.(2))

$\sigma_{0d} = F_{c0d} / A_{netto} = 1000 \times 5.757 / 8400 = 0.69 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{myd} = M_{yd} / W_y, netto = 1 \text{ E} + 06 \times 1.259 / 1.960 \text{ E} + 005 = 6.42 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{mzd} = M_{zd} / W_z, netto = 1 \text{ E} + 06 \times 0.000 / 8.400 \text{ E} + 004 = 0.00 \text{ N/mm}^2$

Μήκη Λυγισμού

$S_{ky} = 1.00 \times 2.915 = 2.915 \text{ m} = 2915 \text{ mm}$ (πιο δυσμενές)

$S_{kz} = 0.10 \times 2.915 = 0.300 \text{ m} = 300 \text{ mm}$ (απόσταση εγκ. στηρίξ./μήκος

ράβδου = $0.30 / 2.92 = 0.10$)

Λυγηρότητες

$i_y = (I_y / A)^{1/2} = 0.289 \times 140 = 40 \text{ mm}$, $\lambda_y = 2915 / 40 = 72.89$

$i_z = (I_z / A)^{1/2} = 0.289 \times 60 = 17 \text{ mm}$, $\lambda_z = 300 / 17 = 17.65$

Κρίσιμες τάσεις

$\sigma_{c, crit y} = \pi^2 E_{005} / \lambda_y^2 = 13.75 \text{ N/mm}^2$, $\lambda_{rel, y} = (f_{c0k} / \sigma_{c, crit y})^{1/2} = 1.24$ (EC5 Εξ.6.21)

$\sigma_{c, crit z} = \pi^2 E_{005} / \lambda_z^2 = 234.45 \text{ N/mm}^2$, $\lambda_{rel, z} = (f_{c0k} / \sigma_{c, crit z})^{1/2} = 0.30$ (EC5 Εξ.6.22)

$\beta_c = 0.20$ (φυσικό ξύλο)

$k_y = 0.5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel y} - 0.3) + \lambda_{rel y}^2] = 1.36$, $K_{cy} = 1 / (k_y + (k_y^2 - \lambda_{rel y}^2)^{1/2}) = 0.521$ (Εξ.6.27

6.25)

$k_z = 0.5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel z} - 0.3) + \lambda_{rel z}^2] = 0.50$, $K_{cz} = 1 / (k_z + (k_z^2 - \lambda_{rel z}^2)^{1/2}) = 1.000$ (Εξ.6.28

6.26)

$\sigma_{0d} / (K_{cy} \cdot f_{c0d}) + \sigma_{myd} / f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.102 + 0.435 + 0.000 = 0.54 < 1$ (EC5 Εξ.6.23)

$\sigma_{0d} / (K_{cz} \cdot f_{c0d}) + K_m \cdot \sigma_{myd} / f_{myd} + \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.053 + 0.304 + 0.000 = 0.36 < 1$ (EC5 Εξ.6.24)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Ανω πέλαμα ράβδοι: 1, 2, Συνδυασμός φόρτισης Νο 23

Έλεγχος Λυγισμού με κάμψη, $F_{c0d} = -6.047 \text{ kN}$, $M_{yd} = 1.791 \text{ kNm}$, $M_{zd} = 0.000 \text{ kNm}$ (EC5 §6.3.2)

Ορθογωνική διατομή, $b = 60 \text{ mm}$, $h = 140 \text{ mm}$, $A = 8.400 \text{ E} + 003 \text{ mm}^2$, $W_y = 1.960 \text{ E} + 005 \text{ mm}^3$,
 $W_z = 8.400 \text{ E} + 004 \text{ mm}^3$

Τροποποιητικός συντελεστής $K_{mod} = 1.10$ (Πιν.3.1), Συντελεστής ασφαλ. υλικού
 $\gamma_M = 1.30$ (Πιν. 2.3, $E_{005} = 7400 \text{ MPa}$)

$f_{c0k} = 21.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{c0d} = K_{mod} \cdot f_{c0k} / \gamma_M = 1.10 \times 21.00 / 1.30 = 17.77 \text{ N/mm}^2$

$f_{myk} = 24.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{myd} = K_{mod} \cdot f_{myk} / \gamma_M = 1.10 \times 24.00 / 1.30 = 20.31 \text{ N/mm}^2$

$f_{mzk} = 24.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{mzd} = K_{mod} \cdot f_{mzk} / \gamma_M = 1.10 \times 24.00 / 1.30 = 20.31 \text{ N/mm}^2$

Ορθογωνική διατομή $K_m = 0.70$ (EC5 §6.1.6.(2))

$\sigma_{0d} = F_{c0d} / A_{netto} = 1000 \times 6.047 / 8400 = 0.72 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{myd} = M_{yd} / W_y, netto = 1 \text{ E} + 06 \times 1.791 / 1.960 \text{ E} + 005 = 9.14 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{mzd} = M_{zd} / W_z, netto = 1 \text{ E} + 06 \times 0.000 / 8.400 \text{ E} + 004 = 0.00 \text{ N/mm}^2$

Μήκη Λυγισμού

$S_{ky} = 1.00 \times 2.915 = 2.915 \text{ m} = 2915 \text{ mm}$ (πιο δυσμενές)

$S_{kz} = 0.10 \times 2.915 = 0.300 \text{ m} = 300 \text{ mm}$ (απόσταση εγκ. στηρίξ./μήκος

ράβδου = $0.30 / 2.92 = 0.10$)

Λυγηρότητες

$i_y = (I_y / A)^{1/2} = 0.289 \times 140 = 40 \text{ mm}$, $\lambda_y = 2915 / 40 = 72.89$

$i_z = (I_z / A)^{1/2} = 0.289 \times 60 = 17 \text{ mm}$, $\lambda_z = 300 / 17 = 17.65$

Κρίσιμες τάσεις

$\sigma_{c, crit y} = \pi^2 E_{005} / \lambda_y^2 = 13.75 \text{ N/mm}^2$, $\lambda_{rel, y} = (f_{c0k} / \sigma_{c, crit y})^{1/2} = 1.24$ (EC5 Εξ.6.21)

$\sigma_{c,critz} = \pi^2 E 005 / \lambda z^2 = 234.45 \text{ N/mm}^2$, $\lambda_{rel,z} = (f_{c0k} / \sigma_{c,critz})^{1/2} = 0.30$ (EC5 Εξ.6.22)
 $\beta_c = 0.20$ (φυσικό ξύλο)

$k_y = 0.5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0.3) + \lambda_{rel,y}^2] = 1.36$, $K_{cy} = 1 / (k_y + (k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2)^{1/2}) = 0.521$ (Εξ.6.27
 6.25)

$k_z = 0.5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0.3) + \lambda_{rel,z}^2] = 0.50$, $K_{cz} = 1 / (k_z + (k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2)^{1/2}) = 1.000$ (Εξ.6.28
 6.26)

$\sigma_{c0d} / (K_{cy} \cdot f_{c0d}) + \sigma_{myd} / f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.078 + 0.450 + 0.000 = 0.53 < 1$ (EC5 Εξ.6.23)

$\sigma_{c0d} / (K_{cz} \cdot f_{c0d}) + K_m \cdot \sigma_{myd} / f_{myd} + \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.041 + 0.315 + 0.000 = 0.36 < 1$ (EC5 Εξ.6.24)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Ανω πέλμα ράβδοι: 1, 2, Συνδυασμός φόρτισης Νο 23

Έλεγχος κάμψης δοκών με κύρτωση, $M_{yd} = 1.791 \text{ kNm}$, $M_{zd} = 0.000 \text{ kNm}$ (EC5 §6.3.3)

Ορθογωνική διατομή, $b = 60 \text{ mm}$, $h = 140 \text{ mm}$, $A = 8.400 \text{ E} + 003 \text{ mm}^2$, $W_y = 1.960 \text{ E} + 005 \text{ mm}^3$,

$W_z = 8.400 \text{ E} + 004 \text{ mm}^3$

Τροποποιητικός συντελεστής $K_{mod} = 1.10$ (Πιν.3.1), Συντελεστής ασφαλ. υλικού

$\gamma_M = 1.30$ (Πιν. 2.3)

$f_{c0k} = 21.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{c0d} = K_{mod} \cdot f_{c0k} / \gamma_M = 1.10 \times 21.00 / 1.30 = 17.77 \text{ N/mm}^2$

$f_{myk} = 24.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{myd} = K_{mod} \cdot f_{myk} / \gamma_M = 1.10 \times 24.00 / 1.30 = 20.31 \text{ N/mm}^2$

$f_{mzk} = 24.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{mzd} = K_{mod} \cdot f_{mzk} / \gamma_M = 1.10 \times 24.00 / 1.30 = 20.31 \text{ N/mm}^2$

Ορθογωνική διατομή $K_m = 0.70$ (EC5 §6.1.6.(2))

$\sigma_{myd} = M_{yd} / W_y, \text{ netto} = 1 \text{ E} + 06 \times 1.791 / 1.960 \text{ E} + 005 = 9.14 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{mzd} = M_{zd} / W_z, \text{ netto} = 1 \text{ E} + 06 \times 0.000 / 8.400 \text{ E} + 004 = 0.00 \text{ N/mm}^2$

Μήκη Λυγισμού

$S_{ky} = 1.00 \times 2.915 = 2.915 \text{ m} = 2915 \text{ mm}$ (πιο δυσμενές)

$S_{kz} = 0.10 \times 2.915 = 0.300 \text{ m} = 300 \text{ mm}$ (απόσταση εγκ. στηρίξ./μήκος

ράβδου $= 0.30 / 2.92 = 0.10$)

Λυγηρότητες

$i_y = (I_y / A)^{1/2} = 0.289 \times 140 = 40 \text{ mm}$, $\lambda_y = 2915 / 40 = 72.89$

$i_z = (I_z / A)^{1/2} = 0.289 \times 60 = 17 \text{ mm}$, $\lambda_z = 300 / 17 = 17.65$

$\sigma_{m,crit} = 0.78 \cdot b^2 \cdot E 005 / (h \cdot L_{ef}) = 0.78 \times 60^2 \times 7400 / (140 \times 2624) = 56.57 \text{ N/mm}^2$ (EC5 Εξ.6.32)

$\sigma_{m,crit} = 0.78 \cdot b^2 \cdot E 005 / (h \cdot L_{ef}) = 0.78 \times 140^2 \times 7400 / (60 \times 300) = 6285.07 \text{ N/mm}^2$ (EC5 Εξ.6.32)

Κρίσιμες τάσεις

$\sigma_{m,crity} = 56.57 \text{ N/mm}^2$, $\lambda_{rel,my} = (f_{myk} / \sigma_{m,crity})^{1/2} = 0.65$ (EC5 Εξ.6.30)

$\sigma_{m,critz} = 6285.07 \text{ N/mm}^2$, $\lambda_{rel,mz} = (f_{mzk} / \sigma_{m,critz})^{1/2} = 0.06$ (EC5 Εξ.6.30)

$\lambda_{rel,my} = 0.65$, ($\lambda_{rel} \leq 0.75$), $K_{critey} = 1.00$ (EC5 Εξ.6.34)

$\lambda_{rel,mz} = 0.06$, ($\lambda_{rel} \leq 0.75$), $K_{critz} = 1.00$ (EC5 Εξ.6.34)

$\sigma_{myd} / (K_{critey} \cdot f_{myd}) + K_m \cdot \sigma_{mzd} / (K_{critz} \cdot f_{mzd}) = 0.450 + 0.000 = 0.45 < 1$ (EC5 Εξ.6.33)

$K_m \cdot \sigma_{myd} / (K_{critey} \cdot f_{myd}) + \sigma_{mzd} / (K_{critz} \cdot f_{mzd}) = 0.315 + 0.000 = 0.32 < 1$ (EC5 Εξ.6.33)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας (EC5 EN1995-1-1:2009, §6)

Κάτω πέλμα ράβδοι: 3, 4

Φόρτιση [kN/m]	Δράση	γ_g	γ_q	ψ_0
(Gk) Μόνιμο $G_{k1} = 0.463$, $G_{k2} = 0.210$	Μόνιμη	1.35	0.00	
1.00				
(Qk1) Χιόν $Q_{ksL} = 0.563$, $Q_{ksR} = 0.563$	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	
0.70				
(Qk2) Χιόν $Q_{ksL} = 0.281$, $Q_{ksR} = 0.563$	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	
0.70				
(Qk3) Χιόν $Q_{ksL} = 0.563$, $Q_{ksR} = 0.281$	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	
0.70				
(Qk4) Άνεμος $Q_{kwL} = 0.319$, $Q_{kwR} = -0.283$	Στιγμιαία	0.00	1.50	
0.60				
(Qk5) Άνεμος $Q_{kwL} = -0.283$, $Q_{kwR} = 0.319$	Στιγμιαία	0.00	1.50	
0.60				
(Qki) Επιβεβλημένο (H) $Q_i = 0.350$	Βραχυχρόνια	0.00	1.50	
0.00				

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	k_{mod}	-N/Kmod	+N/Kmod
V/Kmod	M/Kmod				
1	$\gamma_g \cdot G_k$	Μόνιμη	0.60	0.000	3.815
0.765	0.417				
2	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k1}$	Μεσοχρόνια	0.80	0.000	5.089
0.589	0.342				
3	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k2}$	Μεσοχρόνια	0.80	0.000	4.534
0.586	0.335				
4	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k3}$	Μεσοχρόνια	0.80	0.000	4.534
0.586	0.335				
5	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k4}$	Στιγμιαία	1.10	0.000	2.733
0.419	0.228				
6	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k5}$	Στιγμιαία	1.10	0.000	2.081
0.421	0.231				

7 γγ.Gk+γγ.Qki 0.518 0.294	Βραχυχρόνια	0.90	0.000	3.776
8 γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk4 0.429 0.248	Στιγμιαία	1.10	0.000	4.093
9 γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk5 0.430 0.250	Στιγμιαία	1.10	0.000	3.701
10 γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk4 0.426 0.243	Στιγμιαία	1.10	0.000	3.686
11 γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk5 0.428 0.245	Στιγμιαία	1.10	0.000	3.295
12 γγ.Gk+γγ.Qk3+γγ.ψο.Qk4 0.427 0.243	Στιγμιαία	1.10	0.000	3.689
13 γγ.Gk+γγ.Qk3+γγ.ψο.Qk5 0.427 0.245	Στιγμιαία	1.10	0.000	3.297
14 γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk1 0.427 0.242	Στιγμιαία	1.10	0.000	3.867
15 γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk2 0.424 0.239	Στιγμιαία	1.10	0.000	3.583
16 γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk3 0.425 0.239	Στιγμιαία	1.10	0.000	3.584
17 γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk1 0.428 0.245	Στιγμιαία	1.10	0.000	3.215
18 γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk2 0.427 0.242	Στιγμιαία	1.10	0.000	2.931
19 γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk3 0.426 0.242	Στιγμιαία	1.10	0.000	2.932
20 γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk4 0.433 0.255	Στιγμιαία	1.10	0.000	4.615
21 γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk5 0.434 0.257	Στιγμιαία	1.10	0.000	4.223
22 γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk2+γγ.ψο.Qk4 0.430 0.252	Στιγμιαία	1.10	0.000	4.330
23 γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk2+γγ.ψο.Qk5 0.432 0.253	Στιγμιαία	1.10	0.000	3.939
24 γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk3+γγ.ψο.Qk4 0.431 0.252	Στιγμιαία	1.10	0.000	4.332
25 γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk3+γγ.ψο.Qk5 0.431 0.253	Στιγμιαία	1.10	0.000	3.940
Μέγιστες τιμές 0.765 0.417			0.000	5.089

Ελεγχοι αντοχής διατομής Κάτω πέλαμα ράβδοι: 3, 4

Κάτω πέλαμα ράβδοι: 3, 4, Συνδυασμός φόρτισης Νο 2

Έλεγχος εφελκυσμού παράλληλα προς τις ίνες, Ft0d=4.072 kN (EC5 §6.1.2)

Ορθογωνική διατομή, b=60 mm, h=140 mm, A= 8 400 mm²

Τροποποιητικός συντελεστής Kmod=0.80 (Πιν.3.1), Συντελεστής ασφαλ. υλικού γM=1.30 (Πιν. 2.3)

ft0k=14.00 N/mm², ft0d=Kmod·ft0k/γM=0.80x14.00/1.30=8.62N/mm² (EC5 Εξ.2.14)

Ft0d=4.072 kN, σt0d=Ft0d/Anetto=1000x4.072/8400=0.48N/mm² < 8.62N/mm²=ft0d (Εξ.6.1)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Κάτω πέλαμα ράβδοι: 3, 4, Συνδυασμός φόρτισης Νο 1

Έλεγχος διάτμησης, Fv=0.459 kN (EC5 §6.1.7)

Ορθογωνική διατομή, bef=0.67x60=40 mm, h=140 mm, A= 5 600 mm²

Τροποποιητικός συντελεστής Kmod=0.60 (Πιν.3.1), Συντελεστής ασφαλ. υλικού γM=1.30 (Πιν. 2.3)

fvk=2.50 N/mm², fvd=Kmod·fvk/γM=0.60x2.50/1.30=1.15N/mm² (EC5 Εξ.2.14)

Fv=0.459 kN, τv0d=1.50Fv0d/Anetto=1000x1.50x0.459/5600=0.12N/mm² < 1.15N/mm²=fv0d (Εξ.6.13)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Κάτω πέλαμα ράβδοι: 3, 4, Συνδυασμός φόρτισης Νο 1

Έλεγχος κάμψης, Myd=0.250 kNm, Mzd=0.000 kNm (EC5 §6.1.6)

Ορθογωνική διατομή, b=60mm, h=140mm, A=8.400E+003mm², Wγ=1.960E+005mm³, Wz=8.400E+004mm³

Τροποποιητικός συντελεστής Kmod=0.60 (Πιν.3.1), Συντελεστής ασφαλ. υλικού γM=1.30 (Πιν. 2.3)

fmyk=24.00 N/mm², fmyd=Kmod·fmyk/γM=0.60x24.00/1.30=11.08N/mm²

fmzk=24.00 N/mm², fmzd=Kmod·fmzk/γM=0.60x24.00/1.30=11.08N/mm²

Ορθογωνική διατομή Km=0.70 (EC5 §6.1.6.(2))

σmyd=Myd/Wmy,netto=1E+06x0.250/1.960E+005= 1.28 N/mm²

σmzd=Mzd/Wmz,netto=1E+06x0.000/8.400E+004= 0.00 N/mm²

$$\sigma_{myd}/f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.115 + 0.000 = 0.12 < 1 \quad (\text{EC5 Εξ.6.11})$$

$$K_m \cdot \sigma_{myd}/f_{myd} + \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.081 + 0.000 = 0.08 < 1 \quad (\text{EC5 Εξ.6.12})$$

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Κάτω πέλμα ράβδοι: 3, 4, Συνδυασμός φόρτισης Νο 2

Έλεγχος κάμψης με αξονικό εφελκυσμό, $F_{t0d}=4.072\text{kN}$, $M_{yd}=0.273\text{kNm}$, $M_{zd}=0.000\text{kNm}$ (EC5 §6.2.3)

Ορθογωνική διατομή, $b=60\text{mm}$, $h=140\text{mm}$, $A=8.400\text{E}+003\text{mm}^2$, $W_y=1.960\text{E}+005\text{mm}^3$, $W_z=8.400\text{E}+004\text{mm}^3$

Τροποποιητικός συντελεστής $K_{mod}=0.80$ (Πιν.3.1), Συντελεστής ασφαλ. υλικού $\gamma_M=1.30$ (Πιν. 2.3)

$$f_{t0k}=14.00 \text{ N/mm}^2, \quad f_{t0d}=K_{mod} \cdot f_{t0k}/\gamma_M=0.80 \times 14.00/1.30=8.62\text{N/mm}^2$$

$$f_{myk}=24.00 \text{ N/mm}^2, \quad f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk}/\gamma_M=0.80 \times 24.00/1.30=14.77\text{N/mm}^2$$

$$f_{mzk}=24.00 \text{ N/mm}^2, \quad f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mzk}/\gamma_M=0.80 \times 24.00/1.30=14.77\text{N/mm}^2$$

Ορθογωνική διατομή $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2))

$$\sigma_{t0d}=F_{t0d}/A_{netto}=1000 \times 4.072/8400=0.48 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=1\text{E}+06 \times 0.273/1.960\text{E}+005=1.39 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=1\text{E}+06 \times 0.000/8.400\text{E}+004=0.00 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{t0d}/f_{t0d} + \sigma_{myd}/f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.056 + 0.094 + 0.000 = 0.15 < 1 \quad (\text{EC5 Εξ.6.17})$$

$$\sigma_{t0d}/f_{t0d} + K_m \cdot \sigma_{myd}/f_{myd} + \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.056 + 0.066 + 0.000 = 0.12 < 1 \quad (\text{EC5 Εξ.6.18})$$

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Κάτω πέλμα ράβδοι: 3, 4, Συνδυασμός φόρτισης Νο 1

Έλεγχος κάμψης με αξονικό εφελκυσμό, $F_{t0d}=2.289\text{kN}$, $M_{yd}=0.250\text{kNm}$, $M_{zd}=0.000\text{kNm}$ (EC5 §6.2.3)

Ορθογωνική διατομή, $b=60\text{mm}$, $h=140\text{mm}$, $A=8.400\text{E}+003\text{mm}^2$, $W_y=1.960\text{E}+005\text{mm}^3$, $W_z=8.400\text{E}+004\text{mm}^3$

Τροποποιητικός συντελεστής $K_{mod}=0.60$ (Πιν.3.1), Συντελεστής ασφαλ. υλικού $\gamma_M=1.30$ (Πιν. 2.3)

$$f_{t0k}=14.00 \text{ N/mm}^2, \quad f_{t0d}=K_{mod} \cdot f_{t0k}/\gamma_M=0.60 \times 14.00/1.30=6.46\text{N/mm}^2$$

$$f_{myk}=24.00 \text{ N/mm}^2, \quad f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk}/\gamma_M=0.60 \times 24.00/1.30=11.08\text{N/mm}^2$$

$$f_{mzk}=24.00 \text{ N/mm}^2, \quad f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mzk}/\gamma_M=0.60 \times 24.00/1.30=11.08\text{N/mm}^2$$

Ορθογωνική διατομή $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2))

$$\sigma_{t0d}=F_{t0d}/A_{netto}=1000 \times 2.289/8400=0.27 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my,netto}=1\text{E}+06 \times 0.250/1.960\text{E}+005=1.28 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=1\text{E}+06 \times 0.000/8.400\text{E}+004=0.00 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{t0d}/f_{t0d} + \sigma_{myd}/f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.042 + 0.115 + 0.000 = 0.16 < 1 \quad (\text{EC5 Εξ.6.17})$$

$$\sigma_{t0d}/f_{t0d} + K_m \cdot \sigma_{myd}/f_{myd} + \sigma_{mzd}/f_{mzd} = 0.042 + 0.081 + 0.000 = 0.12 < 1 \quad (\text{EC5 Εξ.6.18})$$

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας (EC5 EN1995-1-1:2009, §6)

Ράβδοι: 5

Φόρτιση [kN/m]	Δράση	γ_g	γ_q	ψ_0
(Gk) Μόνιμο $G_{k1} = 0.463$, $G_{k2} = 0.210$	Μόνιμη	1.35	0.00	
1.00				
(Qk1) Χιόν $Q_{kSL} = 0.563$, $Q_{kSR} = 0.563$	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	
0.70				
(Qk2) Χιόν $Q_{kSL} = 0.281$, $Q_{kSR} = 0.563$	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	
0.70				
(Qk3) Χιόν $Q_{kSL} = 0.563$, $Q_{kSR} = 0.281$	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	
0.70				
(Qk4) Άνεμος $Q_{kWL} = 0.319$, $Q_{kWR} = -0.283$	Στιγμιαία	0.00	1.50	
0.60				
(Qk5) Άνεμος $Q_{kWL} = -0.283$, $Q_{kWR} = 0.319$	Στιγμιαία	0.00	1.50	
0.60				
(Qki) Επιβεβλημένο (H) $Q_i = 0.350$	Βραχυχρόνια	0.00	1.50	
0.00				

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	k_{mod}	-N/Kmod	+N/Kmod
V/Kmod	M/Kmod				
1	$\gamma_g \cdot G_k$	Μόνιμη	0.60	0.000	1.530
0.000	0.000				
2	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k1}$	Μεσοχρόνια	0.80	0.000	1.178
0.000	0.000				
3	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k2}$	Μεσοχρόνια	0.80	0.000	1.170
0.003	0.004				
4	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k3}$	Μεσοχρόνια	0.80	0.000	1.170
0.003	0.004				
5	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k4}$	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.834
0.006	0.009				
6	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k5}$	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.835
0.000	0.000				
7	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{ki}$	Βραχυχρόνια	0.90	0.000	1.037
0.000	0.000				

8 γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk4 0.004 0.005	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.856
9 γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk5 0.000 0.000	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.857
10 γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk4 0.002 0.003	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.851
11 γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk5 0.006 0.009	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.853
12 γγ.Gk+γγ.Qk3+γγ.ψο.Qk4 0.006 0.009	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.851
13 γγ.Gk+γγ.Qk3+γγ.ψο.Qk5 0.002 0.003	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.851
14 γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk1 0.006 0.009	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.850
15 γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk2 0.005 0.007	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.846
16 γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk3 0.008 0.011	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.846
17 γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk1 0.000 0.000	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.850
18 γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk2 0.001 0.002	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.846
19 γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk3 0.001 0.002	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.846
20 γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk4 0.004 0.005	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.863
21 γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk5 0.000 0.000	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.864
22 γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk2+γγ.ψο.Qk4 0.001 0.002	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.860
23 γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk2+γγ.ψο.Qk5 0.005 0.008	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.861
24 γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk3+γγ.ψο.Qk4 0.005 0.008	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.859
25 γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk3+γγ.ψο.Qk5 0.001 0.002	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.860
Μέγιστες τιμές 0.008 0.011			0.000	1.530

Ελεγχοι αντοχής διατομής Ράβδοι: 5

Ράβδοι: 5 , Συνδυασμός φόρτισης Νο 1

Ελεγχος εφελκυσμού παράλληλα προς τις ίνες, $F_{t0d}=0.918 \text{ kN}$ (EC5 §6.1.2)

Ορθογωνική διατομή, $b=60 \text{ mm}$, $h=140 \text{ mm}$, $A= 8 \text{ 400 mm}^2$

Τροποποιητικός συντελεστής $K_{mod}=0.60$ (Πιν.3.1), Συντελεστής ασφαλ. υλικού $\gamma_M=1.30$ (Πιν. 2.3)

$f_{t0k}=14.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{t0d}=K_{mod} \cdot f_{t0k} / \gamma_M = 0.60 \times 14.00 / 1.30 = 6.46 \text{ N/mm}^2$ (EC5 Εξ.2.14)

$F_{t0d}=0.918 \text{ kN}$, $\sigma_{t0d}=F_{t0d} / A_{netto} = 1000 \times 0.918 / 8400 = 0.11 \text{ N/mm}^2 < 6.46 \text{ N/mm}^2 = f_{t0d}$ (Εξ.6.1)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Καμπτική ροπή αμελητέα, ο έλεγχος κάμψης παραλείπεται (EC5 §6.1.6)

Καμπτική ροπή αμελητέα, ο έλεγχος κάμψης δοκών με κύρτωση παραλείπεται (EC5 §6.3.3)

Καμπτική ροπή αμελητέα, ο έλεγχος κάμψης με αξονικό εφελκυσμό παραλείπεται (EC5 §6.2.3)

Συνδέσεις ζευκτού

Φέρουσα ικανότητα συνδέσεων (EC5 EN1995-1-1:2009, §8)

Βλήτρα και πλάκες συνδέσεων

Επιλέγονται βλήτρα διαμέτρου $d=4.0 \text{ mm}$. Πλάκες σύνδεσης πάχους $t=2.0 \text{ mm}$.

Αντοχή διαρροής χάλυβα πλακών $f_y=240 \text{ N/mm}^2$. Καθαρό εμβαδόν πλακών $A_{net}=(0.75) \cdot b \cdot t$

Στοιχεία διατομής

Πάχος ξύλου $d=60.0 \text{ mm}$, πάχος ελάσματος $t=2.0 \text{ mm}$

Ιδιότητες βλήτρων (EC5 §8.5.1)

Διάμετρος βλήτρων $d=4.0 \text{ mm}$, ροδέλες με διάμετρο $\geq 12.0 \text{ mm}$ και πάχος $\geq 1.2 \text{ mm}$.

Αποστάσεις βλήτρων (EC5 Πίνακας 8.4)

Επιλέγουμε επί το δυσμενέστερον $a_1=7d=7 \times 4.0=28 \text{ mm}$, $a_2=4d=16 \text{ mm}$

Χαρακτηριστική τιμή ροπής διαρροής (EC5 §8.5.1.1)

$M_{yk} = 0.30 f_{uk} \cdot d^2 = 0.30 \times 400 \times 4.0^2 = 4411 \text{ Nmm}$ ($f_{uk}=400 \text{ N/mm}^2$) (EN1995-1-1 Εξ.8.30)

Χαρακτηριστική τιμή αντοχής άντυγας (EC5 §8.3.1.1)

$f_{hk} = 0.082(1-0.01d) \rho_k = 27.55 \text{ N/mm}^2$, ($\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$, $d=4.0 \text{ mm}$) (EN1995-1-1 Εξ.8.32)

Μόνιμη δράση**Εγκάρσια φέρουσα ικανότητα βλήτρου-Δίτημητη σύνδεση (EC5 §8.2.3)**

t2=60.0 mm, πάχος ελάσματος t=2.0<=0.5d=0.5x4.0=2.0 mm

Fvrk=η ελάχιστη των κάτωθι σχέσεων (EC5 EN1995-1-1:2009 Εξ.8.12(j), 8.12(k))

$$0.50F_{hk} \cdot t_2 \cdot d = 3.306 \text{ kN}$$

$$1.15[2Myrk \cdot f_{hk} \cdot d]^{\frac{1}{2}} = 1.134 \text{ kN}$$

Εγκάρσια φέρουσα ικανότητα βλήτρου Rd=2Kmod·Fvrk/γM=2x0.60x1.134/1.30=1.047 kN**Μεσοχρόνια δράση****Εγκάρσια φέρουσα ικανότητα βλήτρου-Δίτημητη σύνδεση (EC5 §8.2.3)**

t2=60.0 mm, πάχος ελάσματος t=2.0<=0.5d=0.5x4.0=2.0 mm

Fvrk=η ελάχιστη των κάτωθι σχέσεων (EC5 EN1995-1-1:2009 Εξ.8.12(j), 8.12(k))

$$0.50F_{hk} \cdot t_2 \cdot d = 3.306 \text{ kN}$$

$$1.15[2Myrk \cdot f_{hk} \cdot d]^{\frac{1}{2}} = 1.134 \text{ kN}$$

Εγκάρσια φέρουσα ικανότητα βλήτρου Rd=2Kmod·Fvrk/γM=2x0.80x1.134/1.30=1.396 kN**Βραχυχρόνια δράση****Εγκάρσια φέρουσα ικανότητα βλήτρου-Δίτημητη σύνδεση (EC5 §8.2.3)**

t2=60.0 mm, πάχος ελάσματος t=2.0<=0.5d=0.5x4.0=2.0 mm

Fvrk=η ελάχιστη των κάτωθι σχέσεων (EC5 EN1995-1-1:2009 Εξ.8.12(j), 8.12(k))

$$0.50F_{hk} \cdot t_2 \cdot d = 3.306 \text{ kN}$$

$$1.15[2Myrk \cdot f_{hk} \cdot d]^{\frac{1}{2}} = 1.134 \text{ kN}$$

Εγκάρσια φέρουσα ικανότητα βλήτρου Rd=2Kmod·Fvrk/γM=2x0.90x1.134/1.30=1.570 kN**Παραδοχές για το σχεδιασμό συνδέσεων με βλήτρα**

Μελέτη των συνδέσεων με πλαστική ανάλυση. Οι δυνάμεις στα βλήτρα

έχουν όλες τις ίδιες τιμές. Η αντοχή της μεταλλικής πλάκας βασίζεται

στην πλαστική ροπή αντίστασης. Οι θλιπτικές δυνάμεις μειώνονται στο 0.50xFd

Ελεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας**Ελεγχος συνδέσεων με βλήτρα στον κόμβο : 2 (EC5 EN1995-1-1:2009, §8.5)**

Τοποθετούνται διπλές(2) χαλύβδινες πλάκες στις δύο όψεις του ζευκτιού

Ελεγχος σύνδεσης ράβδου 1, με ράβδους 2 και 5, στον κόμβο 2

Εκλέγονται :

Δύο(2) μεταλλικές 2.0 mm πλάκες χαλύβδινες διαστάσεων

BxH=60mmx170mm, και πάχους 2.0mm

Βλήτρα διαμέτρου d=4.0mm,

3 βλήτρα σε κάθε συνδεόμενη ράβδο

Αποστάσεις μεταξύ βλήτρων a1=28 mm, a2=16 mm

Αντοχή διαρροής χάλυβα πλακών fy=240 N/mm²

Καθαρό εμβαδόν πλακών Anet=(0.75)·b·t

Fa: δύναμη στο κέντρο της σύνδεσης

Ma: Ροπή στο κέντρο της σύνδεσης

Μέγιστη δύναμη ακραίου βλήτρου Fn=Fa/n+Ma/Wp

n: αριθμός βλήτρων, a: διατομή βλήτρου

A=nxa: συνολικό εμβαδόν βλήτρων

r: απόσταση ακραίου βλήτρου από κέντρο σύνδεσης

Wp: ροπή αντίστασης σύνδεσης

n=3, (nef=1.00n), A=38mm², r=28mm, Wp=704mm³

σ, σd ορθή τάση και αντοχή πλάκας σύνδεσης MPa

Δυνάμεις στον κόμβο 2 ,από ράβδους 2, 5, στο κέντρο της σύνδεσης F(δύναμη)**M(ροπή)****Ελεγχος αντοχής σύνδεσης**

Σ.Φ. Συνδυασμός φόρτισης

Κλάση διάρκειας

kmod

Fa(kN)

Ma(kNm)

Fn(kN) Rd(kN)

1 γg.Gk

Μόνιμη

0.60

-2.335

-0.003

0.393 < 1.047

2 γg.Gk+γq.Qk1

Μεσοχρόνια

0.80

-4.099

-0.016

0.697 < 1.396

3 γg.Gk+γq.Qk2

Μεσοχρόνια

0.80

-3.698

-0.004

0.620 < 1.396

4 γg.Gk+γq.Qk3

Μεσοχρόνια

0.80

-3.633

-0.022

0.622 < 1.396

5 γg.Gk+γq.Qk4

Στιγμιαία

1.10

-2.389

-0.030

0.446 < 1.047

6 γg.Gk+γq.Qk5

Στιγμιαία

1.10

-2.335

-0.003

0.393 < 1.047

7 γg.Gk+γq.Qk1

Βραχυχρόνια

0.90

-3.430

-0.011

0.582 < 1.570

8 γg.Gk+γq.Qk1+γq.ψo.Qk4

Στιγμιαία

1.10

-4.119

-0.032

0.706 < 1.047

9 γg.Gk+γq.Qk1+γq.ψo.Qk5

Στιγμιαία

1.10

-4.099

-0.016

0.697 < 1.047

10 γg.Gk+γq.Qk2+γq.ψo.Qk4

Στιγμιαία

1.10

-3.683

-0.020

0.629 < 1.047

11 γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk5 0.620 < 1.047	Στιγμιαία	1.10	-3.698	-0.004
12 γγ.Gk+γγ.Qk3+γγ.ψο.Qk4 0.656 < 1.047	Στιγμιαία	1.10	-3.684	-0.038
13 γγ.Gk+γγ.Qk3+γγ.ψο.Qk5 0.622 < 1.047	Στιγμιαία	1.10	-3.633	-0.022
14 γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk1 0.652 < 1.047	Στιγμιαία	1.10	-3.629	-0.039
15 γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk2 0.578 < 1.047	Στιγμιαία	1.10	-3.306	-0.031
16 γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk3 0.628 < 1.047	Στιγμιαία	1.10	-3.341	-0.043
17 γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk1 0.606 < 1.047	Στιγμιαία	1.10	-3.568	-0.012
18 γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk2 0.552 < 1.047	Στιγμιαία	1.10	-3.289	-0.004
19 γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk3 0.553 < 1.047	Στιγμιαία	1.10	-3.238	-0.016
20 γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk4 0.804 < 1.047	Στιγμιαία	1.10	-4.694	-0.036
21 γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk5 0.795 < 1.047	Στιγμιαία	1.10	-4.670	-0.020
22 γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk2+γγ.ψο.Qk4 0.750 < 1.047	Στιγμιαία	1.10	-4.385	-0.027
23 γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk2+γγ.ψο.Qk5 0.741 < 1.047	Στιγμιαία	1.10	-4.382	-0.011
24 γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk3+γγ.ψο.Qk4 0.767 < 1.047	Στιγμιαία	1.10	-4.386	-0.040
25 γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk3+γγ.ψο.Qk5 0.742 < 1.047	Στιγμιαία	1.10	-4.344	-0.024

Έλεγχος αντοχής μεταλλικής πλάκας σύνδεσης

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας kmod	Fa(kN)	Ma(kNm)	σ
1	γγ.Gk	Μόνιμη	0.60	-2.335	-0.003
2	< 131				
2	γγ.Gk+γγ.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	-4.099	-0.016
4	< 175				
3	γγ.Gk+γγ.Qk2	Μεσοχρόνια	0.80	-3.698	-0.004
4	< 175				
4	γγ.Gk+γγ.Qk3	Μεσοχρόνια	0.80	-3.633	-0.022
4	< 175				
5	γγ.Gk+γγ.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-2.389	-0.030
3	< 264				
6	γγ.Gk+γγ.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-2.335	-0.003
2	< 264				
7	γγ.Gk+γγ.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	-3.430	-0.011
4	< 196				
8	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-4.119	-0.032
5	< 264				
9	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-4.099	-0.016
4	< 264				
10	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-3.683	-0.020
4	< 264				
11	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-3.698	-0.004
4	< 264				
12	γγ.Gk+γγ.Qk3+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-3.684	-0.038
4	< 264				
13	γγ.Gk+γγ.Qk3+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-3.633	-0.022
4	< 264				
14	γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	-3.629	-0.039
4	< 264				
15	γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-3.306	-0.031
4	< 264				
16	γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk3	Στιγμιαία	1.10	-3.341	-0.043
4	< 264				
17	γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	-3.568	-0.012
4	< 264				
18	γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-3.289	-0.004
3	< 264				
19	γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk3	Στιγμιαία	1.10	-3.238	-0.016
4	< 264				

20 γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk4 5 < 264	Στιγμιαία	1.10	-4.694	-0.036
21 γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk5 5 < 264	Στιγμιαία	1.10	-4.670	-0.020
22 γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk2+γγ.ψο.Qk4 5 < 264	Στιγμιαία	1.10	-4.385	-0.027
23 γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk2+γγ.ψο.Qk5 5 < 264	Στιγμιαία	1.10	-4.382	-0.011
24 γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk3+γγ.ψο.Qk4 5 < 264	Στιγμιαία	1.10	-4.386	-0.040
25 γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk3+γγ.ψο.Qk5 5 < 264	Στιγμιαία	1.10	-4.344	-0.024

Έλεγχος σύνδεσης ράβδου 5, με ράβδους 1 και 2, στον κόμβο 2

Εκλέγονται:

Δύο(2) μεταλλικές 2.0 mm πλάκες χαλύβδινες διαστάσεων

BxH=60mmx170mm, και πάχους 2.0mm

Βλήτρα διαμέτρου d=4.0mm,

4 βλήτρα σε κάθε συνδεόμενη ράβδο

Αποστάσεις μεταξύ βλήτρων a1=16 mm, a2=28 mm

Αντοχή διαρροής χάλυβα πλακών $f_y=240 \text{ N/mm}^2$

Καθαρό εμβαδόν πλακών $A_{net}=(0.75) \cdot b \cdot t$

Fa: δύναμη στο κέντρο της σύνδεσης

Ma: Ροπή στο κέντρο της σύνδεσης

Μέγιστη δύναμη ακραίου βλήτρου $F_n=F_a/n+M_a/W_p$

n: αριθμός βλήτρων, a: διατομή βλήτρου

A=nxa: συνολικό εμβαδόν βλήτρων

r: απόσταση ακραίου βλήτρου από κέντρο σύνδεσης

Wp: ροπή αντίστασης σύνδεσης

n=4, (nef=1.00n), A=50mm², r=16mm, Wp=811mm³

σ, σd ορθή τάση και αντοχή πλάκας σύνδεσης MPa

Δυνάμεις στον κόμβο 2 ,από ράβδο 5, στο κέντρο της σύνδεσης F(δύναμη) M(ροπή)

Έλεγχος αντοχής σύνδεσης

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	κmod	Fa(kN)	Ma(kNm)
Fn(kN)	Rd(kN)				
1 γγ.Gk		Μόνιμη	0.60	0.918	0.000
0.230 < 1.047					
2 γγ.Gk+γγ.Qk1		Μεσοχρόνια	0.80	0.942	0.000
0.236 < 1.396					
3 γγ.Gk+γγ.Qk2		Μεσοχρόνια	0.80	0.936	0.003
0.280 < 1.396					
4 γγ.Gk+γγ.Qk3		Μεσοχρόνια	0.80	0.936	-0.003
0.280 < 1.396					
5 γγ.Gk+γγ.Qk4		Στιγμιαία	1.10	0.918	-0.010
0.368 < 1.047					
6 γγ.Gk+γγ.Qk5		Στιγμιαία	1.10	0.918	0.000
0.230 < 1.047					
7 γγ.Gk+γγ.Qki		Βραχυχρόνια	0.90	0.933	0.000
0.233 < 1.570					
8 γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk4		Στιγμιαία	1.10	0.942	-0.006
0.317 < 1.047					
9 γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk5		Στιγμιαία	1.10	0.942	0.000
0.236 < 1.047					
10 γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk4		Στιγμιαία	1.10	0.936	0.003
0.280 < 1.047					
11 γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk5		Στιγμιαία	1.10	0.938	0.009
0.364 < 1.047					
12 γγ.Gk+γγ.Qk3+γγ.ψο.Qk4		Στιγμιαία	1.10	0.936	-0.009
0.364 < 1.047					
13 γγ.Gk+γγ.Qk3+γγ.ψο.Qk5		Στιγμιαία	1.10	0.936	-0.003
0.280 < 1.047					
14 γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk1		Στιγμιαία	1.10	0.935	-0.010
0.372 < 1.047					
15 γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk2		Στιγμιαία	1.10	0.930	-0.007
0.337 < 1.047					
16 γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk3		Στιγμιαία	1.10	0.930	-0.012
0.406 < 1.047					
17 γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk1		Στιγμιαία	1.10	0.935	0.000
0.234 < 1.047					
18 γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk2		Στιγμιαία	1.10	0.931	0.002
0.265 < 1.047					

19 γγ. Gk+γγ. Qk5+γγ. ψο. Qk3 0.265 < 1.047	Στιγμιαία	1.10	0.931	-0.002
20 γγ. Gk+γγ. Qki+γγ. ψο. Qk1+γγ. ψο. Qk4 0.319 < 1.047	Στιγμιαία	1.10	0.950	-0.006
21 γγ. Gk+γγ. Qki+γγ. ψο. Qk1+γγ. ψο. Qk5 0.237 < 1.047	Στιγμιαία	1.10	0.950	0.000
22 γγ. Gk+γγ. Qki+γγ. ψο. Qk2+γγ. ψο. Qk4 0.268 < 1.047	Στιγμιαία	1.10	0.946	0.002
23 γγ. Gk+γγ. Qki+γγ. ψο. Qk2+γγ. ψο. Qk5 0.352 < 1.047	Στιγμιαία	1.10	0.947	0.008
24 γγ. Gk+γγ. Qki+γγ. ψο. Qk3+γγ. ψο. Qk4 0.352 < 1.047	Στιγμιαία	1.10	0.945	-0.008
25 γγ. Gk+γγ. Qki+γγ. ψο. Qk3+γγ. ψο. Qk5 0.268 < 1.047	Στιγμιαία	1.10	0.946	-0.002

Ελεγχος αντοχής μεταλλικής πλάκας σύνδεσης

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	k_{mod}	F_a (kN)	M_a (kNm)	σ
<u>σ_d (N/mm²)</u>						
1 γγ. Gk 5 < 131		Μόνιμη	0.60	0.918	0.000	
2 γγ. Gk+γγ. Qk1 5 < 175		Μεσοχρόνια	0.80	0.942	0.000	
3 γγ. Gk+γγ. Qk2 6 < 175		Μεσοχρόνια	0.80	0.936	0.003	
4 γγ. Gk+γγ. Qk3 6 < 175		Μεσοχρόνια	0.80	0.936	-0.003	
5 γγ. Gk+γγ. Qk4 9 < 264		Στιγμιαία	1.10	0.918	-0.010	
6 γγ. Gk+γγ. Qk5 5 < 264		Στιγμιαία	1.10	0.918	0.000	
7 γγ. Gk+γγ. Qki 5 < 196		Βραχυχρόνια	0.90	0.933	0.000	
8 γγ. Gk+γγ. Qk1+γγ. ψο. Qk4 7 < 264		Στιγμιαία	1.10	0.942	-0.006	
9 γγ. Gk+γγ. Qk1+γγ. ψο. Qk5 5 < 264		Στιγμιαία	1.10	0.942	0.000	
10 γγ. Gk+γγ. Qk2+γγ. ψο. Qk4 6 < 264		Στιγμιαία	1.10	0.936	0.003	
11 γγ. Gk+γγ. Qk2+γγ. ψο. Qk5 9 < 264		Στιγμιαία	1.10	0.938	0.009	
12 γγ. Gk+γγ. Qk3+γγ. ψο. Qk4 9 < 264		Στιγμιαία	1.10	0.936	-0.009	
13 γγ. Gk+γγ. Qk3+γγ. ψο. Qk5 6 < 264		Στιγμιαία	1.10	0.936	-0.003	
14 γγ. Gk+γγ. Qk4+γγ. ψο. Qk1 9 < 264		Στιγμιαία	1.10	0.935	-0.010	
15 γγ. Gk+γγ. Qk4+γγ. ψο. Qk2 8 < 264		Στιγμιαία	1.10	0.930	-0.007	
16 γγ. Gk+γγ. Qk4+γγ. ψο. Qk3 10 < 264		Στιγμιαία	1.10	0.930	-0.012	
17 γγ. Gk+γγ. Qk5+γγ. ψο. Qk1 5 < 264		Στιγμιαία	1.10	0.935	0.000	
18 γγ. Gk+γγ. Qk5+γγ. ψο. Qk2 6 < 264		Στιγμιαία	1.10	0.931	0.002	
19 γγ. Gk+γγ. Qk5+γγ. ψο. Qk3 6 < 264		Στιγμιαία	1.10	0.931	-0.002	
20 γγ. Gk+γγ. Qki+γγ. ψο. Qk1+γγ. ψο. Qk4 7 < 264		Στιγμιαία	1.10	0.950	-0.006	
21 γγ. Gk+γγ. Qki+γγ. ψο. Qk1+γγ. ψο. Qk5 5 < 264		Στιγμιαία	1.10	0.950	0.000	
22 γγ. Gk+γγ. Qki+γγ. ψο. Qk2+γγ. ψο. Qk4 6 < 264		Στιγμιαία	1.10	0.946	0.002	
23 γγ. Gk+γγ. Qki+γγ. ψο. Qk2+γγ. ψο. Qk5 8 < 264		Στιγμιαία	1.10	0.947	0.008	
24 γγ. Gk+γγ. Qki+γγ. ψο. Qk3+γγ. ψο. Qk4 8 < 264		Στιγμιαία	1.10	0.945	-0.008	
25 γγ. Gk+γγ. Qki+γγ. ψο. Qk3+γγ. ψο. Qk5 6 < 264		Στιγμιαία	1.10	0.946	-0.002	

Ελεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας

Ελεγχος συνδέσεων με βλήτρα στους κόμβους : 1, 3 (EC5 EN1995-1-1:2009, §8.5)
 Τοποθετούνται διπλές(2) χαλύβδινες πλάκες στις δύο όψεις του ζευκτού

Έλεγχος σύνδεσης ράβδων 1 και 3, στον κόμβο 1

Εκλέγονται:

Δύο(2) μεταλλικές 2.0 mm πλάκες χαλύβδινες διαστάσεων

BxH=50mmx130mm, και πάχους 2.0mm

Βλήτρα διαμέτρου d=4.0mm,

5 βλήτρα σε κάθε συνδεόμενη ράβδο

Αποστάσεις μεταξύ βλήτρων a1=16 mm, a2=28 mm

Αντοχή διαρροής χάλυβα πλακών $f_y=240 \text{ N/mm}^2$ Καθαρό εμβαδόν πλακών $A_{net}=(0.75) \cdot b \cdot t$

Fa: δύναμη στο κέντρο της σύνδεσης

Ma: Ροπή στο κέντρο της σύνδεσης

Μέγιστη δύναμη ακραίου βλήτρου $F_n=Fa/n+Ma/W_p$

n: αριθμός βλήτρων, a: διατομή βλήτρου

A=nxa: συνολικό εμβαδόν βλήτρων

r: απόσταση ακραίου βλήτρου από κέντρο σύνδεσης

Wp: ροπή αντίστασης σύνδεσης

n=5, (nef=1.00n), A=63mm², r=29mm, Wp=1266mm³

σ, σd ορθή τάση και αντοχή πλάκας σύνδεσης MPa

Δυνάμεις στον κόμβο 1, από ράβδο 1, στο κέντρο της σύνδεσης F(δύναμη) M(ροπή)**Έλεγχος αντοχής σύνδεσης**

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	Fa(kN)	Ma(kNm)
Fn(kN)	Rd(kN)				
1	γγ.Gk	Μόνιμη	0.60	-3.232	-0.019
0.369	< 1.047				
2	γγ.Gk+γγ.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	-5.998	-0.029
0.670	< 1.396				
3	γγ.Gk+γγ.Qk2	Μεσοχρόνια	0.80	-5.115	-0.031
0.586	< 1.396				
4	γγ.Gk+γγ.Qk3	Μεσοχρόνια	0.80	-5.503	-0.021
0.604	< 1.396				
5	γγ.Gk+γγ.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-3.176	0.006
0.333	< 1.047				
6	γγ.Gk+γγ.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-3.232	-0.019
0.369	< 1.047				
7	γγ.Gk+γγ.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	-4.952	-0.025
0.556	< 1.570				
8	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-5.945	-0.014
0.629	< 1.047				
9	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-5.998	-0.029
0.670	< 1.047				
10	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-5.047	-0.016
0.545	< 1.047				
11	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-5.115	-0.031
0.586	< 1.047				
12	γγ.Gk+γγ.Qk3+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-5.464	-0.007
0.563	< 1.047				
13	γγ.Gk+γγ.Qk3+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-5.503	-0.021
0.604	< 1.047				
14	γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	-5.102	-0.001
0.513	< 1.047				
15	γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-4.467	-0.002
0.453	< 1.047				
16	γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk3	Στιγμιαία	1.10	-4.774	0.004
0.488	< 1.047				
17	γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	-5.168	-0.026
0.580	< 1.047				
18	γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	-4.550	-0.027
0.521	< 1.047				
19	γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk3	Στιγμιαία	1.10	-4.820	-0.021
0.533	< 1.047				
20	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-6.837	-0.017
0.726	< 1.047				
21	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-6.890	-0.032
0.767	< 1.047				
22	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk2+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-6.208	-0.018
0.667	< 1.047				
23	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk2+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-6.269	-0.033
0.709	< 1.047				
24	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk3+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-6.499	-0.012
0.680	< 1.047				
25	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk3+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-6.543	-0.027
0.721	< 1.047				

Έλεγχος αντοχής μεταλλικής πλάκας σύνδεσης

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας k_{mod}	F_a (kN)	M_a (kNm)	σ
1	$\gamma_g \cdot G_k$	Μόνιμη	0.60	-3.232	-0.019
16 <	131				
2	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k1}$	Μεσοχρόνια	0.80	-5.998	-0.029
28 <	175				
3	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k2}$	Μεσοχρόνια	0.80	-5.115	-0.031
25 <	175				
4	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k3}$	Μεσοχρόνια	0.80	-5.503	-0.021
24 <	175				
5	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k4}$	Στιγμιαία	1.10	-3.176	0.006
12 <	264				
6	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k5}$	Στιγμιαία	1.10	-3.232	-0.019
16 <	264				
7	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{ki}$	Βραχυχρόνια	0.90	-4.952	-0.025
23 <	196				
8	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k1} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k4}$	Στιγμιαία	1.10	-5.945	-0.014
23 <	264				
9	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k1} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k5}$	Στιγμιαία	1.10	-5.998	-0.029
28 <	264				
10	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k2} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k4}$	Στιγμιαία	1.10	-5.047	-0.016
21 <	264				
11	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k2} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k5}$	Στιγμιαία	1.10	-5.115	-0.031
25 <	264				
12	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k3} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k4}$	Στιγμιαία	1.10	-5.464	-0.007
20 <	264				
13	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k3} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k5}$	Στιγμιαία	1.10	-5.503	-0.021
24 <	264				
14	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k4} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k1}$	Στιγμιαία	1.10	-5.102	-0.001
17 <	264				
15	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k4} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k2}$	Στιγμιαία	1.10	-4.467	-0.002
16 <	264				
16	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k4} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k3}$	Στιγμιαία	1.10	-4.774	0.004
17 <	264				
17	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k5} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k1}$	Στιγμιαία	1.10	-5.168	-0.026
24 <	264				
18	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k5} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k2}$	Στιγμιαία	1.10	-4.550	-0.027
22 <	264				
19	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k5} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k3}$	Στιγμιαία	1.10	-4.820	-0.021
22 <	264				
20	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{ki} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k1} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k4}$	Στιγμιαία	1.10	-6.837	-0.017
27 <	264				
21	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{ki} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k1} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k5}$	Στιγμιαία	1.10	-6.890	-0.032
31 <	264				
22	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{ki} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k2} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k4}$	Στιγμιαία	1.10	-6.208	-0.018
26 <	264				
23	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{ki} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k2} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k5}$	Στιγμιαία	1.10	-6.269	-0.033
30 <	264				
24	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{ki} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k3} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k4}$	Στιγμιαία	1.10	-6.499	-0.012
25 <	264				
25	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{ki} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k3} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k5}$	Στιγμιαία	1.10	-6.543	-0.027
29 <	264				

Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας

Έλεγχος συνδέσεων με βλήτρα στον κόμβο : 4 (EC5 EN1995-1-1:2009, §8.5)

Τοποθετούνται διπλές(2) χαλύβδινες πλάκες στις δύο όψεις του ζευκτού

Έλεγχος σύνδεσης ράβδου 5, με ράβδους 3 και 4, στον κόμβο 4

Εκλέγονται :

Δύο(2) μεταλλικές 2.0 mm πλάκες χαλύβδινες διαστάσεων

$B \times H = 45 \text{ mm} \times 125 \text{ mm}$, και πάχους 2.0mm

Βλήτρα διαμέτρου $d = 4.0 \text{ mm}$,

4 βλήτρα σε κάθε συνδεόμενη ράβδο

Αποστάσεις μεταξύ βλήτρων $a_1 = 16 \text{ mm}$, $a_2 = 28 \text{ mm}$

Αντοχή διαρροής χάλυβα πλακών $f_y = 240 \text{ N/mm}^2$

Καθαρό εμβαδόν πλακών $A_{net} = (0.75) \cdot b \cdot t$

F_a : δύναμη στο κέντρο της σύνδεσης

M_a : Ροπή στο κέντρο της σύνδεσης

Μέγιστη δύναμη ακραίου βλήτρου $F_n = F_a/n + M_a/W_p$

n : αριθμός βλήτρων, a : διατομή βλήτρου

$A = n \cdot x \cdot a$: συνολικό εμβαδόν βλήτρων

r: απόσταση ακραίου βλήτρου από κέντρο σύνδεσης

Wp: ροπή αντίστασης σύνδεσης

n=4, (nef=1.00n), A=50mm², r=16mm, Wp=811mm³

σ, σd ορθή τάση και αντοχή πλάκας σύνδεσης MPa

Δυνάμεις στον κόμβο 4 ,από ράβδο 5, στο κέντρο της σύνδεσης F(δύναμη) M(ροπή)

Ελεγχος αντοχής σύνδεσης

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)
Fn (kN)	Rd (kN)				
1	γγ.Gk	Μόνιμη	0.60	0.918	0.000
0.230	< 1.047				
2	γγ.Gk+γγ.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	0.942	0.000
0.236	< 1.396				
3	γγ.Gk+γγ.Qk2	Μεσοχρόνια	0.80	0.936	0.000
0.234	< 1.396				
4	γγ.Gk+γγ.Qk3	Μεσοχρόνια	0.80	0.936	0.000
0.234	< 1.396				
5	γγ.Gk+γγ.Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.918	0.000
0.231	< 1.047				
6	γγ.Gk+γγ.Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.918	0.000
0.230	< 1.047				
7	γγ.Gk+γγ.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	0.933	0.000
0.233	< 1.570				
8	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.942	0.000
0.236	< 1.047				
9	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.942	0.000
0.236	< 1.047				
10	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.936	0.000
0.234	< 1.047				
11	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.938	0.000
0.236	< 1.047				
12	γγ.Gk+γγ.Qk3+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.936	0.000
0.235	< 1.047				
13	γγ.Gk+γγ.Qk3+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.936	0.000
0.234	< 1.047				
14	γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	0.935	0.000
0.235	< 1.047				
15	γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	0.930	0.000
0.233	< 1.047				
16	γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk3	Στιγμιαία	1.10	0.930	0.000
0.234	< 1.047				
17	γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk1	Στιγμιαία	1.10	0.935	0.000
0.234	< 1.047				
18	γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk2	Στιγμιαία	1.10	0.931	0.000
0.233	< 1.047				
19	γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk3	Στιγμιαία	1.10	0.931	0.000
0.233	< 1.047				
20	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.950	0.000
0.238	< 1.047				
21	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.950	0.000
0.237	< 1.047				
22	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk2+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.946	0.000
0.237	< 1.047				
23	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk2+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.947	0.000
0.238	< 1.047				
24	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk3+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.945	0.000
0.237	< 1.047				
25	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk3+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.946	0.000
0.237	< 1.047				

Ελεγχος αντοχής μεταλλικής πλάκας σύνδεσης

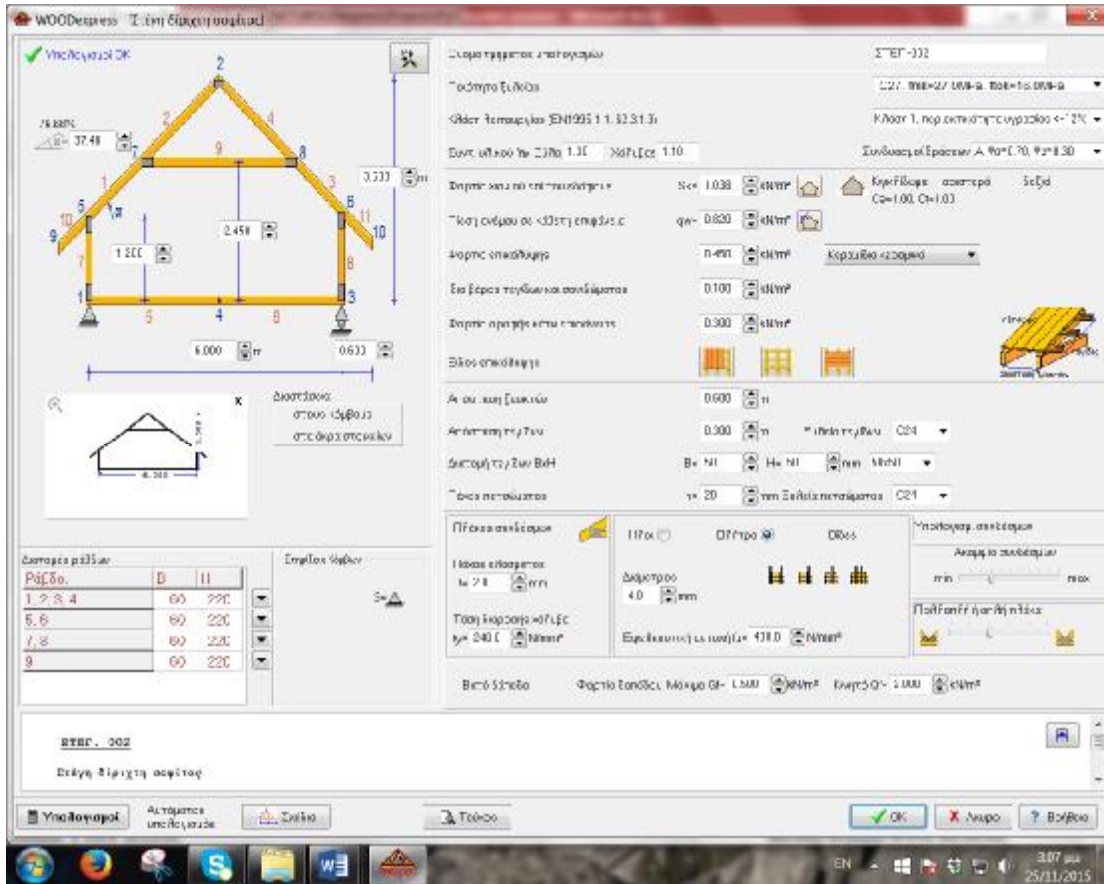
Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	σ
σd (N/mm ²)						
1	γγ.Gk	Μόνιμη	0.60	0.918	0.000	
7	< 131					
2	γγ.Gk+γγ.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	0.942	0.000	
7	< 175					
3	γγ.Gk+γγ.Qk2	Μεσοχρόνια	0.80	0.936	0.000	
7	< 175					
4	γγ.Gk+γγ.Qk3	Μεσοχρόνια	0.80	0.936	0.000	
7	< 175					
5	γγ.Gk+γγ.Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.918	0.000	
7	< 264					

6	γγ. Gk+γγ. Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.918	0.000
7	< 264				
7	γγ. Gk+γγ. Qki	Βραχυχρόνια	0.90	0.933	0.000
7	< 196				
8	γγ. Gk+γγ. Qk1+γγ. ψο. Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.942	0.000
7	< 264				
9	γγ. Gk+γγ. Qk1+γγ. ψο. Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.942	0.000
7	< 264				
10	γγ. Gk+γγ. Qk2+γγ. ψο. Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.936	0.000
7	< 264				
11	γγ. Gk+γγ. Qk2+γγ. ψο. Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.938	0.000
7	< 264				
12	γγ. Gk+γγ. Qk3+γγ. ψο. Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.936	0.000
7	< 264				
13	γγ. Gk+γγ. Qk3+γγ. ψο. Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.936	0.000
7	< 264				
14	γγ. Gk+γγ. Qk4+γγ. ψο. Qk1	Στιγμιαία	1.10	0.935	0.000
7	< 264				
15	γγ. Gk+γγ. Qk4+γγ. ψο. Qk2	Στιγμιαία	1.10	0.930	0.000
7	< 264				
16	γγ. Gk+γγ. Qk4+γγ. ψο. Qk3	Στιγμιαία	1.10	0.930	0.000
7	< 264				
17	γγ. Gk+γγ. Qk5+γγ. ψο. Qk1	Στιγμιαία	1.10	0.935	0.000
7	< 264				
18	γγ. Gk+γγ. Qk5+γγ. ψο. Qk2	Στιγμιαία	1.10	0.931	0.000
7	< 264				
19	γγ. Gk+γγ. Qk5+γγ. ψο. Qk3	Στιγμιαία	1.10	0.931	0.000
7	< 264				
20	γγ. Gk+γγ. Qki+γγ. ψο. Qk1+γγ. ψο. Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.950	0.000
7	< 264				
21	γγ. Gk+γγ. Qki+γγ. ψο. Qk1+γγ. ψο. Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.950	0.000
7	< 264				
22	γγ. Gk+γγ. Qki+γγ. ψο. Qk2+γγ. ψο. Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.946	0.000
7	< 264				
23	γγ. Gk+γγ. Qki+γγ. ψο. Qk2+γγ. ψο. Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.947	0.000
7	< 264				
24	γγ. Gk+γγ. Qki+γγ. ψο. Qk3+γγ. ψο. Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.945	0.000
7	< 264				
25	γγ. Gk+γγ. Qki+γγ. ψο. Qk3+γγ. ψο. Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.946	0.000
7	< 264				

[

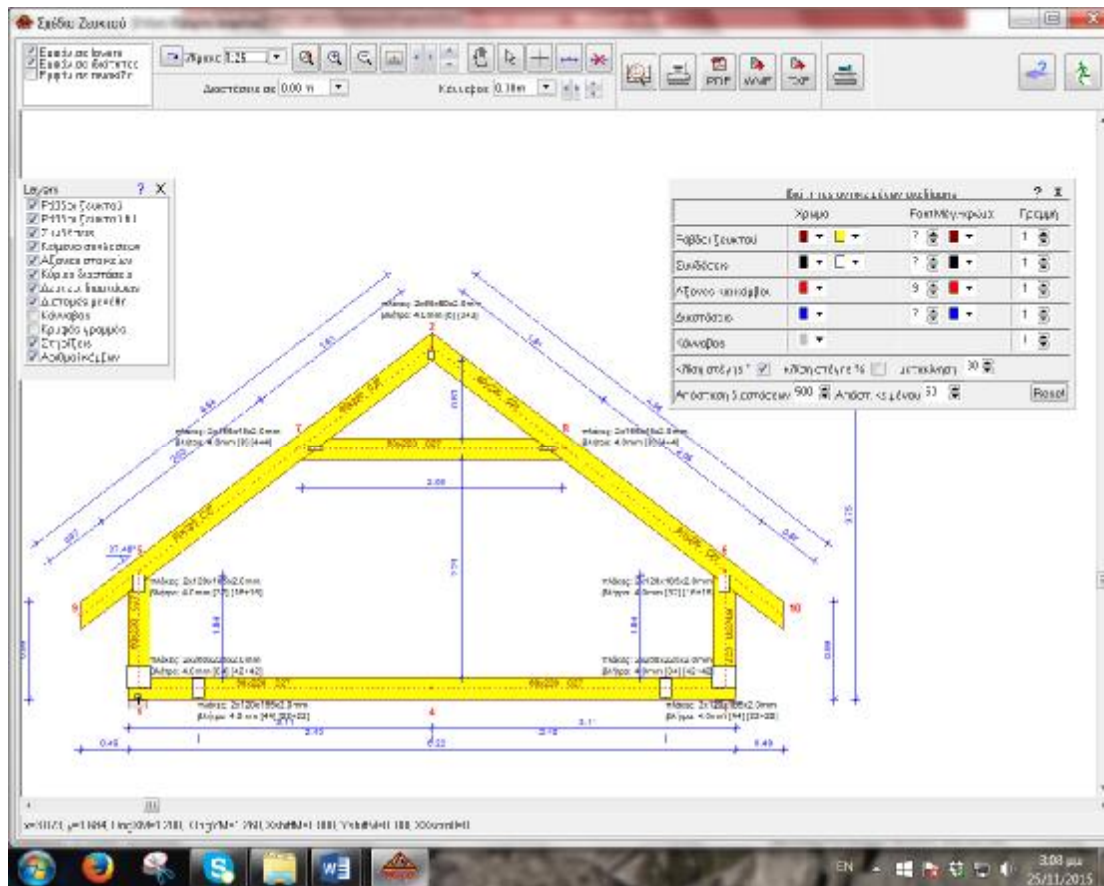
Εφαρμογή #3 Μελέτη στέγης δίριχτης σοφίτας

Το ξύλο που χρησιμοποιείται είναι C27 ($f_{mk}=27 \text{ MPa}$, $f_{tok}=16 \text{ MPa}$)



Εικόνα 4-4 Στέγη δίριχτη σοφίτας

Οι κατασκευαστικές λεπτομέρειες δείχνονται στο κάτωθι σχέδιο



Εικόνα 4-5 Σχέδιο Ζευκτού

Τα αποτελέσματα δείχνονται στον κάτωθι πίνακα

ΣΤΕΓ.-002

Στέγη δίριχτη σοφίτας

Τεχνική Περιγραφή, παραδοχές, υλικά φορτία

Τρόπος Κατασκευής

Εύλινη στέγη, από ζευκτά ξυλεία C27. Τύπος ζευκτού όπως το ανωτέρω σχέδιο. Ανοιγμα ζευκτών 6.000 m, ύψος 3.500 m, κλίση στέγης 37.48°, απόσταση ζευκτών 0.600m

Πέτωμα από ξυλεία C24, πάχους 20 mm

Τεγίδες από ξυλεία C24, διαστάσεων 50x50 mm, σε απόσταση 0.300 m

Διατομές ράβδων ζευκτού BxH [mm]

Ράβδοι 1, 2, 3, 4, Διατομή 60x220 [mm]

Ράβδοι 5, 6, Διατομή 60x220 [mm]

Ράβδοι 7, 8, Διατομή 60x220 [mm]

Ράβδοι 9, Διατομή 60x220 [mm]

Όγκος ζευκτού =0.267 m³, βάρος ζευκτού =0.968 kN

Κανονισμοί

EN1990:2002, Ευρωκώδικας 0 Μέρος 1-1, Δράσεις

EN1991-1-1:2002, Ευρωκώδικας 1 Μέρος 1-1, Φορτία κατασκευής

EN1991-1-3:2003, Ευρωκώδικας 1 Μέρος 1-3, Φορτία χιονιού

EN1991-1-4:2005, Ευρωκώδικας 1 Μέρος 1-4, Φορτία ανέμου

EN1995-1-1:2009, Ευρωκώδικας 5 Μέρος 1-1, Εύλινες κατασκευές

Μέθοδος υπολογισμού

Οι εσωτερικές δυνάμεις του ζευκτού της στέγης υπολογίζονται με ανάλυση του ραβδόμορφου φορέα, με πεπερασμένα στοιχεία, με άκαμπτες ή ελαστικές συνδέσεις. Για να υπολογιστούν οι διάφορες φορτίσεις, πρώτα υπολογίζονται

οι εντατικές καταστάσεις, για μοναδιαίες φορτίσεις, και εν συνεχεία με συνδυασμό αυτών προκύπτουν οι εντατικές καταστάσεις στις διάφορες φορτίσεις. Εξετάζονται όλοι οι συνδυασμοί επικίνδυνων φορτίσεων, σύμφωνα με Ευρωκώδικα 1 και Ευρωκώδικας 5, και γίνονται όλοι οι έλεγχοι των ράβδων στις δυσμενέστερες συνθήκες φόρτισης (φέρουσα ικανότητα), σύμφωνα με EC5 EN1995-1-1:2009, §6. Γίνονται επίσης οι έλεγχοι των συνδέσεων σύμφωνα με EC5 EN1995-1-1:2009, §8. Ελέγχονται επίσης τα βέλη σε κατάσταση λειτουργικότητας, σύμφωνα με EC5 EN1995-1-1:2009, §7.

Ιδιότητες υλικών (ζευκτών) (EC5 EN1995-1-1:2009, §3)

Ποιότητα ξυλείας: C27

Κλάση λειτουργίας : Κλάση 1, περιεκτικότητα υγρασίας $\leq 12\%$ (EC5 §2.3.1.3)

Συντελεστής ασφαλ. υλικού $\gamma_M=1.30$ (EC5 Πιν. 2.3)

Χαρακτηριστικές ιδιότητες ξυλείας

$f_{mk} = 27.0 \text{ MPa}$, $f_{t0k} = 16.0 \text{ MPa}$, $f_{t90k} = 0.4 \text{ MPa}$

$f_{c0k} = 22.0 \text{ MPa}$, $f_{c90k} = 5.6 \text{ MPa}$, $f_{vk} = 2.8 \text{ MPa}$

$E_{0m} = 12000 \text{ MPa}$, $E_{005} = 8000 \text{ MPa}$, $E_{90m} = 400 \text{ MPa}$

$G_m = 750 \text{ MPa}$, $\rho_k = 370 \text{ Kg/m}^3$

Ιδιότητες υλικών (ξυλεία, πετώματος) (EC5 EN1995-1-1:2009, §3)

Ποιότητα ξυλείας: C24

Κλάση λειτουργίας : Κλάση 1, περιεκτικότητα υγρασίας $\leq 12\%$ (EC5 §2.3.1.3)

Συντελεστής ασφαλ. υλικού $\gamma_M=1.30$ (EC5 Πιν. 2.3)

Χαρακτηριστικές ιδιότητες ξυλείας

$f_{mk} = 24.0 \text{ MPa}$, $f_{t0k} = 14.0 \text{ MPa}$, $f_{t90k} = 0.4 \text{ MPa}$

$f_{c0k} = 21.0 \text{ MPa}$, $f_{c90k} = 5.3 \text{ MPa}$, $f_{vk} = 2.5 \text{ MPa}$

$E_{0m} = 11000 \text{ MPa}$, $E_{005} = 7400 \text{ MPa}$, $E_{90m} = 370 \text{ MPa}$

$G_m = 690 \text{ MPa}$, $\rho_k = 350 \text{ Kg/m}^3$

Ιδιότητες υλικών (ξυλεία, τειγίδων) (EC5 EN1995-1-1:2009, §3)

Ποιότητα ξυλείας: C24

Κλάση λειτουργίας : Κλάση 1, περιεκτικότητα υγρασίας $\leq 12\%$ (EC5 §2.3.1.3)

Συντελεστής ασφαλ. υλικού $\gamma_M=1.30$ (EC5 Πιν. 2.3)

Χαρακτηριστικές ιδιότητες ξυλείας

$f_{mk} = 24.0 \text{ MPa}$, $f_{t0k} = 14.0 \text{ MPa}$, $f_{t90k} = 0.4 \text{ MPa}$

$f_{c0k} = 21.0 \text{ MPa}$, $f_{c90k} = 5.3 \text{ MPa}$, $f_{vk} = 2.5 \text{ MPa}$

$E_{0m} = 11000 \text{ MPa}$, $E_{005} = 7400 \text{ MPa}$, $E_{90m} = 370 \text{ MPa}$

$G_m = 690 \text{ MPa}$, $\rho_k = 350 \text{ Kg/m}^3$

Κατανεμημένα φορτία στέγης

Επικάλυψη στέγης $G_e = 0.450 \text{ kN/m}^2$ (Κεραμίδια κεραμικά)

Τειγίδες, σανίδωμα, μόνωση $G_t = 0.100 \text{ kN/m}^2$ $G_e + G_t = 0.550 \text{ kN/m}^2$

Οροφή κάτω επιφάνειας στέγης $G_c = 0.300 \text{ kN/m}^2$

Φορτίο χιονιού επί του εδάφους $S_k = 1.038 \text{ kN/m}^2$

Πίεση ανέμου σε κάθετη επιφάνεια $Q_w = 0.820 \text{ kN/m}^2$

Μόνιμο φορτίο δαπέδου σοφίτας $G_f = 0.500 \text{ kN/m}^2$

Κινητό φορτίο δαπέδου σοφίτας $Q_f = 2.000 \text{ kN/m}^2$

Επιβεβλημένο φορτίο (κατηγορία H) $Q_i = 0.500 \text{ kN/m}^2$

Φορτίου χιονιού (EC1 EN1991-1-3:2003, §5,)

Φορτίο χιονιού επί του εδάφους S_k (EC1 EN1991-1-3:2003, §4, Παράρτημα C)

Κλιματική περιοχή : Ελλάδα, ζώνη χιονιού : B, υψόμετρο = 500 m

$S_k = 0.80x[1+(500/917)^2] = 1.038 \text{ kN/m}^2$

Χαρακτηριστική τιμή φορτίου χιονιού επί εδάφους: $s_k = 1.038 \text{ kN/m}^2$

Φορτίο χιονιού σε στέγη (EC1 EN1991-1-3:2003, §5,)

Γωνία κλίσης στέγης : $\alpha = 37.476^\circ$

Συντελεστής έκθεσης : $C_e = 1.000$ (EC1-1-3 §5.2(7))

Συντελεστής θερμότητας : $C_t = 1.000$ (EC1-1-3 §5.2(8))

Συντελεστής μορφής, $\alpha_1 = \alpha_2 = 37.48^\circ$, $\mu_1(\alpha_1) = \mu_1(\alpha_2) = 0.601$ (Πίνακας 5.2)

$S(\alpha_1) = \mu_1(\alpha_1) \cdot C_e \cdot C_t \cdot S_k = 0.601 \times 1.00 \times 1.00 \times 1.038 = 0.623 \text{ kN/m}^2$ (§5.2)

$S(\alpha_2) = \mu_1(\alpha_2) \cdot C_e \cdot C_t \cdot S_k = 0.601 \times 1.00 \times 1.00 \times 1.038 = 0.623 \text{ kN/m}^2$

Φορτίου χιονιού (EC1 EN1991-1-3:2003, §5, .2(5.1), §5.3.3)

Περιπτώσεις φόρτισης (I) , $S(\text{Αριστ}) = S(\alpha_1) = 0.623 \text{ kN/m}^2$, $S(\text{Δεξιά}) = S(\alpha_2) = 0.623 \text{ kN/m}^2$

Περιπτώσεις φόρτισης (II) , $S(\text{Αριστ}) = 0.5 \times S(\alpha_1) = 0.312 \text{ kN/m}^2$, $S(\text{Δεξιά}) = S(\alpha_2) = 0.623 \text{ kN/m}^2$

Περιπτώσεις φόρτισης (III) , $S(\text{Αριστ}) = S(\alpha_1) = 0.623 \text{ kN/m}^2$,

$S(\text{Δεξιά}) = 0.5 \times S(\alpha_2) = 0.312 \text{ kN/m}^2$

Φορτίο ανέμου (EC1 EN1991-1-4:2005 §5)

Πίεση ανέμου $Q(z) = Q_{ref} \cdot C_e(z)$, $Q_{ref} = V_{ref}^2 / 1.6$ (EC1 EN1991-1-4:2005 §4.5)

Εξωτερική πίεση ανέμου $Q_{ref} \cdot C_e(z) = 0.820 \text{ kN/m}^2$

Πίεση ανέμου σε στέγη $w_e = Q_{ref} \cdot C_e(z) \cdot C_{pe}$ (EC1 EN1991-1-4:2005, §5.2)

Συντελεστές εξωτερικής πίεσης (EC1 EN1991-1-4:2005 Πιν. 7.3)

Για κλίση στέγης $\alpha = 37.48^\circ$, $C_{pe}(+) = 0.60$, $C_{pe}(-) = -0.45$

Πίεση ανέμου $w_e(\text{Αριστ}) = 0.492 \text{ kN/m}^2$

Πίεση ανέμου $w_e(\Delta\epsilon\chi\iota\acute{\alpha}) = -0.369 \text{ kN/m}^2$

Υπολογισμός σανιδώματος

Στατικό σύστημα σανιδώματος

Το σανίδωμα υπολογίζεται σαν αμφιέριστη δοκός με άνοιγμα
Απόσταση τεγίδων $L = 0.300\text{m}$, και πλάτος 1.00m

Διαστάσεις σανιδώματος

Ευλεία σανιδώματος: C24, κλάση λειτουργίας: Κλάση 1, περιεκτικότητα υγρασίας $\leq 12\%$

Απόσταση τεγίδων $L = 0.300\text{m}$, κλίση στέγης $\alpha = 37.48^\circ$, πάχος σανιδώματος 20mm

Φορτία σανιδώματος

Επικάλυψη $G_e = 0.450 \text{ kN/m}^2$

Ιδίο βάρος $G_1 = 0.069 \text{ kN/m}^2$

Φορτίο χιονιού $Q_s = 0.623 \text{ kN/m}^2$

Φορτίο ανέμου $Q_w = 0.492 \text{ kN/m}^2$

Φορτίο εργάτη $Q_p = 1.000 \text{ kN}$

Εντατικά μεγέθη σανιδώματος (άνοιγμα $L=0.300 \text{ m}$, πλάτος= 1.00 m)

Φόρτιση	Δράση	γ_g	γ_q	ψ_0	$\max N[\text{kN}]$	$\max Q[\text{kN}]$
$\max M[\text{kNm}]$						
(Gk) Μόνιμα $G_k = 0.519[\text{kN/m}]$	Μόνιμη	1.35	0.00	1.00	0.095	0.062
0.005						
(Qk1) Χιόν $Q_{ks} = 0.623[\text{kN/m}]$	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	0.70	0.090	0.059
0.004						
(Qk2) Άνεμος $Q_{kw} = 0.492[\text{kN/m}]$	Στιγμιαία	0.00	1.50	0.60	0.000	0.074
0.006						
(Qk3) Εργάτης $Q_{kp} = 1.000[\text{kN}]$	Στιγμιαία	0.00	1.00	0.00	0.608	0.397
0.060						

Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Λειτουργικότητας (EC5 EN1995-1-1:2009, §2.2.3, §7)

Έλεγχος βέλους κάμψης (EC5 §7.2)

Φόρτιση	[kN/m]	$u[\text{mm}]$	Δράση	ψ_0	ψ_1
ψ_2	K_{def}				
(Gk) Μόνιμα $G_k = 0.519[\text{kN/m}]$		0.002	Μόνιμη	1.00	1.00
1.00	0.60				
(Qk1) Χιόν $Q_{ks} = 0.623[\text{kN/m}]$		0.002	Μεσοχρόνια	0.70	0.50
0.20	0.60				
(Qk2) Άνεμος $Q_{kw} = 0.492[\text{kN/m}]$		0.003	Στιγμιαία	0.60	0.20
0.00	0.60				

Συνδυασμός φόρτισης	w_{inst}	$w_{fin} [\text{mm}]$
1 Gk	0.002	0.004
2 Gk + Qk1	0.005	0.007
3 Gk + Qk2	0.005	0.007
4 Gk + Qk1 + $\psi_0 \cdot Qk2$	0.007	0.008
5 Gk + Qk2 + $\psi_0 \cdot Qk1$	0.007	0.009

$w_{fin, g} = w_{inst, g}(1 + k_{def})$, $w_{fin, q} = w_{inst, q}(1 + \psi_2 \cdot k_{def})$ (EC5 §2.2.3, Εξ.2.3, Εξ.2.4)

Μέγιστες τιμές βελών

$w_{inst} = 0.007 \text{ mm}$, $w_{fin} = 0.009 \text{ mm}$

Έλεγχος σύμφωνα με EC5 EN1995-1-1:2009 §7.2, Πιν.7.2

Έλεγχος τελικού βέλους κάμψης

$w_{inst} = 0.007 \text{ mm} < L/300 = 300/300 = 1.000 \text{ mm}$

$w_{net, fin} = 0.009 \text{ mm} < L/250 = 300/250 = 1.200 \text{ mm}$

$w_{fin} = 0.009 \text{ mm} < L/200 = 300/200 = 1.500 \text{ mm}$

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Έλεγχος σανιδώματος, Οριακή Κατάσταση Αστοχίας (EC5 EN1995-1-1:2009, §6)

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	k_{mod}	N/K_{mod}
V/K_{mod}	M/K_{mod}			
1	$\gamma_g \cdot G_k$	Μόνιμη	0.60	-0.213
0.139	0.010			
2	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k1}$	Μεσοχρόνια	0.80	-0.329
0.215	0.016			
3	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k2}$	Στιγμιαία	1.10	-0.116
0.176	0.013			
4	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k3}$	Στιγμιαία	1.10	-0.669
0.437	0.060			
5	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k1} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k2} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{kf}$	Στιγμιαία	1.10	-0.239
0.217	0.016			

6 γγ.Gk + γγ. Qk2 + γγ.ψο.Qk1 + γγ.ψο.Qkf	Στιγμιαία	1.10	-0.202
0.233	0.017		
Μέγιστες τιμές			-0.669
0.437	0.060		

Σανίδωμα, Συνδυασμός φόρτισης Νο 4**Έλεγχος θλίψης παράλληλα προς τις ίνες, Fc0d=-0.736 kN (EC5 §6.1.4)**

Ορθογωνική διατομή, b=1000 mm, h=20 mm, A= 20 000 mm²

Τροποποιητικός συντελεστής Kmod=1.10 (Πιν.3.1), Συντελεστής ασφαλ. υλικού

γM=1.30 (Πιν. 2.3)

fc0k=21.00 N/mm², fc0d=Kmod·fc0k/γM=1.10x21.00/1.30=17.77N/mm² (EC5 Εξ.2.14)

Fc0d=-0.736 kN, σc0d=Fc0d/Anetto=1000x0.736/20000=0.04N/mm² < 17.77N/mm²=fc0d (Εξ.6.2)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Σανίδωμα, Συνδυασμός φόρτισης Νο 4**Έλεγχος διάτμησης, Fv=0.480 kN (EC5 §6.1.7)**

Ορθογωνική διατομή, bef=0.67x1000=670 mm, h=20 mm, A= 13 400 mm²

Τροποποιητικός συντελεστής Kmod=1.10 (Πιν.3.1), Συντελεστής ασφαλ. υλικού

γM=1.30 (Πιν. 2.3)

fvk=2.50 N/mm², fvd=Kmod·fvk/γM=1.10x2.50/1.30=2.12N/mm² (EC5 Εξ.2.14)

Fv=0.480 kN, τv0d=1.50Fv0d/Anetto=1000x1.50x0.480/13400=0.05N/mm² <

2.12N/mm²=fv0d (Εξ.6.13)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Σανίδωμα, Συνδυασμός φόρτισης Νο 4**Έλεγχος κάμψης, Myd=0.066 kNm, Mzd=0.000 kNm (EC5 §6.1.6)**

Ορθογωνική διατομή, b=1000mm, h=20mm, A=2.000E+004mm², Wγ=6.667E+004mm³,

Wz=3.333E+006mm³

Τροποποιητικός συντελεστής Kmod=1.10 (Πιν.3.1), Συντελεστής ασφαλ. υλικού

γM=1.30 (Πιν. 2.3)

fmyk=24.00 N/mm², fmyd=Kmod·fmyk/γM=1.10x24.00/1.30=20.31N/mm²

fmzk=24.00 N/mm², fmzd=Kmod·fmzk/γM=1.10x24.00/1.30=20.31N/mm²

Ορθογωνική διατομή Km=0.70 (EC5 §6.1.6.(2))

σmyd=Myd/Wmy,netto=1E+06x0.066/6.667E+004= 0.99 N/mm²

σmzd=Mzd/Wmz,netto=1E+06x0.000/3.333E+006= 0.00 N/mm²

σmyd/fmyd+Km.σmzd/fmzd=0.049+0.000= 0.05 < 1 (EC5 Εξ.6.11)

Km.σmyd/fmyd+σmzd/fmzd=0.034+0.000= 0.03 < 1 (EC5 Εξ.6.12)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Σανίδωμα, Συνδυασμός φόρτισης Νο 4**Έλεγχος κάμψης με αξονική θλίψη, Fc0d=-0.736kN, Myd=0.066kNm, Mzd=0.000kNm (EC5 §6.2.4)**

Ορθογωνική διατομή, b=1000mm, h=20mm, A=2.000E+004mm², Wγ=6.667E+004mm³,

Wz=3.333E+006mm³

Τροποποιητικός συντελεστής Kmod=1.10 (Πιν.3.1), Συντελεστής ασφαλ. υλικού

γM=1.30 (Πιν. 2.3)

fc0k=21.00 N/mm², fc0d=Kmod·fc0k/γM=1.10x21.00/1.30=17.77N/mm²

fmyk=24.00 N/mm², fmyd=Kmod·fmyk/γM=1.10x24.00/1.30=20.31N/mm²

fmzk=24.00 N/mm², fmzd=Kmod·fmzk/γM=1.10x24.00/1.30=20.31N/mm²

Ορθογωνική διατομή Km=0.70 (EC5 §6.1.6.(2))

σc0d=Fc0d/Anetto=1000x0.736/20000= 0.04 N/mm²

σmyd=Myd/Wmy,netto=1E+06x0.066/6.667E+004= 0.99 N/mm²

σmzd=Mzd/Wmz,netto=1E+06x0.000/3.333E+006= 0.00 N/mm²

(σc0d/fc0d)²+σmyd/fmyd+Km.σmzd/fmzd=0.000+0.049+0.000= 0.05 < 1 (EC5 Εξ.6.19)

(σc0d/fc0d)²+Km.σmyd/fmyd+σmzd/fmzd=0.000+0.034+0.000= 0.03 < 1 (EC5 Εξ.6.20)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Σανίδωμα, Συνδυασμός φόρτισης Νο 4**Έλεγχος λυγισμού με κάμψη, Fc0d=-0.736kN, Myd=0.066kNm, Mzd=0.000kNm (EC5 §6.3.2)**

Ορθογωνική διατομή, b=1000mm, h=20mm, A=2.000E+004mm², Wγ=6.667E+004mm³,

Wz=3.333E+006mm³

Τροποποιητικός συντελεστής Kmod=1.10 (Πιν.3.1), Συντελεστής ασφαλ. υλικού

γM=1.30 (Πιν. 2.3, E005=7400MPa)

fc0k=21.00 N/mm², fc0d=Kmod·fc0k/γM=1.10x21.00/1.30=17.77N/mm²

fmyk=24.00 N/mm², fmyd=Kmod·fmyk/γM=1.10x24.00/1.30=20.31N/mm²

fmzk=24.00 N/mm², fmzd=Kmod·fmzk/γM=1.10x24.00/1.30=20.31N/mm²

Ορθογωνική διατομή Km=0.70 (EC5 §6.1.6.(2))

σc0d=Fc0d/Anetto=1000x0.736/20000= 0.04 N/mm²

σmyd=Myd/Wmy,netto=1E+06x0.066/6.667E+004= 0.99 N/mm²

σmzd=Mzd/Wmz,netto=1E+06x0.000/3.333E+006= 0.00 N/mm²

Μήκη λυγισμού

Skγ= 1.00x0.300=0.300 m= 300 mm

Skz= 0.00x0.300=0.000 m= 0 mm

Λυγηρότητες

iy=(Iy/A)^{1/2}=0.289x 20= 6 mm, λγ= 300/ 6= 50.00

$$i_z = (I_z/A)^{1/2} = 0.289 \times 1000 = 289 \text{ mm}, \lambda_z = 0/289 = 0.00$$

Κρίσιμες τιμές

$$\sigma_{c,crity} = \pi^2 E 005 / \lambda_y^2 = 29.21 \text{ N/mm}^2, \lambda_{rel,y} = (f_{c0k} / \sigma_{c,crity})^{1/2} = 0.85 \text{ (EC5 Εξ.6.21)}$$

$$\sigma_{c,critz} = \pi^2 E 005 / \lambda_z^2 = 2100.00 \text{ N/mm}^2, \lambda_{rel,z} = (f_{c0k} / \sigma_{c,critz})^{1/2} = 0.00 \text{ (EC5 Εξ.6.22)}$$

$\beta_c = 0.20$ (φυσικό ξύλο)

$$k_y = 0.5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0.3) + \lambda_{rel,y}^2] = 0.91, K_{cy} = 1 / (k_y + (k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2)^{1/2}) = 0.796 \text{ (Εξ.6.27 6.25)}$$

$$k_z = 0.5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0.3) + \lambda_{rel,z}^2] = 0.50, K_{cz} = 1 / (k_z + (k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2)^{1/2}) = 1.000 \text{ (Εξ.6.28 6.26)}$$

$$\sigma_{0d} / (K_{cy} \cdot f_{c0d}) + \sigma_{myd} / f_{myd} + K_{m, \sigma mzd} / f_{mzd} = 0.003 + 0.049 + 0.000 = 0.05 < 1 \text{ (EC5 Εξ.6.23)}$$

$$\sigma_{0d} / (K_{cz} \cdot f_{c0d}) + K_{m, \sigma myd} / f_{myd} + \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.002 + 0.034 + 0.000 = 0.04 < 1 \text{ (EC5 Εξ.6.24)}$$

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Υπολογισμός τεγίδων

Στατικό σύστημα τεγίδων

Οι τεγίδες υπολογίζονται σαν αμφιέριστες δοκοί με άνοιγμα $L = 0.600 \text{ m}$ την απόσταση των ζευκτών. Φορτίζονται με το φορτίο λωρίδας στέγης πλάτους $L_1 = 0.300 \text{ m}$ (απόσταση τεγίδων).

Ο άξονας της τεγίδας έχει κλίση $\alpha = 37.48^\circ$ με την κατακόρυφο. Τα κατακόρυφα φορτία (βάρος, χιόνι, φορτίο εργάτη) αναλύονται σε δύο συντεταγμένες κατά $z-z$ $P \cdot \cos \alpha$, και κατά $y-y$ $P \cdot \sin \alpha$,

το φορτίο ανέμου δρα κατά την διεύθυνση $z-z$.

Διαστάσεις τεγίδων

Ευλεία τεγίδων: C24, Κλάση 1, περιεκτικότητα υγρασίας $\leq 12\%$, διατομή τεγίδων $B \times H: 50 \times 50 \text{ mm}$

Απόσταση τεγίδων $L = 0.300 \text{ m}$, κλίση στέγης $\alpha = 37.48^\circ$, Απόσταση ζευκτών $L = 0.600 \text{ m}$

Φορτία τεγίδων kN/m²

$$\text{Επικάλυψη} \quad G_e = 0.450 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Σανίδωμα+ιδ. βάρος} \quad G_1 = 0.100 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Φορτίο χιονιού} \quad Q_s = 0.623 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Φορτίο ανέμου} \quad Q_w = 0.492 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Φορτίο εργάτη} \quad Q_p = 1.000 \text{ kN}$$

Φορτία τεγίδων κατά z-z και y-y ανά m τεγίδας

$$\text{Επικάλυψη+ιδ. βάρος} \quad G_k = 0.165 \text{ kN/m}, G_{kz} = 0.131 \text{ kN/m}, G_{kez} = 0.100 \text{ kN/m}$$

$$\text{Φορτίο χιονιού} \quad Q_{ks} = 0.187 \text{ kN/m}, Q_{ksz} = 0.148 \text{ kN/m}, Q_{ksy} = 0.114 \text{ kN/m}$$

$$\text{Φορτίο ανέμου} \quad Q_{kw} = 0.148 \text{ kN/m}, Q_{kwz} = 0.148 \text{ kN/m}, Q_{kwy} = 0.000 \text{ kN/m}$$

$$\text{Φορτίο εργάτη} \quad Q_{kp} = 1.000 \text{ kN}, Q_{kpz} = 0.794 \text{ kN}, Q_{kpy} = 0.608 \text{ kN}$$

Εντατικά μεγέθη τεγίδων (άνοιγμα $L = 0.600 \text{ m}$, $B \times H: 50 \times 50 \text{ mm}$)

Φόρτιση	Δράση	γ_g	γ_q	ψ_0	Q_z [kN]	Q_y [kN]
M_y [kNm] M_z [kNm]						
(Gk) Μόνιμα $G_k = 0.165$ [kN/m]	Μόνιμη	1.35	0.00	1.00	0.039	0.030
0.006 0.000						
(Qk1) Χιόνι $Q_{ks} = 0.187$ [kN/m]	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	0.70	0.045	0.034
0.007 0.000						
(Qk2) Άνεμος $Q_{kw} = 0.148$ [kN/m]	Στιγμιαία	0.00	1.50	0.60	0.044	0.000
0.007 0.000						
(Qk3) Εργάτης $Q_{kp} = 1.000$ [kN]	Στιγμιαία	0.00	1.00	0.00	0.397	0.304
0.119 0.000						

Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Λειτουργικότητας (EC5 EN1995-1-1:2009, §2.2.3, §7)

Έλεγχος βέλους κάμψης (EC5 §7.2)

Φόρτιση	[kN/m]	u [mm]	Δράση	ψ_0	ψ_1
ψ_2 K_{def}					
(Gk) Μόνιμα $G_k = 0.131$ [kN/m]		0.016	Μόνιμη	1.00	1.00
1.00 0.60					
(Qk1) Χιόνι $Q_{ks} = 0.148$ [kN/m]		0.018	Μεσοχρόνια	0.70	0.50
0.20 0.60					
(Qk2) Άνεμος $Q_{kw} = 0.148$ [kN/m]		0.018	Στιγμιαία	0.60	0.20
0.00 0.60					

Συνδυασμός φόρτισης	w_{inst}	w_{fin} [mm]
1 Gk	0.016	0.026
2 Gk + Qk1	0.034	0.046
3 Gk + Qk2	0.034	0.044
4 Gk + Qk1 + $\psi_0 \cdot Qk2$	0.045	0.057
5 Gk + Qk2 + $\psi_0 \cdot Qk1$	0.047	0.059

$$w_{fin,g} = w_{inst,g}(1 + k_{def}), \quad w_{fin,q} = w_{inst,q}(1 + \psi_2 \cdot k_{def}) \text{ (EC5 §2.2.3, Εξ.2.3, Εξ.2.4)}$$

Μέγιστες τιμές βελών

w.inst = 0.047 mm, w.fin = 0.059 mm
Έλεγχος σύμφωνα με EC5 EN1995-1-1:2009 §7.2, Πιν.7.2

Έλεγχος τελικού βέλους κάμψης

w.inst = 0.047 mm < L/300=600/300= 2.000 mm
w.net,fin = 0.059 mm < L/250=600/250= 2.400 mm
w.fin = 0.059 mm < L/200=600/200= 3.000 mm

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Έλεγχος τεγίδων, Οριακή Κατάσταση Αστοχίας (EC5 EN1995-1-1:2009, §6)

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας kmod	Qz/Kmod	Qy/Kmod
My/Kmod	Mz/Kmod			
1	γγ.Gk	Μόνιμη	0.60	0.088
0.013	0.000			0.068
2	γγ.Gk + γα.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	0.150
0.022	0.000			0.115
3	γγ.Gk + γα.Qk2	Στιγμιαία	1.10	0.109
0.016	0.000			0.037
4	γγ.Gk + γα.Qk3	Στιγμιαία	1.10	0.409
0.115	0.000			0.314
5	γγ.Gk + γα.Qk1 + γα.ψο.Qk2 + γα. Στιγμιαία	1.10	0.145	0.084
0.022	0.000			
6	γγ.Gk + γα.Qk2 + γα.ψο.Qk1 + γα. Στιγμιαία	1.10	0.151	0.070
0.023	0.000			
	Μέγιστες τιμές		0.409	0.314
0.115	0.000			

Τεγίδα, Συνδυασμός φόρτισης No 4

Έλεγχος διάτμησης, Fv=0.450 kN (EC5 §6.1.7)

Ορθογωνική διατομή, bef=0.67x50=34 mm, h=50 mm, A= 1 700 mm²

Τροποποιητικός συντελεστής Kmod=1.10 (Πιν.3.1), Συντελεστής ασφαλ. υλικού γM=1.30 (Πιν. 2.3)

fvk=2.50 N/mm², fvd=Kmod·fvk/γM=1.10x2.50/1.30=2.12N/mm² (EC5 Εξ.2.14)

Fv=0.450 kN, tv0d=1.50Fv0d/Anetto=1000x1.50x0.450/1700=0.40N/mm² < 2.12N/mm²=fv0d (Εξ.6.13)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Τεγίδα, Συνδυασμός φόρτισης No 4

Έλεγχος διάτμησης, Fv=0.345 kN (EC5 §6.1.7)

Ορθογωνική διατομή, bef=0.67x50=34 mm, h=50 mm, A= 1 700 mm²

Τροποποιητικός συντελεστής Kmod=1.10 (Πιν.3.1), Συντελεστής ασφαλ. υλικού γM=1.30 (Πιν. 2.3)

fvk=2.50 N/mm², fvd=Kmod·fvk/γM=1.10x2.50/1.30=2.12N/mm² (EC5 Εξ.2.14)

Fv=0.345 kN, tv0d=1.50Fv0d/Anetto=1000x1.50x0.345/1700=0.30N/mm² < 2.12N/mm²=fv0d (Εξ.6.13)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Τεγίδα, Συνδυασμός φόρτισης No 4

Έλεγχος κάμψης, Myd=0.127 kNm, Mzd=0.000 kNm (EC5 §6.1.6)

Ορθογωνική διατομή, b=50mm, h=50mm, A=2.500E+003mm², Wy=2.083E+004mm³, Wz=2.083E+004mm³

Τροποποιητικός συντελεστής Kmod=1.10 (Πιν.3.1), Συντελεστής ασφαλ. υλικού γM=1.30 (Πιν. 2.3)

fmyk=24.00 N/mm², fmyd=Kmod·fmyk/γM=1.10x24.00/1.30=20.31N/mm²

fmzk=24.00 N/mm², fmzd=Kmod·fmzk/γM=1.10x24.00/1.30=20.31N/mm²

Ορθογωνική διατομή Km=0.70 (EC5 §6.1.6.(2))

omyd=Myd/Wmy,netto=1E+06x0.127/2.083E+004= 6.10 N/mm²

omzd=Mzd/Wmz,netto=1E+06x0.000/2.083E+004= 0.00 N/mm²

omyd/fmyd+Km.omzd/fmzd=0.300+0.000= 0.30 < 1 (EC5 Εξ.6.11)

Km.omyd/fmyd+omzd/fmzd=0.210+0.000= 0.21 < 1 (EC5 Εξ.6.12)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Τεγίδα, Συνδυασμός φόρτισης No 4

Έλεγχος κάμψης δοκών με κύρτωση, Myd=0.127 kNm, Mzd=0.000 kNm (EC5 §6.3.3)

Ορθογωνική διατομή, b=50mm, h=50mm, A=2.500E+003mm², Wy=2.083E+004mm³, Wz=2.083E+004mm³

Τροποποιητικός συντελεστής Kmod=1.10 (Πιν.3.1), Συντελεστής ασφαλ. υλικού γM=1.30 (Πιν. 2.3)

fc0k=21.00 N/mm², fc0d=Kmod·fc0k/γM=1.10x21.00/1.30=17.77N/mm²

fmyk=24.00 N/mm², fmyd=Kmod·fmyk/γM=1.10x24.00/1.30=20.31N/mm²

fmzk=24.00 N/mm², fmzd=Kmod·fmzk/γM=1.10x24.00/1.30=20.31N/mm²

Ορθογωνική διατομή Km=0.70 (EC5 §6.1.6.(2))

omyd=Myd/Wmy,netto=1E+06x0.127/2.083E+004= 6.10 N/mm²

omzd=Mzd/Wmz,netto=1E+06x0.000/2.083E+004= 0.00 N/mm²

Μήκη Αυγισμού

Skyl= 1.00x0.600=0.600 m= 600 mm

Skz= 0.00x0.600=0.000 m= 0 mm

Λυγηρότητες

$i_y=(I_y/A)^{1/2}=0.289 \times 50=14 \text{ mm}$, $\lambda_y=600/14=42.86$

$i_z=(I_z/A)^{1/2}=0.289 \times 50=14 \text{ mm}$, $\lambda_z=0/14=0.00$

$\sigma_{m,crit}=0.78 \cdot b^2 \cdot E_{005}/(h \cdot I_{ef})=0.78 \times 50^2 \times 7400/(50 \times 600)=481.00 \text{ N/mm}^2$ (EC5 Εξ.6.32)

Κρίσιμες τάσεις

$\sigma_{m,crity}=481.00 \text{ N/mm}^2$, $\lambda_{rel,my}=(f_{myk}/\sigma_{m,crity})^{1/2}=0.22$ (EC5 Εξ.6.30)

$\sigma_{m,critz}=210.00 \text{ N/mm}^2$, $\lambda_{rel,mz}=(f_{mzk}/\sigma_{m,critz})^{1/2}=0.00$ (EC5 Εξ.6.30)

$\lambda_{rel,my}=0.22$, ($\lambda_{rel} \leq 0.75$), $K_{critey}=1.00$ (EC5 Εξ.6.34)

$\lambda_{rel,mz}=0.00$, ($\lambda_{rel} \leq 0.75$), $K_{critz}=1.00$ (EC5 Εξ.6.34)

$\sigma_{myd}/(K_{critey} \cdot f_{myd}) + K_{m,\sigma_{mzd}}/(K_{critz} \cdot f_{mzd})=0.300+0.000=0.30 < 1$ (EC5 Εξ.6.33)

$K_{m,\sigma_{myd}}/(K_{critey} \cdot f_{myd}) + \sigma_{mzd}/(K_{critz} \cdot f_{mzd})=0.210+0.000=0.21 < 1$ (EC5 Εξ.6.33)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Υπολογισμός ζευκτού

Γεωμετρικά δεδομένα ζευκτού

Μήκος L=6.000 m, ύψος H=3.500 m, απόσταση ζευκτών d=0.600 m

Κλίση =76.67%, γωνία $\alpha=37.48^\circ$, $\tan\alpha=0.767$, $\sin\alpha=0.608$, $\cos\alpha=0.794$

Αριθμός κόμβων = 10, αριθμός ράβδων =11, στηρίξεις 2

Συντεταγμένες κόμβων

Ιδιότητες ράβδων ζευκτού

Κόμβ. x[m] y[m] Στήρ. Ράβδος K1 K2 bxh[mm] L[m] A[mm²] Iy[mm⁴]

Wy[mm³]

1	0.000	0.000	11	1	5	7	60x220	2.054	1.320E+004	5.324E+007	4.840E+005
2	3.000	3.500		2	7	2	60x220	1.726	1.320E+004	5.324E+007	4.840E+005
3	6.000	0.000	01	3	8	6	60x220	2.054	1.320E+004	5.324E+007	4.840E+005
4	3.000	0.000		4	2	8	60x220	1.726	1.320E+004	5.324E+007	4.840E+005
5	0.000	1.200		5	1	4	60x220	3.000	1.320E+004	5.324E+007	4.840E+005
6	6.000	1.200		6	4	3	60x220	3.000	1.320E+004	5.324E+007	4.840E+005
7	1.630	2.450		7	1	5	60x220	1.200	1.320E+004	5.324E+007	4.840E+005
8	4.370	2.450		8	6	3	60x220	1.200	1.320E+004	5.324E+007	4.840E+005
9	-0.600	0.740		9	7	8	60x220	2.739	1.320E+004	5.324E+007	4.840E+005
10	6.600	0.740		10	9	5	60x220	0.756	1.320E+004	5.324E+007	4.840E+005
				11	6	10	60x220	0.756	1.320E+004	5.324E+007	4.840E+005

Φορτία ανά ζευκτό

Πυκνότητα ξύλου =370.00 kg/m³, Τδίο βάρος ζευκτού =0.968 kN

Απόσταση ζευκτών d=0.60 m, Βάρος συνδέσμων ζευκτού =0.097 kN

Μόνιμες δράσεις ανά m ζευκτού

Επικάλυψη+ίδιο βάρος ζευκτού Gk1= 0.508 kN/m

Οροφή κάτω επιφάνειας στέγης Gk2= 0.180 kN/m

Μόνιμα φορτία δαπέδου σοφίτας Gkf= 0.300 kN/m

Μεταβλητές δράσεις μέσης διάρκειας ανά m ζευκτού

Κινητά φορτία δαπέδου σοφίτας Qkf= 1.200 kN/m

Μεταβλητές δράσεις μέρους διάρκειας ανά m ζευκτού

Χιόνι (Αριστερά) Qk1l= 0.374 kN/m (Δεξιά) Qk1r= 0.374 kN/m

Χιόνι (Αριστερά) Qk2l= 0.187 kN/m (Δεξιά) Qk2r= 0.374 kN/m

Χιόνι (Αριστερά) Qk3l= 0.374 kN/m (Δεξιά) Qk3r= 0.187 kN/m

Μεταβλητές δράσεις μικρής διάρκειας ανά m ζευκτού

Επιβεβλημένο Qki= 0.50x0.600= 0.300 kN/m

Μεταβλητά φορτία στιγμιαίας διάρκειας ανά m ζευκτού

Άνεμος (Αριστερά) Qk4l= 0.295 kN/m (Δεξιά) Qk4r=-0.221 kN/m

Άνεμος (Αριστερά) Qk5l=-0.221 kN/m (Δεξιά) Qk5r= 0.295 kN/m

Συνδυασμοί φορτίσεων για εντατικές τιμές σχεδιασμού

($\gamma_g=1.35$, $\gamma_q=1.50$, $\psi_0(\text{Κινητό } Q_f)=0.70$, $\psi_0(\text{Χιόνι } Q_1, Q_2, Q_3)=0.70$, $\psi_0(\text{Άνεμος } Q_4, Q_5)=0.60$)

Σ.Φ.	Δράσεις Μόνιμες-Μεταβλητές	Κλάση διάρκειας
1	$\gamma_g \cdot G$	Μόνιμη
2	$\gamma_g \cdot G + \gamma_q \cdot Q_1$	Μεσοχρόνια
3	$\gamma_g \cdot G + \gamma_q \cdot Q_2$	Μεσοχρόνια
4	$\gamma_g \cdot G + \gamma_q \cdot Q_3$	Μεσοχρόνια

5	yg.G+yg.Q4	Στιγμιαία
6	yg.G+yg.Q5	Στιγμιαία
7	yg.G+yg.Qf	Μεσοχρόνια
8	yg.G+yg.Qi	Βραχυχρόνια
9	yg.G+yg.Q1+yg.ψο.Q4+yg.ψο.Qf	Στιγμιαία
10	yg.G+yg.Q1+yg.ψο.Q5+yg.ψο.Qf	Στιγμιαία
11	yg.G+yg.Q2+yg.ψο.Q4+yg.ψο.Qf	Στιγμιαία
12	yg.G+yg.Q2+yg.ψο.Q5+yg.ψο.Qf	Στιγμιαία
13	yg.G+yg.Q3+yg.ψο.Q4+yg.ψο.Qf	Στιγμιαία
14	yg.G+yg.Q3+yg.ψο.Q5+yg.ψο.Qf	Στιγμιαία
15	yg.G+yg.Q4+yg.ψο.Q1+yg.ψο.Qf	Στιγμιαία
16	yg.G+yg.Q4+yg.ψο.Q2+yg.ψο.Qf	Στιγμιαία
17	yg.G+yg.Q4+yg.ψο.Q3+yg.ψο.Qf	Στιγμιαία
18	yg.G+yg.Q5+yg.ψο.Q1+yg.ψο.Qf	Στιγμιαία
19	yg.G+yg.Q5+yg.ψο.Q2+yg.ψο.Qf	Στιγμιαία
20	yg.G+yg.Q5+yg.ψο.Q3+yg.ψο.Qf	Στιγμιαία
21	yg.G+yg.Qf+yg.ψο.Q1+yg.ψο.Q4	Στιγμιαία
22	yg.G+yg.Qf+yg.ψο.Q1+yg.ψο.Q5	Στιγμιαία
23	yg.G+yg.Qf+yg.ψο.Q2+yg.ψο.Q4	Στιγμιαία
24	yg.G+yg.Qf+yg.ψο.Q2+yg.ψο.Q5	Στιγμιαία
25	yg.G+yg.Qf+yg.ψο.Q3+yg.ψο.Q4	Στιγμιαία
26	yg.G+yg.Qf+yg.ψο.Q3+yg.ψο.Q5	Στιγμιαία
27	yg.G+yg.Qi+yg.ψο.Q1+yg.ψο.Q4+yg.ψο.Qf	Στιγμιαία
28	yg.G+yg.Qi+yg.ψο.Q1+yg.ψο.Q5+yg.ψο.Qf	Στιγμιαία
29	yg.G+yg.Qi+yg.ψο.Q2+yg.ψο.Q4+yg.ψο.Qf	Στιγμιαία
30	yg.G+yg.Qi+yg.ψο.Q2+yg.ψο.Q5+yg.ψο.Qf	Στιγμιαία
31	yg.G+yg.Qi+yg.ψο.Q3+yg.ψο.Q4+yg.ψο.Qf	Στιγμιαία
32	yg.G+yg.Qi+yg.ψο.Q3+yg.ψο.Q5+yg.ψο.Qf	Στιγμιαία

Στατική επίλυση ζευκτού

Επίλυση για συνδέσεις με μειωμένη ακαμψία (συντελεστής 0.40)

Το ζευκτό υπολογίζεται σαν πλαισιωτή κατασκευή (EN1995-1-1 §5.4.1)

με μειωμένη ακαμψία συνδέσεων ανάλογα με τον ανωτέρω συντελεστή

Οι αμοίβοντες και το πέλμα θεωρούνται συνεχείς ράβδοι

Το ζευκτό επιλύεται για διάφορες μοναδιαίες φορτίσεις

και από αυτές υπολογίζονται εντατικές καταστάσεις

στις διάφορες φορτίσεις, και συνδυασμούς δράσεων.

Αριθμός κόμβων = 10, αριθμός ράβδων =11, στηρίξεις 2

Στατική επίλυση για μοναδιαίες φορτίσεις

Εντατικά μεγέθη για μοναδιαία φόρτιση (1 kN/m αριστερά αμοίβων προς τα κάτω)

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	N1[kN]	V1[kN]	M1[kNm]	N2[kN]	V2[kN]	M2[kNm]
1	5	7	-1.92	1.47	-0.99	-0.93	0.18	0.71
2	7	2	-0.98	0.14	0.70	-0.15	-0.94	0.01
3	8	6	-0.90	-0.14	-0.18	-0.90	-0.14	-0.47
4	2	8	-0.95	-0.10	-0.01	-0.95	-0.10	-0.18
5	1	4	0.63	-0.06	0.06	0.63	-0.06	-0.12
6	4	3	0.63	-0.06	-0.12	0.63	-0.06	-0.29
7	1	5	-2.94	-0.63	-0.06	-2.94	-0.63	-0.81
8	6	3	-0.66	0.63	-0.47	-0.66	0.63	0.29
9	7	8	0.06	0.00	0.01	0.06	0.00	0.00
10	9	5	0.00	0.00	0.00	0.37	-0.48	-0.18
11	6	10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Δυνάμεις στα άκρα ράβδων για μοναδιαία φόρτιση (1 kN/m αριστερά αμοίβων προς τα κάτω)

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	F1x[kN]	F1y[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	5	7	0.63	2.34	-0.99	-0.63	-0.71	-0.71
2	7	2	0.69	0.71	0.70	-0.69	0.66	-0.01
3	8	6	0.63	-0.66	-0.18	-0.63	0.66	0.47
4	2	8	0.69	-0.66	-0.01	-0.69	0.66	0.18
5	1	4	-0.63	-0.06	0.06	0.63	0.06	0.12
6	4	3	-0.63	-0.06	-0.12	0.63	0.06	0.29
7	1	5	0.63	2.94	-0.06	-0.63	-2.94	0.81
8	6	3	0.63	-0.66	-0.47	-0.63	0.66	-0.29
9	7	8	-0.06	0.00	0.01	0.06	0.00	0.00
10	9	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.18
11	6	10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

(δυνάμεις στα άκρα ράβδων σε καθολικό σύστημα συντεταγμένων x-y)

Εντατικά μεγέθη για μοναδιαία φόρτιση (1 kN/m δεξιά αμοίβων προς τα κάτω)

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	N1[kN]	V1[kN]	M1[kNm]	N2[kN]	V2[kN]	M2[kNm]
1	5	7	-0.90	0.14	-0.47	-0.90	0.14	-0.18
2	7	2	-0.95	0.10	-0.18	-0.95	0.10	-0.01
3	8	6	-0.93	-0.18	0.71	-1.92	-1.47	-0.99
4	2	8	-0.15	0.94	0.01	-0.98	-0.14	0.70
5	1	4	0.63	0.06	-0.29	0.63	0.06	-0.12
6	4	3	0.63	0.06	-0.12	0.63	0.06	0.06
7	1	5	-0.66	-0.63	0.29	-0.66	-0.63	-0.47
8	6	3	-2.94	0.63	-0.81	-2.94	0.63	-0.06
9	7	8	0.06	0.00	0.00	0.06	0.00	0.01
10	9	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	6	10	0.37	0.48	-0.18	0.00	0.00	0.00

Δυνάμεις στα άκρα ράβδων για μοναδιαία φόρτιση (1 kN/m δεξιά αμοίβων προς τα κάτω)

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	F1x[kN]	F1y[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	5	7	0.63	0.66	-0.47	-0.63	-0.66	0.18
2	7	2	0.69	0.66	-0.18	-0.69	-0.66	0.01
3	8	6	0.63	-0.71	0.71	-0.63	2.34	0.99
4	2	8	0.69	0.66	0.01	-0.69	0.71	-0.70
5	1	4	-0.63	0.06	-0.29	0.63	-0.06	0.12
6	4	3	-0.63	0.06	-0.12	0.63	-0.06	-0.06
7	1	5	0.63	0.66	0.29	-0.63	-0.66	0.47
8	6	3	0.63	-2.94	-0.81	-0.63	2.94	0.06
9	7	8	-0.06	0.00	0.00	0.06	0.00	-0.01
10	9	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	6	10	0.00	0.60	-0.18	0.00	0.00	0.00

(δυνάμεις στα άκρα ράβδων σε καθολικό σύστημα συντεταγμένων x-y)

Εντατικά μεγέθη για μοναδιαία φόρτιση (1 kN/m κάτω πέλμα προς τα κάτω)

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	N1[kN]	V1[kN]	M1[kNm]	N2[kN]	V2[kN]	M2[kNm]
1	5	7	-1.00	-0.77	0.89	-1.00	-0.77	-0.69
2	7	2	0.52	0.40	-0.69	0.52	0.40	0.00
3	8	6	-1.00	0.77	-0.69	-1.00	0.77	0.89
4	2	8	0.52	-0.40	0.00	0.52	-0.40	-0.69
5	1	4	1.27	3.00	-2.41	1.27	0.00	2.09
6	4	3	1.27	0.00	2.09	1.27	-3.00	-2.41
7	1	5	0.00	-1.27	2.41	0.00	-1.27	0.89
8	6	3	0.00	1.27	0.89	0.00	1.27	2.41
9	7	8	-1.92	0.00	0.00	-1.92	0.00	0.00
10	9	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	6	10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Δυνάμεις στα άκρα ράβδων για μοναδιαία φόρτιση (1 kN/m κάτω πέλμα προς τα κάτω)

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	F1x[kN]	F1y[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	5	7	1.27	0.00	0.89	-1.27	0.00	0.69
2	7	2	-0.65	0.00	-0.69	0.65	0.00	0.00
3	8	6	1.27	0.00	-0.69	-1.27	0.00	-0.89
4	2	8	-0.65	0.00	0.00	0.65	0.00	0.69
5	1	4	-1.27	3.00	-2.41	1.27	0.00	-2.09
6	4	3	-1.27	0.00	2.09	1.27	3.00	2.41
7	1	5	1.27	0.00	2.41	-1.27	0.00	-0.89
8	6	3	1.27	0.00	0.89	-1.27	0.00	-2.41
9	7	8	1.92	0.00	0.00	-1.92	0.00	0.00
10	9	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	6	10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

(δυνάμεις στα άκρα ράβδων σε καθολικό σύστημα συντεταγμένων x-y)

Εντατικά μεγέθη για μοναδιαία φόρτιση (1 kN/m αριστερά αμοίβων πίεση)

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	N1[kN]	V1[kN]	M1[kNm]	N2[kN]	V2[kN]	M2[kNm]
1	5	7	-0.72	1.53	0.06	-0.72	-0.52	1.10
2	7	2	0.27	0.24	1.09	0.27	-1.48	0.02
3	8	6	-2.36	0.11	-1.14	-2.36	0.11	-0.92
4	2	8	-1.36	-0.65	-0.02	-1.36	-0.65	-1.14
5	1	4	1.94	-0.46	1.35	1.94	-0.46	-0.03
6	4	3	1.94	-0.46	-0.03	1.94	-0.46	-1.41
7	1	5	-2.25	2.02	-1.35	-2.25	0.82	0.35
8	6	3	-1.35	1.94	-0.92	-1.35	1.94	1.41
9	7	8	-1.26	-0.01	0.01	-1.26	-0.01	-0.01
10	9	5	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.76	-0.29
11	6	10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Δυνάμεις στα άκρα ράβδων για μοναδιαία φόρτιση (1 kN/m αριστερά αμοίβων πίεση)

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	F1x[kN]	F1y[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	5	7	-0.36	1.65	0.06	-0.89	-0.02	-1.10
2	7	2	-0.37	0.03	1.09	-0.68	1.34	-0.02
3	8	6	1.94	-1.35	-1.14	-1.94	1.35	0.92
4	2	8	0.68	-1.34	-0.02	-0.68	1.34	1.14
5	1	4	-1.94	-0.46	1.35	1.94	0.46	0.03
6	4	3	-1.94	-0.46	-0.03	1.94	0.46	1.41
7	1	5	-2.02	2.25	-1.35	0.82	-2.25	-0.35
8	6	3	1.94	-1.35	-0.92	-1.94	1.35	-1.41
9	7	8	1.26	-0.01	0.01	-1.26	0.01	0.01
10	9	5	0.00	0.00	0.00	-0.46	0.60	0.29
11	6	10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

(δυνάμεις στα άκρα ράβδων σε καθολικό σύστημα συντεταγμένων x-y)

Εντατικά μεγέθη για μοναδιαία φόρτιση (1 kN/m δεξιά αμοίβων πίεση)

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	N1[kN]	V1[kN]	M1[kNm]	N2[kN]	V2[kN]	M2[kNm]
1	5	7	-2.37	-0.12	-0.92	-2.37	-0.12	-1.16
2	7	2	-1.35	0.66	-1.15	-1.35	0.66	-0.02
3	8	6	-0.73	0.53	1.08	-0.73	-1.53	0.06
4	2	8	0.28	1.47	0.02	0.28	-0.25	1.07
5	1	4	-2.01	0.46	-1.42	-2.01	0.46	-0.04
6	4	3	-2.01	0.46	-0.04	-2.01	0.46	1.35
7	1	5	-1.35	-1.95	1.42	-1.35	-1.95	-0.92
8	6	3	-2.25	-0.81	0.35	-2.25	-2.01	-1.35
9	7	8	-1.28	0.01	-0.01	-1.28	0.01	0.01
10	9	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	6	10	0.00	0.76	-0.29	0.00	0.00	0.00

Δυνάμεις στα άκρα ράβδων για μοναδιαία φόρτιση (1 kN/m δεξιά αμοίβων πίεση)

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	F1x[kN]	F1y[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	5	7	1.95	1.35	-0.92	-1.95	-1.35	1.16
2	7	2	0.67	1.34	-1.15	-0.67	-1.34	0.02
3	8	6	0.90	-0.02	1.08	0.35	1.65	-0.06
4	2	8	0.67	1.34	0.02	0.38	0.03	-1.07
5	1	4	2.01	0.46	-1.42	-2.01	-0.46	0.04
6	4	3	2.01	0.46	-0.04	-2.01	-0.46	-1.35
7	1	5	1.95	1.35	1.42	-1.95	-1.35	0.92
8	6	3	-0.81	-2.25	0.35	2.01	2.25	1.35
9	7	8	1.28	0.01	-0.01	-1.28	-0.01	-0.01
10	9	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	6	10	0.46	0.60	-0.29	0.00	0.00	0.00

(δυνάμεις στα άκρα ράβδων σε καθολικό σύστημα συντεταγμένων x-y)

Εντατικά μεγέθη για φορτίσεις**Εντατικά μεγέθη, φόρτιση: (G) Μόνιμο Gk1 = 0.508, Gk2 = 0.180, Gkf=0.300 [kN/m]**

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	N1[kN]	V1[kN]	M1[kNm]	N2[kN]	V2[kN]	M2[kNm]	Nm[kN]	Vm[kN]
1	5	7	-2.29	0.66	-0.51	-1.65	-0.17	0.00	-1.78	0.00
0.04										
2	7	2	-0.99	0.35	0.00	-0.45	-0.35	0.00	-0.72	0.00
0.15										
3	8	6	-1.65	0.17	0.00	-2.29	-0.66	-0.51	-1.78	0.00
0.04										
4	2	8	-0.45	0.35	0.00	-0.99	-0.35	0.00	-0.72	0.00
0.15										
5	1	4	1.41	1.44	-1.30	1.41	0.00	0.86	1.41	0.00
0.86										
6	4	3	1.41	0.00	0.86	1.41	-1.44	-1.30	1.41	0.00
0.86										
7	1	5	-2.30	-1.41	1.30	-2.30	-1.41	-0.39	-2.30	-1.41
0.46										
8	6	3	-2.30	1.41	-0.39	-2.30	1.41	1.30	-2.30	1.41
0.46										
9	7	8	-0.84	0.00	0.00	-0.84	0.00	0.00	-0.84	-0.25
0.17										
10	9	5	0.00	0.00	0.00	0.23	-0.30	-0.12	0.00	0.00
0.00										
11	6	10	0.23	0.30	-0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00										

(m σημείο μέγιστης ροπής ανοίγματος για μόνιμα φορτία, ή μέσον ράβδου)

Εντατικά μεγέθη, Φόρτιση: (Q1) Χιόν Q_{ksL}= 0.374, Q_{ksR}= 0.374 [kN/m]

Ράβδος Κόμβ-1 Κόμβ-2 N1[kN] V1[kN] M1[kNm] N2[kN] V2[kN] M2[kNm] Nm[kN] Vm[kN]

Mm[kNm]										
1	5	7	-1.06	0.60	-0.55	-0.69	0.12	0.20	-0.76	0.22
0.13										
2	7	2	-0.72	0.09	0.19	-0.41	-0.32	0.00	-0.57	-0.11
0.19										
3	8	6	-0.69	-0.12	0.20	-1.06	-0.60	-0.55	-0.76	-0.22
0.13										
4	2	8	-0.41	0.32	0.00	-0.72	-0.09	0.19	-0.57	0.11
0.19										
5	1	4	0.47	0.00	-0.09	0.47	0.00	-0.09	0.47	0.00 -
0.09										
6	4	3	0.47	0.00	-0.09	0.47	0.00	-0.09	0.47	0.00 -
0.09										
7	1	5	-1.35	-0.47	0.09	-1.35	-0.47	-0.48	-1.35	-0.47 -
0.20										
8	6	3	-1.35	0.47	-0.48	-1.35	0.47	0.09	-1.35	0.47 -
0.20										
9	7	8	0.05	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.05	0.00
0.00										
10	9	5	0.00	0.00	0.00	0.14	-0.18	-0.07	0.00	0.00
0.00										
11	6	10	0.14	0.18	-0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00										

(m σημείο μέγιστης ροπής ανοίγματος για μόνιμα φορτία, ή μέσον ράβδου)

Εντατικά μεγέθη, Φόρτιση: (Q2) Χιόν Q_{ksL}= 0.187, Q_{ksR}= 0.374 [kN/m]

Ράβδος Κόμβ-1 Κόμβ-2 N1[kN] V1[kN] M1[kNm] N2[kN] V2[kN] M2[kNm] Nm[kN] Vm[kN]

Mm[kNm]										
1	5	7	-0.70	0.33	-0.36	-0.51	0.09	0.06	-0.55	0.13
0.02										
2	7	2	-0.54	0.06	0.06	-0.38	-0.14	0.00	-0.46	-0.04
0.08										
3	8	6	-0.52	-0.09	0.23	-0.89	-0.58	-0.46	-0.59	-0.19
0.17										
4	2	8	-0.23	0.33	0.00	-0.55	-0.07	0.23	-0.39	0.13
0.20										
5	1	4	0.35	0.01	-0.10	0.35	0.01	-0.06	0.35	0.01 -
0.06										
6	4	3	0.35	0.01	-0.06	0.35	0.01	-0.03	0.35	0.01 -
0.06										
7	1	5	-0.80	-0.35	0.10	-0.80	-0.35	-0.33	-0.80	-0.35 -
0.11										
8	6	3	-1.22	0.35	-0.39	-1.22	0.35	0.03	-1.22	0.35 -
0.18										
9	7	8	0.04	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.04	0.00
0.00										
10	9	5	0.00	0.00	0.00	0.07	-0.09	-0.03	0.00	0.00
0.00										
11	6	10	0.14	0.18	-0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00										

Εντατικά μεγέθη, Φόρτιση: (Q3) Χιόν Q_{ksL}= 0.374, Q_{ksR}= 0.187 [kN/m]

Ράβδος Κόμβ-1 Κόμβ-2 N1[kN] V1[kN] M1[kNm] N2[kN] V2[kN] M2[kNm] Nm[kN] Vm[kN]

Mm[kNm]										
1	5	7	-0.89	0.58	-0.46	-0.52	0.09	0.23	-0.59	0.19
0.17										
2	7	2	-0.55	0.07	0.23	-0.23	-0.33	0.00	-0.39	-0.13
0.20										
3	8	6	-0.51	-0.09	0.06	-0.70	-0.33	-0.36	-0.55	-0.13
0.02										
4	2	8	-0.38	0.14	0.00	-0.54	-0.06	0.06	-0.46	0.04
0.08										
5	1	4	0.35	-0.01	-0.03	0.35	-0.01	-0.06	0.35	-0.01 -
0.06										
6	4	3	0.35	-0.01	-0.06	0.35	-0.01	-0.10	0.35	-0.01 -
0.06										
7	1	5	-1.22	-0.35	0.03	-1.22	-0.35	-0.39	-1.22	-0.35 -
0.18										

8	6	3	-0.80	0.35	-0.33	-0.80	0.35	0.10	-0.80	0.35	-
0.11											
9	7	8	0.04	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.04	0.00	
0.00											
10	9	5	0.00	0.00	0.00	0.14	-0.18	-0.07	0.00	0.00	
0.00											
11	6	10	0.07	0.09	-0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.00											

Εντατικά μεγέθη, φόρτιση: (Q4) Άνεμος Q_{kwL}= 0.295, Q_{kwR}=-0.221 [kN/m]

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	N1[kN]	V1[kN]	M1[kNm]	N2[kN]	V2[kN]	M2[kNm]	Nm[kN]	Vm[kN]	Mm[kNm]
1	5	7	0.31	0.48	0.22	0.31	-0.13	0.58	0.31	-0.01	0.61
2	7	2	0.38	-0.07	0.58	0.38	-0.58	0.01	0.38	-0.33	0.40
3	8	6	-0.54	-0.08	-0.58	-0.54	0.37	-0.28	-0.54	0.01	0.59
4	2	8	-0.46	-0.52	-0.01	-0.46	-0.14	-0.57	-0.46	-0.33	0.37
5	1	4	1.02	-0.24	0.71	1.02	-0.24	0.00	1.02	-0.24	0.00
6	4	3	1.02	-0.24	0.00	1.02	-0.24	-0.72	1.02	-0.24	0.00
7	1	5	-0.37	1.03	-0.71	-0.37	0.67	0.31	-0.37	1.03	0.10
8	6	3	0.10	0.75	-0.35	0.10	1.02	0.72	0.10	0.75	0.10
9	7	8	-0.09	0.00	0.00	-0.09	0.00	0.00	-0.09	0.00	0.00
10	9	5	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.22	-0.08	0.00	0.00	0.00
11	6	10	0.00	-0.17	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

(m σημείο μέγιστης ροπής ανοίγματος για μόνιμα φορτία, ή μέσον ράβδου)

Εντατικά μεγέθη, φόρτιση: (Q5) Άνεμος Q_{kwL}=-0.221, Q_{kwR}= 0.295 [kN/m]

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	N1[kN]	V1[kN]	M1[kNm]	N2[kN]	V2[kN]	M2[kNm]	Nm[kN]	Vm[kN]	Mm[kNm]
1	5	7	-0.54	-0.37	-0.29	-0.54	0.08	-0.58	-0.54	-0.01	0.60
2	7	2	-0.46	0.14	-0.58	-0.46	0.52	-0.01	-0.46	0.33	0.38
3	8	6	0.31	0.13	0.57	0.31	-0.47	0.22	0.31	0.01	0.60
4	2	8	0.38	0.58	0.01	0.38	0.07	0.57	0.38	0.32	0.40
5	1	4	-1.02	0.24	-0.72	-1.02	0.24	0.00	-1.02	0.24	0.00
6	4	3	-1.02	0.24	0.00	-1.02	0.24	0.71	-1.02	0.24	0.00
7	1	5	0.10	-1.02	0.72	0.10	-0.76	-0.35	0.10	-1.02	0.11
8	6	3	-0.37	-0.67	0.31	-0.37	-1.02	-0.71	-0.37	-0.67	0.10
9	7	8	-0.10	0.00	0.00	-0.10	0.00	0.00	-0.10	0.00	0.00
10	9	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	0.06	0.00	0.00	0.00
11	6	10	0.00	0.22	-0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Εντατικά μεγέθη, φόρτιση: (Qf) Κινητό Q_{kf} = 1.200 [kN/m]

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	N1[kN]	V1[kN]	M1[kNm]	N2[kN]	V2[kN]	M2[kNm]	Nm[kN]	Vm[kN]	Mm[kNm]
1	5	7	-1.21	-0.92	1.07	-1.21	-0.92	-0.83	-1.21	-0.92	0.45
2	7	2	0.62	0.48	-0.83	0.62	0.48	0.00	0.62	0.48	0.41
3	8	6	-1.21	0.92	-0.83	-1.21	0.92	1.07	-1.21	0.92	0.45

4	2	8	0.62	-0.48	0.00	0.62	-0.48	-0.83	0.62	-0.48	-
0.41											
5	1	4	1.52	3.60	-2.89	1.52	0.00	2.51	1.52	0.00	
2.51											
6	4	3	1.52	0.00	2.51	1.52	-3.60	-2.89	1.52	0.00	
2.51											
7	1	5	0.00	-1.52	2.89	0.00	-1.52	1.07	0.00	-1.52	
1.98											
8	6	3	0.00	1.52	1.07	0.00	1.52	2.89	0.00	1.52	
1.98											
9	7	8	-2.31	0.00	-0.01	-2.31	0.00	-0.01	-2.31	0.00	-
0.01											
10	9	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.00											
11	6	10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.00											

(m σημείο μέγιστης ροπής ανοίγματος για μόνιμα φορτία, ή μέσον ράβδου)

Εντατικά μεγέθη, Φόρτιση: (Qi) Επιβεβλημένο (H) Qi = 0.300 [kN/m]

Ράβδος Κόμβ-1 Κόμβ-2 N1[kN] V1[kN] M1[kNm] N2[kN] V2[kN] M2[kNm] Nm[kN] Vm[kN]
Mm[kNm]

1	5	7	-0.85	0.48	-0.44	-0.55	0.10	0.16	-0.61	0.17	
0.10											
2	7	2	-0.58	0.07	0.16	-0.33	-0.25	0.00	-0.46	-0.09	
0.15											
3	8	6	-0.55	-0.10	0.16	-0.85	-0.48	-0.44	-0.61	-0.17	
0.10											
4	2	8	-0.33	0.25	0.00	-0.58	-0.07	0.16	-0.46	0.09	
0.15											
5	1	4	0.38	0.00	-0.07	0.38	0.00	-0.07	0.38	0.00	-
0.07											
6	4	3	0.38	0.00	-0.07	0.38	0.00	-0.07	0.38	0.00	-
0.07											
7	1	5	-1.08	-0.38	0.07	-1.08	-0.38	-0.38	-1.08	-0.38	-
0.16											
8	6	3	-1.08	0.38	-0.38	-1.08	0.38	0.07	-1.08	0.38	-
0.16											
9	7	8	0.04	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.04	0.00	
0.00											
10	9	5	0.00	0.00	0.00	0.11	-0.14	-0.05	0.00	0.00	
0.00											
11	6	10	0.11	0.14	-0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.00											

(m σημείο μέγιστης ροπής ανοίγματος για μόνιμα φορτία, ή μέσον ράβδου)

Δυνάμεις στα άκρα ράβδων για φορτίσεις

Δυνάμεις στα άκρα ράβδων, Φόρτιση: (G) Μόνιμο Gk1 = 0.508, Gk2 = 0.180, Gkf=0.300 [kN/m]

Ράβδος Κόμβ-1 Κόμβ-2 F1x[kN] F1y[kN] M1[kNm] F2x[kN] F2y[kN] M2[kNm]

1	5	7	1.41	1.92	-0.51	-1.41	-0.88	0.00			
2	7	2	0.57	0.88	0.00	-0.57	0.00	0.00			
3	8	6	1.41	-0.88	0.00	-1.41	1.92	0.51			
4	2	8	0.57	0.00	0.00	-0.57	0.88	0.00			
5	1	4	-1.41	1.44	-1.30	1.41	0.00	-0.86			
6	4	3	-1.41	0.00	0.86	1.41	1.44	1.30			
7	1	5	1.41	2.30	1.30	-1.41	-2.30	0.39			
8	6	3	1.41	-2.30	-0.39	-1.41	2.30	-1.30			
9	7	8	0.84	0.00	0.00	-0.84	0.00	0.00			
10	9	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.38	0.12			
11	6	10	0.00	0.38	-0.12	0.00	0.00	0.00			

(δυνάμεις στα άκρα ράβδων σε καθολικό σύστημα συντεταγμένων x-y)

Δυνάμεις στα άκρα ράβδων, Φόρτιση: (Q1) Χιόν QksL= 0.374, QksR= 0.374 [kN/m]

Ράβδος Κόμβ-1 Κόμβ-2 F1x[kN] F1y[kN] M1[kNm] F2x[kN] F2y[kN] M2[kNm]

1	5	7	0.47	1.12	-0.55	-0.47	-0.51	-0.20			
2	7	2	0.52	0.51	0.19	-0.52	0.00	0.00			
3	8	6	0.47	-0.51	0.20	-0.47	1.12	0.55			
4	2	8	0.52	0.00	0.00	-0.52	0.51	-0.19			
5	1	4	-0.47	0.00	-0.09	0.47	0.00	0.09			
6	4	3	-0.47	0.00	-0.09	0.47	0.00	0.09			

7	1	5	0.47	1.35	0.09	-0.47	-1.35	0.48
8	6	3	0.47	-1.35	-0.48	-0.47	1.35	-0.09
9	7	8	-0.05	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00
10	9	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.07
11	6	10	0.00	0.22	-0.07	0.00	0.00	0.00

(δυνάμεις στα άκρα ράβδων σε καθολικό σύστημα συντεταγμένων x-y)

Δυνάμεις στα άκρα ράβδων, φόρτιση: (Q2) Χιόνι $Q_{ksL}= 0.187$, $Q_{ksR}= 0.374$ [kN/m]

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	F1x[kN]	F1y[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	5	7	0.35	0.68	-0.36	-0.35	-0.38	-0.06
2	7	2	0.39	0.38	0.06	-0.39	-0.12	0.00
3	8	6	0.35	-0.39	0.23	-0.35	1.00	0.46
4	2	8	0.39	0.12	0.00	-0.39	0.39	-0.23
5	1	4	-0.35	0.01	-0.10	0.35	-0.01	0.06
6	4	3	-0.35	0.01	-0.06	0.35	-0.01	0.03
7	1	5	0.35	0.80	0.10	-0.35	-0.80	0.33
8	6	3	0.35	-1.22	-0.39	-0.35	1.22	-0.03
9	7	8	-0.04	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00
10	9	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.03
11	6	10	0.00	0.22	-0.07	0.00	0.00	0.00

(δυνάμεις στα άκρα ράβδων σε καθολικό σύστημα συντεταγμένων x-y)

Δυνάμεις στα άκρα ράβδων, φόρτιση: (Q3) Χιόνι $Q_{ksL}= 0.374$, $Q_{ksR}= 0.187$ [kN/m]

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	F1x[kN]	F1y[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	5	7	0.35	1.00	-0.46	-0.35	-0.39	-0.23
2	7	2	0.39	0.39	0.23	-0.39	0.12	0.00
3	8	6	0.35	-0.38	0.06	-0.35	0.68	0.36
4	2	8	0.39	-0.12	0.00	-0.39	0.38	-0.06
5	1	4	-0.35	-0.01	-0.03	0.35	0.01	0.06
6	4	3	-0.35	-0.01	-0.06	0.35	0.01	0.10
7	1	5	0.35	1.22	0.03	-0.35	-1.22	0.39
8	6	3	0.35	-0.80	-0.33	-0.35	0.80	-0.10
9	7	8	-0.04	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00
10	9	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.07
11	6	10	0.00	0.11	-0.03	0.00	0.00	0.00

(δυνάμεις στα άκρα ράβδων σε καθολικό σύστημα συντεταγμένων x-y)

Δυνάμεις στα άκρα ράβδων, φόρτιση: (Q4) Ανεμος $Q_{kwL}=-0.295$, $Q_{kwR}=-0.221$ [kN/m]

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	F1x[kN]	F1y[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	5	7	-0.54	0.19	0.22	0.17	0.29	-0.58
2	7	2	-0.26	-0.29	0.58	-0.05	0.69	-0.01
3	8	6	0.37	-0.39	-0.58	-0.65	0.03	0.28
4	2	8	0.05	-0.69	-0.01	-0.29	0.39	0.57
5	1	4	-1.02	-0.24	0.71	1.02	0.24	0.00
6	4	3	-1.02	-0.24	0.00	1.02	0.24	0.72
7	1	5	-1.03	0.37	-0.71	0.67	-0.37	-0.31
8	6	3	0.75	0.10	-0.35	-1.02	-0.10	-0.72
9	7	8	0.09	0.00	0.00	-0.09	0.00	0.00
10	9	5	0.00	0.00	0.00	-0.14	0.18	0.08
11	6	10	-0.10	-0.13	0.06	0.00	0.00	0.00

(δυνάμεις στα άκρα ράβδων σε καθολικό σύστημα συντεταγμένων x-y)

Δυνάμεις στα άκρα ράβδων, φόρτιση: (Q5) Ανεμος $Q_{kwL}=-0.221$, $Q_{kwR}= 0.295$ [kN/m]

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	F1x[kN]	F1y[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	5	7	0.65	0.03	-0.29	-0.38	-0.39	0.58
2	7	2	0.28	0.39	-0.58	-0.05	-0.69	0.01
3	8	6	-0.16	0.29	0.57	0.53	0.19	-0.22
4	2	8	0.05	0.69	0.01	0.26	-0.29	-0.57
5	1	4	1.02	0.24	-0.72	-1.02	-0.24	0.00
6	4	3	1.02	0.24	0.00	-1.02	-0.24	-0.71
7	1	5	1.02	-0.10	0.72	-0.76	0.10	0.35
8	6	3	-0.67	-0.37	0.31	1.02	0.37	0.71
9	7	8	0.10	0.00	0.00	-0.10	0.00	0.00
10	9	5	0.00	0.00	0.00	0.10	-0.13	-0.06
11	6	10	0.14	0.18	-0.08	0.00	0.00	0.00

(δυνάμεις στα άκρα ράβδων σε καθολικό σύστημα συντεταγμένων x-y)

Δυνάμεις στα άκρα ράβδων, φόρτιση: (Qf) Κινητό $Q_{kf}= 1.200$ [kN/m]

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	F1x[kN]	F1y[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	5	7	1.52	0.00	1.07	-1.52	0.00	0.83
2	7	2	-0.79	0.00	-0.83	0.79	0.00	0.00
3	8	6	1.52	0.00	-0.83	-1.52	0.00	-1.07

4	2	8	-0.79	0.00	0.00	0.79	0.00	0.83
5	1	4	-1.52	3.60	-2.89	1.52	0.00	-2.51
6	4	3	-1.52	0.00	2.51	1.52	3.60	2.89
7	1	5	1.52	0.00	2.89	-1.52	0.00	-1.07
8	6	3	1.52	0.00	1.07	-1.52	0.00	-2.89
9	7	8	2.31	0.00	-0.01	-2.31	0.00	0.01
10	9	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	6	10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

(δυνάμεις στα άκρα ράβδων σε καθολικό σύστημα συντεταγμένων x-y)

Δυνάμεις στα άκρα ράβδων, φόρτιση: (Qi) Επιβεβλημένο (H) Qi = 0.300 [kN/m]

Ράβδος	Κόμβ-1	Κόμβ-2	F1x[kN]	F1y[kN]	M1[kNm]	F2x[kN]	F2y[kN]	M2[kNm]
1	5	7	0.38	0.90	-0.44	-0.38	-0.41	-0.16
2	7	2	0.42	0.41	0.16	-0.42	0.00	0.00
3	8	6	0.38	-0.41	0.16	-0.38	0.90	0.44
4	2	8	0.42	0.00	0.00	-0.42	0.41	-0.16
5	1	4	-0.38	0.00	-0.07	0.38	0.00	0.07
6	4	3	-0.38	0.00	-0.07	0.38	0.00	0.07
7	1	5	0.38	1.08	0.07	-0.38	-1.08	0.38
8	6	3	0.38	-1.08	-0.38	-0.38	1.08	-0.07
9	7	8	-0.04	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00
10	9	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.18	0.05
11	6	10	0.00	0.18	-0.05	0.00	0.00	0.00

(δυνάμεις στα άκρα ράβδων σε καθολικό σύστημα συντεταγμένων x-y)

Κατακόρυφες μετατοπίσεις κόμβων (mm)

Κόμβ.	Gk	Qk1	Qk2	Qk3	Qk4	Qk5	Qkf	Qki
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.19	-0.54	-0.40	-0.40	-0.03	-0.01	1.80	-0.34
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	-3.49	0.61	0.46	0.46	0.00	0.03	-11.33	0.38
5	-0.02	-0.01	-0.01	-0.01	0.00	0.00	0.00	-0.01
6	-0.02	-0.01	-0.01	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
7	-0.19	-0.52	-0.25	-0.54	-1.17	1.13	1.76	-0.52
8	-0.19	-0.52	-0.54	-0.25	1.10	-1.15	1.76	-0.14
9	-0.17	-0.04	-0.10	0.03	0.84	-0.85	-0.23	0.05
10	-0.17	-0.04	0.03	-0.10	-0.84	0.83	-0.23	-0.11

Αντιδράσεις στηρίξεων (kN)

Κόμβ.	Αντιδρ	Gk	Qk1	Qk2	Qk3	Qk4	Qk5	Qkf	Qki
1	Fx	0.00	0.00	0.00	0.00	-2.05	2.05	0.00	0.00
1	Fy	3.74	1.35	0.81	1.21	0.13	0.14	3.60	1.08
3	Fx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	Fy	3.74	1.35	1.21	0.81	0.14	0.13	3.60	1.08

Αντιδράσεις στηρίξεων σε συνδυασμούς φορτίσεων (kN)

Φόρτιση [kN/m]	Δράση	γg	γq	ψo
(Gk) Μόνιμο Gk1 = 0.508, Gk2 = 0.180, Gkf=0.300	Μόνιμη	1.35	0.00	
1.00				
(Qk1) Χιόν QksL= 0.374, QksR= 0.374	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	
0.70				
(Qk2) Χιόν QksL= 0.187, QksR= 0.374	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	
0.70				
(Qk3) Χιόν QksL= 0.374, QksR= 0.187	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	
0.70				
(Qk4) Άνεμος QkwL= 0.295, QkwR=-0.221	Στιγμιαία	0.00	1.50	
0.60				
(Qk5) Άνεμος QkwL=-0.221, QkwR= 0.295	Στιγμιαία	0.00	1.50	
0.60				
(Qkf) Κινητό Qkf = 1.200	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	
0.70				
(Qki) Επιβεβλημένο (H) Qi = 0.300	Βραχυχρόνια	0.00	1.50	
0.00				

Αντιδράσεις σε κόμβο : 1 (kN)

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	Fx	Fy

1 γγ.G 0.000 8.420	Μόνιμη	0.60	0.000	5.052	
2 γγ.G+γγ.Q1 0.000 8.840	Μεσοχρόνια	0.80	0.000	7.072	
3 γγ.G+γγ.Q2 0.000 7.829	Μεσοχρόνια	0.80	0.000	6.263	
4 γγ.G+γγ.Q3 0.000 8.589	Μεσοχρόνια	0.80	0.000	6.871	
5 γγ.G+γγ.Q4 2.790 4.767	Στιγμιαία	1.10	-3.069	5.244	-
6 γγ.G+γγ.Q5 2.790 4.780	Στιγμιαία	1.10	3.069	5.258	
7 γγ.G+γγ.Qf 0.000 13.065	Μεσοχρόνια	0.80	0.000	10.452	
8 γγ.G+γγ.Qi 0.000 7.413	Βραχυχρόνια	0.90	0.000	6.672	
9 γγ.G+γγ.Q1+γγ.ψο.Q4+γγ.ψο.Qf 1.674 9.970	Στιγμιαία	1.10	-1.841	10.967	-
10 γγ.G+γγ.Q1+γγ.ψο.Q5+γγ.ψο.Qf 1.674 9.978	Στιγμιαία	1.10	1.841	10.976	
11 γγ.G+γγ.Q2+γγ.ψο.Q4+γγ.ψο.Qf 1.674 9.235	Στιγμιαία	1.10	-1.841	10.158	-
12 γγ.G+γγ.Q2+γγ.ψο.Q5+γγ.ψο.Qf 1.674 9.243	Στιγμιαία	1.10	1.841	10.167	
13 γγ.G+γγ.Q3+γγ.ψο.Q4+γγ.ψο.Qf 1.674 9.787	Στιγμιαία	1.10	-1.841	10.766	-
14 γγ.G+γγ.Q3+γγ.ψο.Q5+γγ.ψο.Qf 1.674 9.795	Στιγμιαία	1.10	1.841	10.774	
15 γγ.G+γγ.Q4+γγ.ψο.Q1+γγ.ψο.Qf 2.790 9.489	Στιγμιαία	1.10	-3.069	10.438	-
16 γγ.G+γγ.Q4+γγ.ψο.Q2+γγ.ψο.Qf 2.790 8.974	Στιγμιαία	1.10	-3.069	9.872	-
17 γγ.G+γγ.Q4+γγ.ψο.Q3+γγ.ψο.Qf 2.790 9.361	Στιγμιαία	1.10	-3.069	10.297	-
18 γγ.G+γγ.Q5+γγ.ψο.Q1+γγ.ψο.Qf 2.790 9.502	Στιγμιαία	1.10	3.069	10.452	
19 γγ.G+γγ.Q5+γγ.ψο.Q2+γγ.ψο.Qf 2.790 8.987	Στιγμιαία	1.10	3.069	9.886	
20 γγ.G+γγ.Q5+γγ.ψο.Q3+γγ.ψο.Qf 2.790 9.374	Στιγμιαία	1.10	3.069	10.311	
21 γγ.G+γγ.Qf+γγ.ψο.Q1+γγ.ψο.Q4 1.674 10.892	Στιγμιαία	1.10	-1.841	11.981	-
22 γγ.G+γγ.Qf+γγ.ψο.Q1+γγ.ψο.Q5 1.674 10.900	Στιγμιαία	1.10	1.841	11.990	
23 γγ.G+γγ.Qf+γγ.ψο.Q2+γγ.ψο.Q4 1.674 10.377	Στιγμιαία	1.10	-1.841	11.415	-
24 γγ.G+γγ.Qf+γγ.ψο.Q2+γγ.ψο.Q5 1.674 10.385	Στιγμιαία	1.10	1.841	11.423	
25 γγ.G+γγ.Qf+γγ.ψο.Q3+γγ.ψο.Q4 1.674 10.764	Στιγμιαία	1.10	-1.841	11.840	-
26 γγ.G+γγ.Qf+γγ.ψο.Q3+γγ.ψο.Q5 1.674 10.772	Στιγμιαία	1.10	1.841	11.849	
27 γγ.G+γγ.Qi+γγ.ψο.Q1+γγ.ψο.Q4+γγ.ψο.Qf 1.674 10.892	Στιγμιαία	1.10	-1.841	11.981	-
28 γγ.G+γγ.Qi+γγ.ψο.Q1+γγ.ψο.Q5+γγ.ψο.Qf 1.674 10.900	Στιγμιαία	1.10	1.841	11.990	
29 γγ.G+γγ.Qi+γγ.ψο.Q2+γγ.ψο.Q4+γγ.ψο.Qf 1.674 10.377	Στιγμιαία	1.10	-1.841	11.415	-
30 γγ.G+γγ.Qi+γγ.ψο.Q2+γγ.ψο.Q5+γγ.ψο.Qf 1.674 10.385	Στιγμιαία	1.10	1.841	11.423	
31 γγ.G+γγ.Qi+γγ.ψο.Q3+γγ.ψο.Q4+γγ.ψο.Qf 1.674 10.764	Στιγμιαία	1.10	-1.841	11.840	-
32 γγ.G+γγ.Qi+γγ.ψο.Q3+γγ.ψο.Q5+γγ.ψο.Qf 1.674 10.772	Στιγμιαία	1.10	1.841	11.849	
Μέγιστες τιμές 2.790 13.065			3.069	10.452	
33 γγ.G+γγ.Q4=0.9G+1.5Q4, (EQU) 2.790 3.236	Στιγμιαία	1.10	-3.069	3.560	-
34 γγ.G+γγ.Q5=0.9G+1.5Q5, (EQU) 2.790 3.249	Στιγμιαία	1.10	3.069	3.574	

Αντιδράσεις σε κόμβο : 3 (kN)

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	Fx	Fy
Fx/Kmod	Fy/Kmod				
1	γγ.G	Μόνιμη	0.60	0.000	5.052
0.000	8.420				
2	γγ.G+γγ.Q1	Μεσοχρόνια	0.80	0.000	7.072
0.000	8.840				
3	γγ.G+γγ.Q2	Μεσοχρόνια	0.80	0.000	6.871
0.000	8.589				
4	γγ.G+γγ.Q3	Μεσοχρόνια	0.80	0.000	6.263
0.000	7.829				
5	γγ.G+γγ.Q4	Στιγμιαία	1.10	0.000	5.258
0.000	4.780				
6	γγ.G+γγ.Q5	Στιγμιαία	1.10	0.000	5.244
0.000	4.767				
7	γγ.G+γγ.Qf	Μεσοχρόνια	0.80	0.000	10.452
0.000	13.065				
8	γγ.G+γγ.Qi	Βραχυχρόνια	0.90	0.000	6.672
0.000	7.413				
9	γγ.G+γγ.Q1+γγ.ψο.Q4+γγ.ψο.Qf	Στιγμιαία	1.10	0.000	10.976
0.000	9.978				
10	γγ.G+γγ.Q1+γγ.ψο.Q5+γγ.ψο.Qf	Στιγμιαία	1.10	0.000	10.967
0.000	9.970				
11	γγ.G+γγ.Q2+γγ.ψο.Q4+γγ.ψο.Qf	Στιγμιαία	1.10	0.000	10.774
0.000	9.795				
12	γγ.G+γγ.Q2+γγ.ψο.Q5+γγ.ψο.Qf	Στιγμιαία	1.10	0.000	10.766
0.000	9.787				
13	γγ.G+γγ.Q3+γγ.ψο.Q4+γγ.ψο.Qf	Στιγμιαία	1.10	0.000	10.167
0.000	9.243				
14	γγ.G+γγ.Q3+γγ.ψο.Q5+γγ.ψο.Qf	Στιγμιαία	1.10	0.000	10.158
0.000	9.235				
15	γγ.G+γγ.Q4+γγ.ψο.Q1+γγ.ψο.Qf	Στιγμιαία	1.10	0.000	10.452
0.000	9.502				
16	γγ.G+γγ.Q4+γγ.ψο.Q2+γγ.ψο.Qf	Στιγμιαία	1.10	0.000	10.311
0.000	9.374				
17	γγ.G+γγ.Q4+γγ.ψο.Q3+γγ.ψο.Qf	Στιγμιαία	1.10	0.000	9.886
0.000	8.987				
18	γγ.G+γγ.Q5+γγ.ψο.Q1+γγ.ψο.Qf	Στιγμιαία	1.10	0.000	10.438
0.000	9.489				
19	γγ.G+γγ.Q5+γγ.ψο.Q2+γγ.ψο.Qf	Στιγμιαία	1.10	0.000	10.297
0.000	9.361				
20	γγ.G+γγ.Q5+γγ.ψο.Q3+γγ.ψο.Qf	Στιγμιαία	1.10	0.000	9.872
0.000	8.974				
21	γγ.G+γγ.Qf+γγ.ψο.Q1+γγ.ψο.Q4	Στιγμιαία	1.10	0.000	11.990
0.000	10.900				
22	γγ.G+γγ.Qf+γγ.ψο.Q1+γγ.ψο.Q5	Στιγμιαία	1.10	0.000	11.981
0.000	10.892				
23	γγ.G+γγ.Qf+γγ.ψο.Q2+γγ.ψο.Q4	Στιγμιαία	1.10	0.000	11.849
0.000	10.772				
24	γγ.G+γγ.Qf+γγ.ψο.Q2+γγ.ψο.Q5	Στιγμιαία	1.10	0.000	11.840
0.000	10.764				
25	γγ.G+γγ.Qf+γγ.ψο.Q3+γγ.ψο.Q4	Στιγμιαία	1.10	0.000	11.423
0.000	10.385				
26	γγ.G+γγ.Qf+γγ.ψο.Q3+γγ.ψο.Q5	Στιγμιαία	1.10	0.000	11.415
0.000	10.377				
27	γγ.G+γγ.Qi+γγ.ψο.Q1+γγ.ψο.Q4+γγ.ψο.Qf	Στιγμιαία	1.10	0.000	11.990
0.000	10.900				
28	γγ.G+γγ.Qi+γγ.ψο.Q1+γγ.ψο.Q5+γγ.ψο.Qf	Στιγμιαία	1.10	0.000	11.981
0.000	10.892				
29	γγ.G+γγ.Qi+γγ.ψο.Q2+γγ.ψο.Q4+γγ.ψο.Qf	Στιγμιαία	1.10	0.000	11.849
0.000	10.772				
30	γγ.G+γγ.Qi+γγ.ψο.Q2+γγ.ψο.Q5+γγ.ψο.Qf	Στιγμιαία	1.10	0.000	11.840
0.000	10.764				
31	γγ.G+γγ.Qi+γγ.ψο.Q3+γγ.ψο.Q4+γγ.ψο.Qf	Στιγμιαία	1.10	0.000	11.423
0.000	10.385				
32	γγ.G+γγ.Qi+γγ.ψο.Q3+γγ.ψο.Q5+γγ.ψο.Qf	Στιγμιαία	1.10	0.000	11.415
0.000	10.377				
	Μέγιστες τιμές			0.000	10.452
0.000	13.065				
33	γγ.G+γγ.Q4=0.9G+1.5Q4, (EQU)	Στιγμιαία	1.10	0.000	3.574
0.000	3.249				

34 γγ.G+γγ.Q5=0.9G+1.5Q5, (EQU) Στιγμιαία 1.10 0.000 3.560
0.000 3.236

Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Λειτουργικότητας

Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Λειτουργικότητας (EC5 EN1995-1-1:2009, §2.2.3, §7)

Έλεγχος βέλους κάμψης στον κόμβο 4 (EC5 §7.2)

Φόρτιση [kN/m]	u[mm]	Δράση	ψ0	ψ1
ψ2 Kdef				
(Gk) Μόνιμο Gk1 = 0.508, Gk2 = 0.180, Gkf=0.300	-3.493	Μόνιμη	1.00	1.00
1.00 0.60				
(Qk1) Χιόν QksL= 0.374, QksR= 0.374	0.608	Μεσοχρόνια	0.70	0.50
0.20 0.60				
(Qk2) Χιόν QksL= 0.187, QksR= 0.374	0.456	Μεσοχρόνια	0.70	0.50
0.20 0.60				
(Qk3) Χιόν QksL= 0.374, QksR= 0.187	0.456	Μεσοχρόνια	0.70	0.50
0.20 0.60				
(Qk4) Άνεμος QkwL= 0.295, QkwR=-0.221	0.005	Στιγμιαία	0.60	0.20
0.00 0.60				
(Qk5) Άνεμος QkwL=-0.221, QkwR= 0.295	0.029	Στιγμιαία	0.60	0.20
0.00 0.60				
(Qkf) Κινητό Qkf = 1.200	-11.333	Μεσοχρόνια	0.70	0.50
0.30 0.60				

Συνδυασμός φόρτισης

	w.inst	w.fin [mm]
1 Gk	3.493	5.589
2 Gk + Qk1	3.493	5.589
3 Gk + Qk2	3.493	5.589
4 Gk + Qk3	3.493	5.589
5 Gk + Qk4	3.493	5.589
6 Gk + Qk5	3.493	5.589
7 Gk + Qkf	14.826	18.962
8 Gk + Qk1 + ψ0.Qk4 + ψ0.Qkf	11.426	15.562
9 Gk + Qk1 + ψ0.Qk5 + ψ0.Qkf	11.426	15.562
10 Gk + Qk2 + ψ0.Qk4 + ψ0.Qkf	11.426	15.562
11 Gk + Qk2 + ψ0.Qk5 + ψ0.Qkf	11.426	15.562
12 Gk + Qk3 + ψ0.Qk4 + ψ0.Qkf	11.426	15.562
13 Gk + Qk3 + ψ0.Qk5 + ψ0.Qkf	11.426	15.562
14 Gk + Qk4 + ψ0.Qk1 + ψ0.Qkf	11.426	15.562
15 Gk + Qk4 + ψ0.Qk2 + ψ0.Qkf	11.426	15.562
16 Gk + Qk4 + ψ0.Qk3 + ψ0.Qkf	11.426	15.562
17 Gk + Qk5 + ψ0.Qk1 + ψ0.Qkf	11.426	15.562
18 Gk + Qk5 + ψ0.Qk2 + ψ0.Qkf	11.426	15.562
19 Gk + Qk5 + ψ0.Qk3 + ψ0.Qkf	11.426	15.562
20 Gk + Qkf + ψ0.Qk1 + ψ0.Qk4	14.826	18.962
21 Gk + Qkf + ψ0.Qk1 + ψ0.Qk5	14.826	18.962
22 Gk + Qkf + ψ0.Qk2 + ψ0.Qk4	14.826	18.962
23 Gk + Qkf + ψ0.Qk2 + ψ0.Qk5	14.826	18.962
24 Gk + Qkf + ψ0.Qk3 + ψ0.Qk4	14.826	18.962
25 Gk + Qkf + ψ0.Qk3 + ψ0.Qk5	14.826	18.962

w.fin,g=w.inst,g(1+kdef), w.fin,q=w.inst,q(1+ψ2.kdef)(EC5 §2.2.3, Εξ.2.3, Εξ.2.4)

Μέγιστες τιμές βελών στον κόμβο 4

w.inst = 14.826 mm, w.fin = 18.962 mm

Έλεγχος σύμφωνα με EC5 EN1995-1-1:2009 §7.2, Πιν.7.2

Έλεγχος τελικού βέλους κάμψης στον κόμβο 4

w.inst = 14.826 mm < L/300=6000/300= 20.000 mm

w.net,fin = 18.962 mm < L/250=6000/250= 24.000 mm

w.fin = 18.962 mm < L/200=6000/200= 30.000 mm

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Λειτουργικότητας (EC5 EN1995-1-1:2009, §2.2.3, §7)

Έλεγχος βέλους κάμψης στον κόμβο 7 (EC5 §7.2)

Φόρτιση [kN/m]	u[mm]	Δράση	ψ0	ψ1
ψ2 Kdef				
(Gk) Μόνιμο Gk1 = 0.508, Gk2 = 0.180, Gkf=0.300	-0.191	Μόνιμη	1.00	1.00
1.00 0.60				
(Qk1) Χιόν QksL= 0.374, QksR= 0.374	-0.525	Μεσοχρόνια	0.70	0.50
0.20 0.60				
(Qk2) Χιόν QksL= 0.187, QksR= 0.374	-0.249	Μεσοχρόνια	0.70	0.50
0.20 0.60				

(Qk3) Χιόν QksL= 0.374, QksR= 0.187 0.20 0.60	-0.537	Μεσοχρόνια	0.70	0.50
(Qk4) Άνεμος QkwL= 0.295, QkwR=-0.221 0.00 0.60	-1.167	Στιγμιαία	0.60	0.20
(Qk5) Άνεμος QkwL=-0.221, QkwR= 0.295 0.00 0.60	1.125	Στιγμιαία	0.60	0.20
(Qkf) Κινητό Qkf = 1.200 0.30 0.60	1.765	Μεσοχρόνια	0.70	0.50

Συνδυασμός φόρτισης	w.inst	w.fin [mm]
1 Gk	0.191	0.305
2 Gk + Qk1	0.715	0.893
3 Gk + Qk2	0.440	0.584
4 Gk + Qk3	0.728	0.907
5 Gk + Qk4	1.358	1.472
6 Gk + Qk5	0.191	0.305
7 Gk + Qkf	0.191	0.305
8 Gk + Qk1 + ψο.Qk4 + ψο.Qkf	1.416	1.593
9 Gk + Qk1 + ψο.Qk5 + ψο.Qkf	0.715	0.893
10 Gk + Qk2 + ψο.Qk4 + ψο.Qkf	1.140	1.285
11 Gk + Qk2 + ψο.Qk5 + ψο.Qkf	0.440	0.584
12 Gk + Qk3 + ψο.Qk4 + ψο.Qkf	1.428	1.607
13 Gk + Qk3 + ψο.Qk5 + ψο.Qkf	0.728	0.907
14 Gk + Qk4 + ψο.Qk1 + ψο.Qkf	1.725	1.902
15 Gk + Qk4 + ψο.Qk2 + ψο.Qkf	1.532	1.677
16 Gk + Qk4 + ψο.Qk3 + ψο.Qkf	1.734	1.913
17 Gk + Qk5 + ψο.Qk1 + ψο.Qkf	0.558	0.735
18 Gk + Qk5 + ψο.Qk2 + ψο.Qkf	0.365	0.510
19 Gk + Qk5 + ψο.Qk3 + ψο.Qkf	0.567	0.746
20 Gk + Qkf + ψο.Qk1 + ψο.Qk4	1.258	1.436
21 Gk + Qkf + ψο.Qk1 + ψο.Qk5	0.558	0.735
22 Gk + Qkf + ψο.Qk2 + ψο.Qk4	1.066	1.210
23 Gk + Qkf + ψο.Qk2 + ψο.Qk5	0.365	0.510
24 Gk + Qkf + ψο.Qk3 + ψο.Qk4	1.267	1.446
25 Gk + Qkf + ψο.Qk3 + ψο.Qk5	0.567	0.746

w.fin,g=w.inst,g(1+kdef), w.fin,q=w.inst,q(1+ψ2·kdef)(EC5 §2.2.3, Εξ.2.3, Εξ.2.4)

Μέγιστες τιμές βελών στον κόμβο 7

w.inst = 1.734 mm, w.fin = 1.913 mm

Έλεγχος σύμφωνα με EC5 EN1995-1-1:2009 §7.2, Πιν.7.2

Έλεγχος τελικού βέλους κάμψης στον κόμβο 7

w.inst = 1.734 mm < L/300=6000/300= 20.000 mm

w.net,fin = 1.913 mm < L/250=6000/250= 24.000 mm

w.fin = 1.913 mm < L/200=6000/200= 30.000 mm

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Λειτουργικότητας (EC5 EN1995-1-1:2009, §2.2.3, §7)

Έλεγχος βέλους κάμψης στον κόμβο 9 (EC5 §7.2)

Φόρτιση [kN/m]	u[mm]	Δράση	ψ0	ψ1
ψ2 Kdef				
(Gk) Μόνιμο Gk1 = 0.508, Gk2 = 0.180, Gkf=0.300 1.00 0.60	-0.169	Μόνιμη	1.00	1.00
(Qk1) Χιόν QksL= 0.374, QksR= 0.374 0.20 0.60	-0.044	Μεσοχρόνια	0.70	0.50
(Qk2) Χιόν QksL= 0.187, QksR= 0.374 0.20 0.60	-0.096	Μεσοχρόνια	0.70	0.50
(Qk3) Χιόν QksL= 0.374, QksR= 0.187 0.20 0.60	0.029	Μεσοχρόνια	0.70	0.50
(Qk4) Άνεμος QkwL= 0.295, QkwR=-0.221 0.00 0.60	0.841	Στιγμιαία	0.60	0.20
(Qk5) Άνεμος QkwL=-0.221, QkwR= 0.295 0.00 0.60	-0.850	Στιγμιαία	0.60	0.20
(Qkf) Κινητό Qkf = 1.200 0.30 0.60	-0.233	Μεσοχρόνια	0.70	0.50

Συνδυασμός φόρτισης	w.inst	w.fin [mm]
1 Gk	0.169	0.270
2 Gk + Qk1	0.213	0.320
3 Gk + Qk2	0.265	0.377
4 Gk + Qk3	0.169	0.270
5 Gk + Qk4	0.169	0.270
6 Gk + Qk5	1.019	1.120

7 Gk + Qkf	0.402	0.546
8 Gk + Qk1 + ψο.Qk4 + ψο.Qkf	0.376	0.525
9 Gk + Qk1 + ψο.Qk5 + ψο.Qkf	0.886	1.035
10 Gk + Qk2 + ψο.Qk4 + ψο.Qkf	0.428	0.583
11 Gk + Qk2 + ψο.Qk5 + ψο.Qkf	0.938	1.093
12 Gk + Qk3 + ψο.Qk4 + ψο.Qkf	0.332	0.476
13 Gk + Qk3 + ψο.Qk5 + ψο.Qkf	0.842	0.985
14 Gk + Qk4 + ψο.Qk1 + ψο.Qkf	0.363	0.512
15 Gk + Qk4 + ψο.Qk2 + ψο.Qkf	0.399	0.554
16 Gk + Qk4 + ψο.Qk3 + ψο.Qkf	0.332	0.476
17 Gk + Qk5 + ψο.Qk1 + ψο.Qkf	1.213	1.362
18 Gk + Qk5 + ψο.Qk2 + ψο.Qkf	1.249	1.404
19 Gk + Qk5 + ψο.Qk3 + ψο.Qkf	1.182	1.325
20 Gk + Qkf + ψο.Qk1 + ψο.Qk4	0.433	0.582
21 Gk + Qkf + ψο.Qk1 + ψο.Qk5	0.943	1.092
22 Gk + Qkf + ψο.Qk2 + ψο.Qk4	0.469	0.624
23 Gk + Qkf + ψο.Qk2 + ψο.Qk5	0.979	1.134
24 Gk + Qkf + ψο.Qk3 + ψο.Qk4	0.402	0.546
25 Gk + Qkf + ψο.Qk3 + ψο.Qk5	0.912	1.055

w.fin,g=w.inst,g(1+kdef), w.fin,q=w.inst,q(1+ψ2·kdef)(EC5 §2.2.3, Εξ.2.3, Εξ.2.4)

Μέγιστες τιμές βελών στον κόμβο 9

w.inst = 1.249 mm, w.fin = 1.404 mm

Ελεγχος σύμφωνα με EC5 EN1995-1-1:2009 §7.2, Πιν.7.2

Ελεγχος τελικού βέλους κάμψης στον κόμβο 9

w.inst = 1.249 mm < L/150=600/150= 4.000 mm

w.net,fin = 1.404 mm < L/125=600/125= 4.800 mm

w.fin = 1.404 mm < L/75=600/75= 8.000 mm

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Ελεγχος Οριακής Κατάστασης Λειτουργικότητας (EC5 EN1995-1-1:2009, §2.2.3, §7)

Ελεγχος βέλους κάμψης στο μέσο ράβδου 1 (EC5 §7.2)

Φόρτιση	[kN/m]	u[mm]	Δράση	ψ0	ψ1
ψ2	Kdef				
(Gk)	Μόνιμο Gk1 = 0.508, Gk2 = 0.180, Gkf=0.300	0.061	Μόνιμη	1.00	1.00
1.00	0.60				
(Qk1)	Χιόν QksL= 0.374, QksR= 0.374	0.045	Μεσοχρόνια	0.70	0.50
0.20	0.60				
(Qk2)	Χιόν QksL= 0.187, QksR= 0.374	0.022	Μεσοχρόνια	0.70	0.50
0.20	0.60				
(Qk3)	Χιόν QksL= 0.374, QksR= 0.187	0.045	Μεσοχρόνια	0.70	0.50
0.20	0.60				
(Qk4)	Ανεμος QkwL= 0.295, QkwR=-0.221	0.045	Στιγμιαία	0.60	0.20
0.00	0.60				
(Qk5)	Ανεμος QkwL=-0.221, QkwR= 0.295	-0.033	Στιγμιαία	0.60	0.20
0.00	0.60				
(Qkf)	Κινητό Qkf = 1.200	0.000	Μεσοχρόνια	0.70	0.50
0.30	0.60				

Συνδυασμός φόρτισης	w.inst	w.fin [mm]
1 Gk	0.061	0.097
2 Gk + Qk1	0.106	0.148
3 Gk + Qk2	0.083	0.122
4 Gk + Qk3	0.106	0.148
5 Gk + Qk4	0.105	0.142
6 Gk + Qk5	0.061	0.097
7 Gk + Qkf	0.061	0.097
8 Gk + Qk1 + ψο.Qk4 + ψο.Qkf	0.132	0.174
9 Gk + Qk1 + ψο.Qk5 + ψο.Qkf	0.106	0.148
10 Gk + Qk2 + ψο.Qk4 + ψο.Qkf	0.110	0.149
11 Gk + Qk2 + ψο.Qk5 + ψο.Qkf	0.083	0.122
12 Gk + Qk3 + ψο.Qk4 + ψο.Qkf	0.132	0.174
13 Gk + Qk3 + ψο.Qk5 + ψο.Qkf	0.106	0.148
14 Gk + Qk4 + ψο.Qk1 + ψο.Qkf	0.137	0.179
15 Gk + Qk4 + ψο.Qk2 + ψο.Qkf	0.121	0.160
16 Gk + Qk4 + ψο.Qk3 + ψο.Qkf	0.137	0.179
17 Gk + Qk5 + ψο.Qk1 + ψο.Qkf	0.092	0.134
18 Gk + Qk5 + ψο.Qk2 + ψο.Qkf	0.077	0.116
19 Gk + Qk5 + ψο.Qk3 + ψο.Qkf	0.092	0.134
20 Gk + Qkf + ψο.Qk1 + ψο.Qk4	0.119	0.161
21 Gk + Qkf + ψο.Qk1 + ψο.Qk5	0.092	0.134
22 Gk + Qkf + ψο.Qk2 + ψο.Qk4	0.103	0.142

23 Gk + Qkf + ψο.Qk2 + ψο.Qk5	0.077	0.116
24 Gk + Qkf + ψο.Qk3 + ψο.Qk4	0.119	0.161
25 Gk + Qkf + ψο.Qk3 + ψο.Qk5	0.092	0.134

$w_{fin,g} = w_{inst,g}(1+k_{def})$, $w_{fin,q} = w_{inst,q}(1+\psi_2 \cdot k_{def})$ (EC5 §2.2.3, Εξ.2.3, Εξ.2.4)

Μέγιστες τιμές βελών στο μέσο ράβδου 1

$w_{inst} = 0.137$ mm, $w_{fin} = 0.179$ mm

Έλεγχος σύμφωνα με EC5 EN1995-1-1:2009 §7.2, Πιν.7.2

Έλεγχος τελικού βέλους κάμψης στο μέσο ράβδου 1

$w_{inst} = 0.137$ mm < $L/300 = 2054/300 = 6.848$ mm

$w_{net,fin} = 0.179$ mm < $L/250 = 2054/250 = 8.218$ mm

$w_{fin} = 0.179$ mm < $L/200 = 2054/200 = 10.272$ mm

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Χαρακτηριστικές ιδιοσυχνότητες της κατασκευής (ίδιο βάρος + μόνιμα φορτία)

Μετά από δυναμική ανάλυση, υπολογίζονται οι κύριες ιδιοσυχνότητες του φορέα. Για τον υπολογισμό των ιδιοσυχνοτήτων θεωρούμε μάζα στον φορέα που αντιστοιχεί στο ίδιο βάρος και στα μόνιμα φορτία.

α/α	Συχνότητα[Hz]	Περίοδος[sec]
1	6.62457	0.15095
2	8.86096	0.11285
3	15.31802	0.06528
4	22.86670	0.04373
5	32.61135	0.03066
6	61.78452	0.01619
7	62.54515	0.01599
8	71.44225	0.01400

Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας

Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας (EC5 EN1995-1-1:2009, §6)

Ανω πέλαμα ράβδοι: 1, 3

Φόρτιση [kN/m]	Δράση	γg	γq	ψο
(Gk) Μόνιμο Gk1 = 0.508, Gk2 = 0.180, Gkf=0.300	Μόνιμη	1.35	0.00	
1.00				
(Qk1) Χιόν QksL= 0.374, QksR= 0.374	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	
0.70				
(Qk2) Χιόν QksL= 0.187, QksR= 0.374	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	
0.70				
(Qk3) Χιόν QksL= 0.374, QksR= 0.187	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	
0.70				
(Qk4) Άνεμος QkwL= 0.295, QkwR=-0.221	Στιγμιαία	0.00	1.50	
0.60				
(Qk5) Άνεμος QkwL=-0.221, QkwR= 0.295	Στιγμιαία	0.00	1.50	
0.60				
(Qkf) Κινητό Qkf = 1.200	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	
0.70				
(Qki) Επιβεβλημένο (H) Qi = 0.300	Βραχυχρόνια	0.00	1.50	
0.00				

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	-N/Kmod	+N/Kmod
V/Kmod	M/Kmod				
1	γg.Gk	Μόνιμη	0.60	-5.151	0.000
1.490	1.142				
2	γg.Gk+γq.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	-5.845	0.000
2.250	1.882				
3	γg.Gk+γq.Qk2	Μεσοχρόνια	0.80	-5.529	0.000
2.201	1.718				
4	γg.Gk+γq.Qk3	Μεσοχρόνια	0.80	-5.529	0.000
2.201	1.718				
5	γg.Gk+γq.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-2.810	0.000
1.464	0.874				
6	γg.Gk+γq.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-2.810	0.000
1.460	0.867				
7	γg.Gk+γq.Qkf	Μεσοχρόνια	0.80	-6.124	0.000
2.012	1.553				
8	γg.Gk+γq.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	-4.847	0.000
1.801	1.492				
9	γg.Gk+γq.Qk1+γq.ψο.Qk4+γq.ψο.Qkf	Στιγμιαία	1.10	-5.402	0.000
1.144	0.522				

10 γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk5+γγ.ψο.Qkf 1.142 0.522	Στιγμιαία	1.10	-5.402	0.000
11 γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk4+γγ.ψο.Qkf 1.073 0.476	Στιγμιαία	1.10	-5.172	0.000
12 γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk5+γγ.ψο.Qkf 1.107 0.701	Στιγμιαία	1.10	-4.920	0.000
13 γγ.Gk+γγ.Qk3+γγ.ψο.Qk4+γγ.ψο.Qkf 1.109 0.701	Στιγμιαία	1.10	-4.917	0.000
14 γγ.Gk+γγ.Qk3+γγ.ψο.Qk5+γγ.ψο.Qkf 1.075 0.476	Στιγμιαία	1.10	-5.172	0.000
15 γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qkf 1.158 0.602	Στιγμιαία	1.10	-4.969	0.000
16 γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk2+γγ.ψο.Qkf 1.179 0.570	Στιγμιαία	1.10	-4.809	0.000
17 γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk3+γγ.ψο.Qkf 1.172 0.728	Στιγμιαία	1.10	-4.626	0.000
18 γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qkf 1.154 0.602	Στιγμιαία	1.10	-4.969	0.000
19 γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk2+γγ.ψο.Qkf 1.175 0.728	Στιγμιαία	1.10	-4.626	0.000
20 γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk3+γγ.ψο.Qkf 1.182 0.570	Στιγμιαία	1.10	-4.809	0.000
21 γγ.Gk+γγ.Qkf+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk4 1.349 1.414	Στιγμιαία	1.10	-5.901	0.000
22 γγ.Gk+γγ.Qkf+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk5 1.349 1.420	Στιγμιαία	1.10	-5.904	0.000
23 γγ.Gk+γγ.Qkf+γγ.ψο.Qk2+γγ.ψο.Qk4 1.381 1.382	Στιγμιαία	1.10	-5.740	0.000
24 γγ.Gk+γγ.Qkf+γγ.ψο.Qk2+γγ.ψο.Qk5 1.374 1.545	Στιγμιαία	1.10	-5.560	0.000
25 γγ.Gk+γγ.Qkf+γγ.ψο.Qk3+γγ.ψο.Qk4 1.374 1.540	Στιγμιαία	1.10	-5.557	0.000
26 γγ.Gk+γγ.Qkf+γγ.ψο.Qk3+γγ.ψο.Qk5 1.381 1.387	Στιγμιαία	1.10	-5.743	0.000
27 γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk4+γγ.ψο.Qk5 1.558 0.723	Στιγμιαία	1.10	-6.125	0.000
28 γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk5+γγ.ψο.Qk4+γγ.ψο.Qk5 1.555 0.723	Στιγμιαία	1.10	-6.125	0.000
29 γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk2+γγ.ψο.Qk4+γγ.ψο.Qk5+γγ.ψο.Qk4+γγ.ψο.Qk5 1.294 0.640	Στιγμιαία	1.10	-5.965	0.000
30 γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk2+γγ.ψο.Qk5+γγ.ψο.Qk4+γγ.ψο.Qk5 1.531 0.546	Στιγμιαία	1.10	-5.782	0.000
31 γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk3+γγ.ψο.Qk4+γγ.ψο.Qk5+γγ.ψο.Qk4+γγ.ψο.Qk5 1.533 0.546	Στιγμιαία	1.10	-5.782	0.000
32 γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk3+γγ.ψο.Qk5+γγ.ψο.Qk4+γγ.ψο.Qk5 1.292 0.640	Στιγμιαία	1.10	-5.965	0.000
Μέγιστες τιμές			-6.125	0.000
2.250 1.882				

Ελεγχοι αντοχής διατομής Ανω πέλμα ράβδοι: 1, 3

Ανω πέλμα ράβδοι: 1, 3, Συνδυασμός φόρτισης Νο 27

Ελεγχος θλίψης παράλληλα προς τις ίνες, $F_{c0d} = -6.738 \text{ kN}$ (EC5 §6.1.4)

Ορθογωνική διατομή, $b=60 \text{ mm}$, $h=220 \text{ mm}$, $A=13\,200 \text{ mm}^2$

Τροποποιητικός συντελεστής $K_{mod}=1.10$ (Πιν.3.1), Συντελεστής ασφαλ. υλικού $\gamma_M=1.30$ (Πιν. 2.3)

$f_{c0k}=22.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k} / \gamma_M = 1.10 \times 22.00 / 1.30 = 18.62 \text{ N/mm}^2$ (EC5 Εξ.2.14)

$F_{c0d} = -6.738 \text{ kN}$, $\sigma_{c0d} = F_{c0d} / A_{netto} = 1000 \times 6.738 / 13200 = 0.51 \text{ N/mm}^2 < 18.62 \text{ N/mm}^2 = f_{c0d}$ (Εξ.6.2)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Ανω πέλμα ράβδοι: 1, 3, Συνδυασμός φόρτισης Νο 2

Ελεγχος διάτμησης, $F_v = 1.800 \text{ kN}$ (EC5 §6.1.7)

Ορθογωνική διατομή, $b_{ef}=0.67 \times 60 = 40 \text{ mm}$, $h=220 \text{ mm}$, $A=8\,800 \text{ mm}^2$

Τροποποιητικός συντελεστής $K_{mod}=0.80$ (Πιν.3.1), Συντελεστής ασφαλ. υλικού $\gamma_M=1.30$ (Πιν. 2.3)

$f_{vk}=2.80 \text{ N/mm}^2$, $f_{vd}=K_{mod} \cdot f_{vk} / \gamma_M = 0.80 \times 2.80 / 1.30 = 1.72 \text{ N/mm}^2$ (EC5 Εξ.2.14)

$F_v = 1.800 \text{ kN}$, $\tau_{v0d} = 1.50 F_{v0d} / A_{netto} = 1000 \times 1.50 \times 1.800 / 8800 = 0.31 \text{ N/mm}^2 < 1.72 \text{ N/mm}^2 = f_{v0d}$ (Εξ.6.13)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Ανω πέλμα ράβδοι: 1, 3, Συνδυασμός φόρτισης Νο 2

Ελεγχος κάμψης, $M_{y0d} = 1.506 \text{ kNm}$, $M_{z0d} = 0.000 \text{ kNm}$ (EC5 §6.1.6)

Ορθογωνική διατομή, $b=60\text{mm}$, $h=220\text{mm}$, $A=1.320\text{E}+004\text{mm}^2$, $W_y=4.840\text{E}+005\text{mm}^3$,
 $W_z=1.320\text{E}+005\text{mm}^3$
 Τροποποιητικός συντελεστής $K_{mod}=0.80$ (Πιν.3.1), Συντελεστής ασφαλ. υλικού
 $\gamma_M=1.30$ (Πιν. 2.3)
 $f_{yk}=27.00\text{ N/mm}^2$, $f_{ykd}=K_{mod}\cdot f_{yk}/\gamma_M=0.80\times 27.00/1.30=16.62\text{N/mm}^2$
 $f_{mk}=27.00\text{ N/mm}^2$, $f_{mkd}=K_{mod}\cdot f_{mk}/\gamma_M=0.80\times 27.00/1.30=16.62\text{N/mm}^2$
 Ορθογωνική διατομή $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2))
 $\sigma_{yd}=M_{yd}/W_{my,netto}=1\text{E}+06\times 1.506/4.840\text{E}+005= 3.11\text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{zd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=1\text{E}+06\times 0.000/1.320\text{E}+005= 0.00\text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{yd}/f_{ykd}+K_m\cdot\sigma_{zd}/f_{mkd}=0.187+0.000= 0.19 < 1$ (EC5 Εξ.6.11)
 $K_m\cdot\sigma_{yd}/f_{ykd}+\sigma_{zd}/f_{mkd}=0.131+0.000= 0.13 < 1$ (EC5 Εξ.6.12)
 Ο έλεγχος ικανοποιείται

Ανα πέλαμα ράβδοι: 1, 3, Συνδυασμός φόρτισης Νο 27

Έλεγχος κάμψης με αξονική θλίψη, $F_{c0d}=-6.738\text{kN}$, $M_{yd}=0.596\text{kNm}$, $M_{zd}=0.000\text{kNm}$ (EC5 §6.2.4)

Ορθογωνική διατομή, $b=60\text{mm}$, $h=220\text{mm}$, $A=1.320\text{E}+004\text{mm}^2$, $W_y=4.840\text{E}+005\text{mm}^3$,
 $W_z=1.320\text{E}+005\text{mm}^3$
 Τροποποιητικός συντελεστής $K_{mod}=1.10$ (Πιν.3.1), Συντελεστής ασφαλ. υλικού
 $\gamma_M=1.30$ (Πιν. 2.3)
 $f_{c0k}=22.00\text{ N/mm}^2$, $f_{c0d}=K_{mod}\cdot f_{c0k}/\gamma_M=1.10\times 22.00/1.30=18.62\text{N/mm}^2$
 $f_{yk}=27.00\text{ N/mm}^2$, $f_{ykd}=K_{mod}\cdot f_{yk}/\gamma_M=1.10\times 27.00/1.30=22.85\text{N/mm}^2$
 $f_{mk}=27.00\text{ N/mm}^2$, $f_{mkd}=K_{mod}\cdot f_{mk}/\gamma_M=1.10\times 27.00/1.30=22.85\text{N/mm}^2$
 Ορθογωνική διατομή $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2))
 $\sigma_{0d}=F_{c0d}/A_{netto}=1000\times 6.738/13200= 0.51\text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{yd}=M_{yd}/W_{my,netto}=1\text{E}+06\times 0.596/4.840\text{E}+005= 1.23\text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{zd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=1\text{E}+06\times 0.000/1.320\text{E}+005= 0.00\text{ N/mm}^2$
 $(\sigma_{0d}/f_{c0d})^2+\sigma_{yd}/f_{ykd}+K_m\cdot\sigma_{zd}/f_{mkd}=0.001+0.054+0.000= 0.05 < 1$ (EC5 Εξ.6.19)
 $(\sigma_{0d}/f_{c0d})^2+K_m\cdot\sigma_{yd}/f_{ykd}+\sigma_{zd}/f_{mkd}=0.001+0.038+0.000= 0.04 < 1$ (EC5 Εξ.6.20)
 Ο έλεγχος ικανοποιείται

Ανα πέλαμα ράβδοι: 1, 3, Συνδυασμός φόρτισης Νο 2

Έλεγχος κάμψης με αξονική θλίψη, $F_{c0d}=-4.676\text{kN}$, $M_{yd}=1.506\text{kNm}$, $M_{zd}=0.000\text{kNm}$ (EC5 §6.2.4)

Ορθογωνική διατομή, $b=60\text{mm}$, $h=220\text{mm}$, $A=1.320\text{E}+004\text{mm}^2$, $W_y=4.840\text{E}+005\text{mm}^3$,
 $W_z=1.320\text{E}+005\text{mm}^3$
 Τροποποιητικός συντελεστής $K_{mod}=0.80$ (Πιν.3.1), Συντελεστής ασφαλ. υλικού
 $\gamma_M=1.30$ (Πιν. 2.3)
 $f_{c0k}=22.00\text{ N/mm}^2$, $f_{c0d}=K_{mod}\cdot f_{c0k}/\gamma_M=0.80\times 22.00/1.30=13.54\text{N/mm}^2$
 $f_{yk}=27.00\text{ N/mm}^2$, $f_{ykd}=K_{mod}\cdot f_{yk}/\gamma_M=0.80\times 27.00/1.30=16.62\text{N/mm}^2$
 $f_{mk}=27.00\text{ N/mm}^2$, $f_{mkd}=K_{mod}\cdot f_{mk}/\gamma_M=0.80\times 27.00/1.30=16.62\text{N/mm}^2$
 Ορθογωνική διατομή $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2))
 $\sigma_{0d}=F_{c0d}/A_{netto}=1000\times 4.676/13200= 0.35\text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{yd}=M_{yd}/W_{my,netto}=1\text{E}+06\times 1.506/4.840\text{E}+005= 3.11\text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{zd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=1\text{E}+06\times 0.000/1.320\text{E}+005= 0.00\text{ N/mm}^2$
 $(\sigma_{0d}/f_{c0d})^2+\sigma_{yd}/f_{ykd}+K_m\cdot\sigma_{zd}/f_{mkd}=0.001+0.187+0.000= 0.19 < 1$ (EC5 Εξ.6.19)
 $(\sigma_{0d}/f_{c0d})^2+K_m\cdot\sigma_{yd}/f_{ykd}+\sigma_{zd}/f_{mkd}=0.001+0.131+0.000= 0.13 < 1$ (EC5 Εξ.6.20)
 Ο έλεγχος ικανοποιείται

Ανα πέλαμα ράβδοι: 1, 3, Συνδυασμός φόρτισης Νο 27

Έλεγχος Λυγισμού με κάμψη, $F_{c0d}=-6.738\text{kN}$, $M_{yd}=0.596\text{kNm}$, $M_{zd}=0.000\text{kNm}$ (EC5 §6.3.2)

Ορθογωνική διατομή, $b=60\text{mm}$, $h=220\text{mm}$, $A=1.320\text{E}+004\text{mm}^2$, $W_y=4.840\text{E}+005\text{mm}^3$,
 $W_z=1.320\text{E}+005\text{mm}^3$
 Τροποποιητικός συντελεστής $K_{mod}=1.10$ (Πιν.3.1), Συντελεστής ασφαλ. υλικού
 $\gamma_M=1.30$ (Πιν. 2.3, $E_{005}=8000\text{MPa}$)
 $f_{c0k}=22.00\text{ N/mm}^2$, $f_{c0d}=K_{mod}\cdot f_{c0k}/\gamma_M=1.10\times 22.00/1.30=18.62\text{N/mm}^2$
 $f_{yk}=27.00\text{ N/mm}^2$, $f_{ykd}=K_{mod}\cdot f_{yk}/\gamma_M=1.10\times 27.00/1.30=22.85\text{N/mm}^2$
 $f_{mk}=27.00\text{ N/mm}^2$, $f_{mkd}=K_{mod}\cdot f_{mk}/\gamma_M=1.10\times 27.00/1.30=22.85\text{N/mm}^2$
 Ορθογωνική διατομή $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2))
 $\sigma_{0d}=F_{c0d}/A_{netto}=1000\times 6.738/13200= 0.51\text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{yd}=M_{yd}/W_{my,netto}=1\text{E}+06\times 0.596/4.840\text{E}+005= 1.23\text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{zd}=M_{zd}/W_{mz,netto}=1\text{E}+06\times 0.000/1.320\text{E}+005= 0.00\text{ N/mm}^2$

Μήκη Λυγισμού

$S_{ky}=1.00\times 2.054=2.054\text{ m}= 2054\text{ mm}$ (πιο δυσμενές)
 $S_{kz}=0.15\times 2.054=0.300\text{ m}= 300\text{ mm}$ (απόσταση εγκ. στηρίξ./μήκος
 ράβδου= $0.30/2.05=0.15$)

Λυγηρότητες

$i_y=(I_y/A)^{1/2}=0.289\times 220= 64\text{ mm}$, $\lambda_y= 2054/ 64= 32.10$
 $i_z=(I_z/A)^{1/2}=0.289\times 60= 17\text{ mm}$, $\lambda_z= 300/ 17= 17.65$

Κρίσιμες τάσεις

$\sigma_{c,crity}=\pi^2 E_{005}/\lambda_y^2= 76.63\text{ N/mm}^2$, $\lambda_{rel,y}=(f_{c0k}/\sigma_{c,crity})^{1/2}= 0.54$ (EC5 Εξ.6.21)
 $\sigma_{c,critz}=\pi^2 E_{005}/\lambda_z^2= 253.45\text{ N/mm}^2$, $\lambda_{rel,z}=(f_{c0k}/\sigma_{c,critz})^{1/2}= 0.29$ (EC5 Εξ.6.22)
 $\beta_c=0.20$ (φυσικό ξύλο)
 $k_y=0.5[1+\beta_c(\lambda_{rel,y}-0.3)+\lambda_{rel,y}^2]= 0.67$, $K_{cy}=1/(k_y+(k_y^2-\lambda_{rel,y}^2)^{1/2})=0.939$ (Εξ.6.27
 6.25)

$kz=0.5[1+\beta c(\lambda relz-0.3)+\lambda relz^2]=0.50$, $Kcz=1/(kz+(kz^2-\lambda relz^2)^{1/2})=1.000$ (Εξ.6.28 6.26)

$\sigma c0d/(Kcy \cdot fc0d)+\sigma myd/fmyd+Km \cdot \sigma mzd/fmzd=0.029+0.054+0.000=0.08 < 1$ (EC5 Εξ.6.23)

$\sigma c0d/(Kcz \cdot fc0d)+Km \cdot \sigma myd/fmyd+\sigma mzd/fmzd=0.027+0.038+0.000=0.07 < 1$ (EC5 Εξ.6.24)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Ανω πέλαμα ράβδοι: 1, 3, Συνδυασμός φόρτισης Νο 2

Έλεγχος Λυγισμού με κάμψη, $Fc0d=-4.676kN$, $Myd=1.506kNm$, $Mzd=0.000kNm$ (EC5 §6.3.2)

Ορθογωνική διατομή, $b=60mm$, $h=220mm$, $A=1.320E+004mm^2$, $Wy=4.840E+005mm^3$,

$Wz=1.320E+005mm^3$

Τροποποιητικός συντελεστής $Kmod=0.80$ (Πιν.3.1), Συντελεστής ασφαλ. υλικού

$\gamma M=1.30$ (Πιν. 2.3, $E005=8000MPa$)

$fc0k=22.00 N/mm^2$, $fc0d=Kmod \cdot fc0k/\gamma M=0.80 \times 22.00/1.30=13.54N/mm^2$

$fmyk=27.00 N/mm^2$, $fmyd=Kmod \cdot fmyk/\gamma M=0.80 \times 27.00/1.30=16.62N/mm^2$

$fmzk=27.00 N/mm^2$, $fmzd=Kmod \cdot fmzk/\gamma M=0.80 \times 27.00/1.30=16.62N/mm^2$

Ορθογωνική διατομή $Km=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2))

$\sigma c0d=Fc0d/A_{netto}=1000 \times 4.676/13200=0.35 N/mm^2$

$\sigma myd=Myd/Wmy,netto=1E+06 \times 1.506/4.840E+005=3.11 N/mm^2$

$\sigma mzd=Mzd/Wmz,netto=1E+06 \times 0.000/1.320E+005=0.00 N/mm^2$

Μήκη Λυγισμού

$Sk_y=1.00 \times 2.054=2.054 m=2054 mm$ (πιο δυσμενές)

$Sk_z=0.15 \times 2.054=0.300 m=300 mm$ (απόσταση εγκ. στηρίξ./μήκος

ράβδου= $0.30/2.05=0.15$)

Λυγηρότητες

$i_y=(I_y/A)^{1/2}=0.289 \times 220=64 mm$, $\lambda_y=2054/64=32.10$

$i_z=(I_z/A)^{1/2}=0.289 \times 60=17 mm$, $\lambda_z=300/17=17.65$

Κρίσιμες τιμές

$\sigma_{c,crity}=\pi^2 E005/\lambda_y^2=76.63 N/mm^2$, $\lambda_{rel,y}=(fc0k/\sigma_{c,crity})^{1/2}=0.54$ (EC5 Εξ.6.21)

$\sigma_{c,critz}=\pi^2 E005/\lambda_z^2=253.45 N/mm^2$, $\lambda_{rel,z}=(fc0k/\sigma_{c,critz})^{1/2}=0.29$ (EC5 Εξ.6.22)

$\beta c=0.20$ (φυσικό ξύλο)

$k_y=0.5[1+\beta c(\lambda_{rel,y}-0.3)+\lambda_{rel,y}^2]=0.67$, $Kcy=1/(k_y+(k_y^2-\lambda_{rel,y}^2)^{1/2})=0.939$ (Εξ.6.27

6.25)

$k_z=0.5[1+\beta c(\lambda_{rel,z}-0.3)+\lambda_{rel,z}^2]=0.50$, $Kcz=1/(k_z+(k_z^2-\lambda_{rel,z}^2)^{1/2})=1.000$ (Εξ.6.28

6.26)

$\sigma c0d/(Kcy \cdot fc0d)+\sigma myd/fmyd+Km \cdot \sigma mzd/fmzd=0.028+0.187+0.000=0.22 < 1$ (EC5 Εξ.6.23)

$\sigma c0d/(Kcz \cdot fc0d)+Km \cdot \sigma myd/fmyd+\sigma mzd/fmzd=0.026+0.131+0.000=0.16 < 1$ (EC5 Εξ.6.24)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Ανω πέλαμα ράβδοι: 1, 3, Συνδυασμός φόρτισης Νο 2

Έλεγχος κάμψης δοκών με κύρτωση, $Myd=1.506 kNm$, $Mzd=0.000 kNm$ (EC5 §6.3.3)

Ορθογωνική διατομή, $b=60mm$, $h=220mm$, $A=1.320E+004mm^2$, $Wy=4.840E+005mm^3$,

$Wz=1.320E+005mm^3$

Τροποποιητικός συντελεστής $Kmod=0.80$ (Πιν.3.1), Συντελεστής ασφαλ. υλικού

$\gamma M=1.30$ (Πιν. 2.3)

$fc0k=22.00 N/mm^2$, $fc0d=Kmod \cdot fc0k/\gamma M=0.80 \times 22.00/1.30=13.54N/mm^2$

$fmyk=27.00 N/mm^2$, $fmyd=Kmod \cdot fmyk/\gamma M=0.80 \times 27.00/1.30=16.62N/mm^2$

$fmzk=27.00 N/mm^2$, $fmzd=Kmod \cdot fmzk/\gamma M=0.80 \times 27.00/1.30=16.62N/mm^2$

Ορθογωνική διατομή $Km=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2))

$\sigma myd=Myd/Wmy,netto=1E+06 \times 1.506/4.840E+005=3.11 N/mm^2$

$\sigma mzd=Mzd/Wmz,netto=1E+06 \times 0.000/1.320E+005=0.00 N/mm^2$

Μήκη Λυγισμού

$Sk_y=1.00 \times 2.054=2.054 m=2054 mm$ (πιο δυσμενές)

$Sk_z=0.15 \times 2.054=0.300 m=300 mm$ (απόσταση εγκ. στηρίξ./μήκος

ράβδου= $0.30/2.05=0.15$)

Λυγηρότητες

$i_y=(I_y/A)^{1/2}=0.289 \times 220=64 mm$, $\lambda_y=2054/64=32.10$

$i_z=(I_z/A)^{1/2}=0.289 \times 60=17 mm$, $\lambda_z=300/17=17.65$

$\sigma_{m,crit}=\pi^2 \cdot E005/(h \cdot I_{ef})=0.78 \times 60^2 \times 8000/(220 \times 1849)=55.22N/mm^2$ (EC5 Εξ.6.32)

$\sigma_{m,crit}=\pi^2 \cdot E005/(h \cdot I_{ef})=0.78 \times 220^2 \times 8000/(60 \times 300)=16778.67N/mm^2$ (EC5 Εξ.6.32)

Κρίσιμες τιμές

$\sigma_{m,crity}=55.22 N/mm^2$, $\lambda_{rel,my}=(fmyk/\sigma_{m,crity})^{1/2}=0.70$ (EC5 Εξ.6.30)

$\sigma_{m,critz}=16778.67 N/mm^2$, $\lambda_{rel,mz}=(fmzk/\sigma_{m,critz})^{1/2}=0.04$ (EC5 Εξ.6.30)

$\lambda_{rel,my}=0.70$, ($\lambda_{rel} \leq 0.75$), $K_{crity}=1.00$ (EC5 Εξ.6.34)

$\lambda_{rel,mz}=0.04$, ($\lambda_{rel} \leq 0.75$), $K_{critz}=1.00$ (EC5 Εξ.6.34)

$\sigma myd/(K_{crity} \cdot fmyd)+Km \cdot \sigma mzd/(K_{critz} \cdot fmzd)=0.187+0.000=0.19 < 1$ (EC5 Εξ.6.33)

$Km \cdot \sigma myd/(K_{crity} \cdot fmyd)+\sigma mzd/(K_{critz} \cdot fmzd)=0.131+0.000=0.13 < 1$ (EC5 Εξ.6.33)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας (EC5 EN1995-1-1:2009, §6)

Ανω πέλαμα ράβδοι: 2, 4

Φόρτιση [kN/m]	Δράση	γ_g	γ_q	ψ_0
(Gk) Μόνιμο	Gk1 = 0.508, Gk2 = 0.180, Gkf=0.300	1.35	0.00	
1.00	Μόνιμη			

(Qk1) Χιόν QksL= 0.374, QksR= 0.374 0.70	Μεσοχρόνια	0.00	1.50
(Qk2) Χιόν QksL= 0.187, QksR= 0.374 0.70	Μεσοχρόνια	0.00	1.50
(Qk3) Χιόν QksL= 0.374, QksR= 0.187 0.70	Μεσοχρόνια	0.00	1.50
(Qk4) Άνεμος QkwL= 0.295, QkwR=-0.221 0.60	Στιγμιαία	0.00	1.50
(Qk5) Άνεμος QkwL=-0.221, QkwR= 0.295 0.60	Στιγμιαία	0.00	1.50
(Qkf) Κινητό Qkf = 1.200 0.70	Μεσοχρόνια	0.00	1.50
(Qki) Επιβεβλημένο (H) Qi = 0.300 0.00	Βραχυχρόνια	0.00	1.50

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	-N/Kmod	+N/Kmod
V/Kmod	M/Kmod				
1	γγ.Gk	Μόνιμη	0.60	-2.220	0.000
0.783	0.341				
2	γγ.Gk+γγ.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	-3.021	0.000
1.179	0.604				
3	γγ.Gk+γγ.Qk2	Μεσοχρόνια	0.80	-2.688	0.000
1.214	0.637				
4	γγ.Gk+γγ.Qk3	Μεσοχρόνια	0.80	-2.688	0.000
1.214	0.637				
5	γγ.Gk+γγ.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-1.211	0.000
1.221	0.787				
6	γγ.Gk+γγ.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-1.211	0.000
1.216	0.778				
7	γγ.Gk+γγ.Qkf	Μεσοχρόνια	0.80	-0.496	0.404
1.482	1.544				
8	γγ.Gk+γγ.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	-2.447	0.000
0.944	0.475				
9	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk4+γγ.ψο.Qkf	Στιγμιαία	1.10	-1.602	0.000
1.007	0.520				
10	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk5+γγ.ψο.Qkf	Στιγμιαία	1.10	-1.602	0.000
1.007	0.520				
11	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk4+γγ.ψο.Qkf	Στιγμιαία	1.10	-1.360	0.000
0.981	0.474				
12	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk5+γγ.ψο.Qkf	Στιγμιαία	1.10	-1.351	0.034
0.970	0.698				
13	γγ.Gk+γγ.Qk3+γγ.ψο.Qk4+γγ.ψο.Qkf	Στιγμιαία	1.10	-1.351	0.030
0.970	0.698				
14	γγ.Gk+γγ.Qk3+γγ.ψο.Qk5+γγ.ψο.Qkf	Στιγμιαία	1.10	-1.360	0.000
0.981	0.474				
15	γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qkf	Στιγμιαία	1.10	-1.306	0.163
1.066	0.600				
16	γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk2+γγ.ψο.Qkf	Στιγμιαία	1.10	-1.137	0.190
0.952	0.568				
17	γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk3+γγ.ψο.Qkf	Στιγμιαία	1.10	-1.130	0.333
1.083	0.724				
18	γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qkf	Στιγμιαία	1.10	-1.306	0.170
1.061	0.600				
19	γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk2+γγ.ψο.Qkf	Στιγμιαία	1.10	-1.130	0.339
1.078	0.724				
20	γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk3+γγ.ψο.Qkf	Στιγμιαία	1.10	-1.137	0.197
0.952	0.568				
21	γγ.Gk+γγ.Qkf+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-1.430	0.000
1.276	1.406				
22	γγ.Gk+γγ.Qkf+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-1.426	0.000
1.279	1.411				
23	γγ.Gk+γγ.Qkf+γγ.ψο.Qk2+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-1.261	0.000
1.258	1.374				
24	γγ.Gk+γγ.Qkf+γγ.ψο.Qk2+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-1.251	0.070
1.253	1.536				
25	γγ.Gk+γγ.Qkf+γγ.ψο.Qk3+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-1.255	0.070
1.250	1.531				
26	γγ.Gk+γγ.Qkf+γγ.ψο.Qk3+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-1.257	0.000
1.261	1.379				
27	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk4+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-2.097	0.000
1.093	0.501				

28 γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk5+γγ.	Στιγμιαία	1.10	-2.097	0.000
1.090 0.498				
29 γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk2+γγ.ψο.Qk4+γγ.	Στιγμιαία	1.10	-1.927	0.000
1.051 0.396				
30 γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk2+γγ.ψο.Qk5+γγ.	Στιγμιαία	1.10	-1.921	0.000
1.108 0.515				
31 γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk3+γγ.ψο.Qk4+γγ.	Στιγμιαία	1.10	-1.921	0.000
1.111 0.518				
32 γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk3+γγ.ψο.Qk5+γγ.	Στιγμιαία	1.10	-1.927	0.000
1.051 0.393				
Μέγιστες τιμές			-3.021	0.404
1.482 1.544				

Έλεγχοι αντοχής διατομής Ανω πέλμα ράβδοι: 2, 4

Ανω πέλμα ράβδοι: 2, 4, Συνδυασμός φόρτισης Νο 7

Έλεγχος εφελκυσμού παράλληλα προς τις ίνες, $Ft0d=0.323$ kN (EC5 §6.1.2)

Ορθογωνική διατομή, $b=60$ mm, $h=220$ mm, $A=13\ 200$ mm²

Τροποποιητικός συντελεστής $K_{mod}=0.80$ (Πιν.3.1), Συντελεστής ασφαλ. υλικού $\gamma_M=1.30$ (Πιν. 2.3)

$ft0k=16.00$ N/mm², $ft0d=K_{mod}\cdot ft0k/\gamma_M=0.80\times 16.00/1.30=9.85$ N/mm² (EC5 Εξ.2.14)

$Ft0d=0.323$ kN, $\sigma_{t0d}=Ft0d/A_{netto}=1000\times 0.323/13200=0.024$ N/mm² < 9.85 N/mm²= $ft0d$ (Εξ.6.1)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Ανω πέλμα ράβδοι: 2, 4, Συνδυασμός φόρτισης Νο 2

Έλεγχος θλίψης παράλληλα προς τις ίνες, $Fc0d=-2.417$ kN (EC5 §6.1.4)

Ορθογωνική διατομή, $b=60$ mm, $h=220$ mm, $A=13\ 200$ mm²

Τροποποιητικός συντελεστής $K_{mod}=0.80$ (Πιν.3.1), Συντελεστής ασφαλ. υλικού $\gamma_M=1.30$ (Πιν. 2.3)

$fc0k=22.00$ N/mm², $fc0d=K_{mod}\cdot fc0k/\gamma_M=0.80\times 22.00/1.30=13.54$ N/mm² (EC5 Εξ.2.14)

$Fc0d=-2.417$ kN, $\sigma_{c0d}=Fc0d/A_{netto}=1000\times 2.417/13200=0.183$ N/mm² < 13.54 N/mm²= $fc0d$ (Εξ.6.2)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Ανω πέλμα ράβδοι: 2, 4, Συνδυασμός φόρτισης Νο 7

Έλεγχος διάτμησης, $Fv=1.186$ kN (EC5 §6.1.7)

Ορθογωνική διατομή, $bef=0.67\times 60=40$ mm, $h=220$ mm, $A=8\ 800$ mm²

Τροποποιητικός συντελεστής $K_{mod}=0.80$ (Πιν.3.1), Συντελεστής ασφαλ. υλικού $\gamma_M=1.30$ (Πιν. 2.3)

$fvk=2.80$ N/mm², $fvd=K_{mod}\cdot fvk/\gamma_M=0.80\times 2.80/1.30=1.72$ N/mm² (EC5 Εξ.2.14)

$Fv=1.186$ kN, $\tau_{v0d}=1.50Fv0d/A_{netto}=1000\times 1.50\times 1.186/8800=0.203$ N/mm² < 1.72 N/mm²= fvd (Εξ.6.13)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Ανω πέλμα ράβδοι: 2, 4, Συνδυασμός φόρτισης Νο 7

Έλεγχος κάμψης, $M_{yd}=1.235$ kNm, $M_{zd}=0.000$ kNm (EC5 §6.1.6)

Ορθογωνική διατομή, $b=60$ mm, $h=220$ mm, $A=1.320E+004$ mm², $W_y=4.840E+005$ mm³,

$W_z=1.320E+005$ mm³

Τροποποιητικός συντελεστής $K_{mod}=0.80$ (Πιν.3.1), Συντελεστής ασφαλ. υλικού $\gamma_M=1.30$ (Πιν. 2.3)

$f_{yk}=27.00$ N/mm², $f_{yd}=K_{mod}\cdot f_{yk}/\gamma_M=0.80\times 27.00/1.30=16.62$ N/mm²

$f_{mk}=27.00$ N/mm², $f_{md}=K_{mod}\cdot f_{mk}/\gamma_M=0.80\times 27.00/1.30=16.62$ N/mm²

Ορθογωνική διατομή $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2))

$\sigma_{yd}=M_{yd}/W_y, netto=1E+06\times 1.235/4.840E+005=2.55$ N/mm²

$\sigma_{zd}=M_{zd}/W_z, netto=1E+06\times 0.000/1.320E+005=0.00$ N/mm²

$\sigma_{yd}/f_{yd}+K_m\cdot \sigma_{zd}/f_{md}=0.154+0.000=0.15 < 1$ (EC5 Εξ.6.11)

$K_m\cdot \sigma_{yd}/f_{yd}+\sigma_{zd}/f_{md}=0.108+0.000=0.11 < 1$ (EC5 Εξ.6.12)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Ανω πέλμα ράβδοι: 2, 4, Συνδυασμός φόρτισης Νο 2

Έλεγχος κάμψης με αξονική θλίψη, $Fc0d=-2.417$ kN, $M_{yd}=0.483$ kNm, $M_{zd}=0.000$ kNm (EC5 §6.2.4)

Ορθογωνική διατομή, $b=60$ mm, $h=220$ mm, $A=1.320E+004$ mm², $W_y=4.840E+005$ mm³,

$W_z=1.320E+005$ mm³

Τροποποιητικός συντελεστής $K_{mod}=0.80$ (Πιν.3.1), Συντελεστής ασφαλ. υλικού $\gamma_M=1.30$ (Πιν. 2.3)

$fc0k=22.00$ N/mm², $fc0d=K_{mod}\cdot fc0k/\gamma_M=0.80\times 22.00/1.30=13.54$ N/mm²

$f_{yk}=27.00$ N/mm², $f_{yd}=K_{mod}\cdot f_{yk}/\gamma_M=0.80\times 27.00/1.30=16.62$ N/mm²

$f_{mk}=27.00$ N/mm², $f_{md}=K_{mod}\cdot f_{mk}/\gamma_M=0.80\times 27.00/1.30=16.62$ N/mm²

Ορθογωνική διατομή $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2))

$\sigma_{c0d}=Fc0d/A_{netto}=1000\times 2.417/13200=0.183$ N/mm²

$\sigma_{yd}=M_{yd}/W_y, netto=1E+06\times 0.483/4.840E+005=1.00$ N/mm²

$\sigma_{zd}=M_{zd}/W_z, netto=1E+06\times 0.000/1.320E+005=0.00$ N/mm²

$(\sigma_{c0d}/fc0d)^2+\sigma_{yd}/f_{yd}+K_m\cdot \sigma_{zd}/f_{md}=0.000+0.060+0.000=0.06 < 1$ (EC5 Εξ.6.19)

$(\sigma_{c0d}/fc0d)^2+K_m\cdot \sigma_{yd}/f_{yd}+\sigma_{zd}/f_{md}=0.000+0.042+0.000=0.04 < 1$ (EC5 Εξ.6.20)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Ανω πέλμα ράβδοι: 2, 4, Συνδυασμός φόρτισης Νο 7

Έλεγχος κάμψης με αξονική θλίψη, $F_{c0d}=-0.397\text{kN}$, $M_{yd}=1.235\text{kNm}$, $M_{zd}=0.000\text{kNm}$ (EC5 §6.2.4)

Ορθογωνική διατομή, $b=60\text{mm}$, $h=220\text{mm}$, $A=1.320\text{E}+004\text{mm}^2$, $W_y=4.840\text{E}+005\text{mm}^3$, $W_z=1.320\text{E}+005\text{mm}^3$

Τροποποιητικός συντελεστής $K_{mod}=0.80$ (Πιν.3.1), Συντελεστής ασφαλ. υλικού $\gamma_M=1.30$ (Πιν. 2.3)

$$f_{c0k}=22.00 \text{ N/mm}^2, f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k} / \gamma_M = 0.80 \times 22.00 / 1.30 = 13.54 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{myk}=27.00 \text{ N/mm}^2, f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk} / \gamma_M = 0.80 \times 27.00 / 1.30 = 16.62 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{mk}=27.00 \text{ N/mm}^2, f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mk} / \gamma_M = 0.80 \times 27.00 / 1.30 = 16.62 \text{ N/mm}^2$$

Ορθογωνική διατομή $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2))

$$\sigma_{0d}=F_{c0d}/A_{netto}=1000 \times 0.397 / 13200 = 0.03 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{yd}=M_{yd}/W_y, netto=1\text{E}+06 \times 1.235 / 4.840\text{E}+005 = 2.55 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{zd}=M_{zd}/W_z, netto=1\text{E}+06 \times 0.000 / 1.320\text{E}+005 = 0.00 \text{ N/mm}^2$$

$$(\sigma_{0d}/f_{c0d})^2 + \sigma_{yd}/f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{zd}/f_{mzd} = 0.000 + 0.154 + 0.000 = 0.15 < 1 \text{ (EC5 Εξ.6.19)}$$

$$(\sigma_{0d}/f_{c0d})^2 + K_m \cdot \sigma_{yd}/f_{myd} + \sigma_{zd}/f_{mzd} = 0.000 + 0.108 + 0.000 = 0.11 < 1 \text{ (EC5 Εξ.6.20)}$$

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Ανω πέλμα ράβδοι: 2, 4, Συνδυασμός φόρτισης Νο 2

Έλεγχος Λυγισμού με κάμψη, $F_{c0d}=-2.417\text{kN}$, $M_{yd}=0.483\text{kNm}$, $M_{zd}=0.000\text{kNm}$ (EC5 §6.3.2)

Ορθογωνική διατομή, $b=60\text{mm}$, $h=220\text{mm}$, $A=1.320\text{E}+004\text{mm}^2$, $W_y=4.840\text{E}+005\text{mm}^3$, $W_z=1.320\text{E}+005\text{mm}^3$

Τροποποιητικός συντελεστής $K_{mod}=0.80$ (Πιν.3.1), Συντελεστής ασφαλ. υλικού $\gamma_M=1.30$ (Πιν. 2.3, $E_{005}=8000\text{MPa}$)

$$f_{c0k}=22.00 \text{ N/mm}^2, f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k} / \gamma_M = 0.80 \times 22.00 / 1.30 = 13.54 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{myk}=27.00 \text{ N/mm}^2, f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk} / \gamma_M = 0.80 \times 27.00 / 1.30 = 16.62 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{mk}=27.00 \text{ N/mm}^2, f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mk} / \gamma_M = 0.80 \times 27.00 / 1.30 = 16.62 \text{ N/mm}^2$$

Ορθογωνική διατομή $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2))

$$\sigma_{0d}=F_{c0d}/A_{netto}=1000 \times 2.417 / 13200 = 0.18 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{yd}=M_{yd}/W_y, netto=1\text{E}+06 \times 0.483 / 4.840\text{E}+005 = 1.00 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{zd}=M_{zd}/W_z, netto=1\text{E}+06 \times 0.000 / 1.320\text{E}+005 = 0.00 \text{ N/mm}^2$$

Μήκη Λυγισμού

$$S_{ky} = 1.00 \times 1.726 \text{ m} = 1726 \text{ mm (πιο δυσμενές)}$$

$$S_{kz} = 0.17 \times 1.726 = 0.30 \text{ m} = 300 \text{ mm (απόσταση εγκ. στηρίξ./μήκος}$$

$$\text{ράβδου} = 0.30 / 1.73 = 0.17)$$

Λυγηρότητες

$$i_y = (I_y/A)^{1/2} = 0.289 \times 220 = 64 \text{ mm}, \lambda_y = 1726 / 64 = 26.96$$

$$i_z = (I_z/A)^{1/2} = 0.289 \times 60 = 17 \text{ mm}, \lambda_z = 300 / 17 = 17.65$$

Κρίσιμες τάσεις

$$\sigma_{c, crity} = \pi^2 E_{005} / \lambda_y^2 = 108.63 \text{ N/mm}^2, \lambda_{rel,y} = (f_{c0k} / \sigma_{c, crity})^{1/2} = 0.45 \text{ (EC5 Εξ.6.21)}$$

$$\sigma_{c, critz} = \pi^2 E_{005} / \lambda_z^2 = 253.45 \text{ N/mm}^2, \lambda_{rel,z} = (f_{c0k} / \sigma_{c, critz})^{1/2} = 0.29 \text{ (EC5 Εξ.6.22)}$$

$\beta_c = 0.20$ (φυσικό ξύλο)

$$k_y = 0.5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0.3) + \lambda_{rel,y}^2] = 0.62, K_{cy} = 1 / (k_y + (k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2)^{1/2}) = 0.964 \text{ (Εξ.6.27 6.25)}$$

$$k_z = 0.5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0.3) + \lambda_{rel,z}^2] = 0.50, K_{cz} = 1 / (k_z + (k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2)^{1/2}) = 1.000 \text{ (Εξ.6.28 6.26)}$$

$$\sigma_{0d} / (K_{cy} \cdot f_{c0d}) + \sigma_{yd} / f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{zd} / f_{mzd} = 0.014 + 0.060 + 0.000 = 0.07 < 1 \text{ (EC5 Εξ.6.23)}$$

$$\sigma_{0d} / (K_{cz} \cdot f_{c0d}) + K_m \cdot \sigma_{yd} / f_{myd} + \sigma_{zd} / f_{mzd} = 0.014 + 0.042 + 0.000 = 0.06 < 1 \text{ (EC5 Εξ.6.24)}$$

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Ανω πέλμα ράβδοι: 2, 4, Συνδυασμός φόρτισης Νο 7

Έλεγχος κάμψης δοκών με κύρτωση, $M_{yd}=1.235 \text{ kNm}$, $M_{zd}=0.000 \text{ kNm}$ (EC5 §6.3.3)

Ορθογωνική διατομή, $b=60\text{mm}$, $h=220\text{mm}$, $A=1.320\text{E}+004\text{mm}^2$, $W_y=4.840\text{E}+005\text{mm}^3$, $W_z=1.320\text{E}+005\text{mm}^3$

Τροποποιητικός συντελεστής $K_{mod}=0.80$ (Πιν.3.1), Συντελεστής ασφαλ. υλικού $\gamma_M=1.30$ (Πιν. 2.3)

$$f_{c0k}=22.00 \text{ N/mm}^2, f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k} / \gamma_M = 0.80 \times 22.00 / 1.30 = 13.54 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{myk}=27.00 \text{ N/mm}^2, f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk} / \gamma_M = 0.80 \times 27.00 / 1.30 = 16.62 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{mk}=27.00 \text{ N/mm}^2, f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mk} / \gamma_M = 0.80 \times 27.00 / 1.30 = 16.62 \text{ N/mm}^2$$

Ορθογωνική διατομή $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2))

$$\sigma_{yd}=M_{yd}/W_y, netto=1\text{E}+06 \times 1.235 / 4.840\text{E}+005 = 2.55 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{zd}=M_{zd}/W_z, netto=1\text{E}+06 \times 0.000 / 1.320\text{E}+005 = 0.00 \text{ N/mm}^2$$

Μήκη Λυγισμού

$$S_{ky} = 1.00 \times 1.726 \text{ m} = 1726 \text{ mm (πιο δυσμενές)}$$

$$S_{kz} = 0.17 \times 1.726 = 0.30 \text{ m} = 300 \text{ mm (απόσταση εγκ. στηρίξ./μήκος}$$

$$\text{ράβδου} = 0.30 / 1.73 = 0.17)$$

Λυγηρότητες

$$i_y = (I_y/A)^{1/2} = 0.289 \times 220 = 64 \text{ mm}, \lambda_y = 1726 / 64 = 26.96$$

$$i_z = (I_z/A)^{1/2} = 0.289 \times 60 = 17 \text{ mm}, \lambda_z = 300 / 17 = 17.65$$

$$\sigma_{m, crit} = 0.78 \cdot b^2 \cdot E_{005} / (h \cdot I_{ef}) = 0.78 \times 60^2 \times 8000 / (220 \times 1553) = 65.74 \text{ N/mm}^2 \text{ (EC5 Εξ.6.32)}$$

$$\sigma_{m, crit} = 0.78 \cdot b^2 \cdot E_{005} / (h \cdot I_{ef}) = 0.78 \times 220^2 \times 8000 / (60 \times 300) = 16778.67 \text{ N/mm}^2 \text{ (EC5 Εξ.6.32)}$$

Κρίσιμες τάσεις

$$\sigma_{m, crity} = 65.74 \text{ N/mm}^2, \lambda_{rel, my} = (f_{myk} / \sigma_{m, crity})^{1/2} = 0.64 \text{ (EC5 Εξ.6.30)}$$

$\sigma_{m,critz}=16778.67 \text{ N/mm}^2$, $\lambda_{rel,mz}=(f_{mk}/\sigma_{m,critz})^{\frac{1}{2}}= 0.04$ (EC5 Εξ.6.30)
 $\lambda_{rel,my}=0.64$, ($\lambda_{rel}\leq 0.75$), $K_{crity}=1.00$ (EC5 Εξ.6.34)
 $\lambda_{rel,mz}=0.04$, ($\lambda_{rel}\leq 0.75$), $K_{critz}=1.00$ (EC5 Εξ.6.34)
 $\sigma_{myd}/(K_{crity}\cdot f_{myd})+K_{m}\cdot\sigma_{zd}/(K_{critz}\cdot f_{mzd})=0.154+0.000= 0.15 < 1$ (EC5 Εξ.6.33)
 $K_{m}\cdot\sigma_{myd}/(K_{crity}\cdot f_{myd})+\sigma_{zd}/(K_{critz}\cdot f_{mzd})=0.108+0.000= 0.11 < 1$ (EC5 Εξ.6.33)
 Ο έλεγχος ικανοποιείται

Εφελκυστική τάση αμελητέα, ο έλεγχος κάμψης με αξονικό εφελκυσμό παραλείπεται (EC5 §6.2.3)

Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας (EC5 EN1995-1-1:2009, §6)

Ανω πέλαμα ράβδοι: 10, 11

Φόρτιση [kN/m]	Δράση	γ_g	γ_q	ψ_0
(Gk) Μόνιμο $G_{k1} = 0.508$, $G_{k2} = 0.180$, $G_{kf}=0.300$	Μόνιμη	1.35	0.00	
1.00				
(Qk1) Χιόν $Q_{ksL}= 0.374$, $Q_{ksR}= 0.374$	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	
0.70				
(Qk2) Χιόν $Q_{ksL}= 0.187$, $Q_{ksR}= 0.374$	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	
0.70				
(Qk3) Χιόν $Q_{ksL}= 0.374$, $Q_{ksR}= 0.187$	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	
0.70				
(Qk4) Άνεμος $Q_{kwL}= 0.295$, $Q_{kwR}=-0.221$	Στιγμιαία	0.00	1.50	
0.60				
(Qk5) Άνεμος $Q_{kwL}=-0.221$, $Q_{kwR}= 0.295$	Στιγμιαία	0.00	1.50	
0.60				
(Qkf) Κινητό $Q_{kf} = 1.200$	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	
0.70				
(Qki) Επιβεβλημένο (H) $Q_i = 0.300$	Βραχυχρόνια	0.00	1.50	
0.00				

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	k_{mod}	$-N/K_{mod}$	$+N/K_{mod}$
V/Kmod	M/Kmod				
1	$\gamma_g \cdot G_k$	Μόνιμη	0.60	0.000	0.525
0.685	0.259				
2	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k1}$	Μεσοχρόνια	0.80	0.000	0.650
0.848	0.321				
3	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k2}$	Μεσοχρόνια	0.80	0.000	0.650
0.848	0.321				
4	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k3}$	Μεσοχρόνια	0.80	0.000	0.650
0.848	0.321				
5	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k4}$	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.287
0.678	0.256				
6	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k5}$	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.287
0.374	0.141				
7	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{kf}$	Μεσοχρόνια	0.80	0.000	0.394
0.514	0.194				
8	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{ki}$	Βραχυχρόνια	0.90	0.000	0.533
0.695	0.263				
9	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k1} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k4} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{kf}$	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.473
0.799	0.302				
10	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k1} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k5} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{kf}$	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.473
0.617	0.233				
11	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k2} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k4} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{kf}$	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.473
0.678	0.256				
12	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k2} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k5} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{kf}$	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.473
0.617	0.233				
13	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k3} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k4} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{kf}$	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.473
0.799	0.302				
14	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k3} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k5} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{kf}$	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.473
0.617	0.233				
15	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k4} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k1} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{kf}$	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.417
0.848	0.321				
16	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k4} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k2} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{kf}$	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.417
0.763	0.288				
17	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k4} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k3} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{kf}$	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.417
0.848	0.321				
18	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k5} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k1} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{kf}$	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.417
0.544	0.206				
19	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k5} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k2} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{kf}$	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.417
0.544	0.206				
20	$\gamma_g \cdot G_k + \gamma_q \cdot Q_{k5} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{k3} + \gamma_q \cdot \psi_0 \cdot Q_{kf}$	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.417
0.544	0.206				

21 γγ.Gk+γγ.Qkf+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk4 0.544 0.206	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.417
22 γγ.Gk+γγ.Qkf+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk5 0.544 0.206	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.417
23 γγ.Gk+γγ.Qkf+γγ.ψο.Qk2+γγ.ψο.Qk4 0.459 0.173	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.417
24 γγ.Gk+γγ.Qkf+γγ.ψο.Qk2+γγ.ψο.Qk5 0.544 0.206	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.417
25 γγ.Gk+γγ.Qkf+γγ.ψο.Qk3+γγ.ψο.Qk4 0.544 0.206	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.417
26 γγ.Gk+γγ.Qkf+γγ.ψο.Qk3+γγ.ψο.Qk5 0.459 0.173	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.417
27 γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk4+γγ. 0.921 0.348	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.566
28 γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk5+γγ. 0.739 0.279	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.566
29 γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk2+γγ.ψο.Qk4+γγ. 0.836 0.316	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.566
30 γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk2+γγ.ψο.Qk5+γγ. 0.739 0.279	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.566
31 γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk3+γγ.ψο.Qk4+γγ. 0.921 0.348	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.566
32 γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk3+γγ.ψο.Qk5+γγ. 0.739 0.279	Στιγμιαία	1.10	0.000	0.566
Μέγιστες τιμές 0.921 0.348			0.000	0.650

Ελεγχος αντοχής διατομής Ανω πέλαμα ράβδοι: 10, 11

Ανω πέλαμα ράβδοι: 10, 11 , Συνδυασμός φόρτισης Νο 2

Ελεγχος εφελκυσμού παράλληλα προς τις ίνες, $Ft0d=0.520$ kN (EC5 §6.1.2)

Ορθογωνική διατομή, $b=60$ mm, $h=220$ mm, $A=13\,200$ mm²

Τροποποιητικός συντελεστής $K_{mod}=0.80$ (Πιν.3.1), Συντελεστής ασφαλ. υλικού $\gamma_M=1.30$ (Πιν. 2.3)

$ft0k=16.00$ N/mm², $ft0d=K_{mod}\cdot ft0k/\gamma_M=0.80\times 16.00/1.30=9.85$ N/mm² (EC5 Εξ.2.14)

$Ft0d=0.520$ kN, $\sigma_{t0d}=Ft0d/A_{netto}=1000\times 0.520/13200=0.04$ N/mm² < 9.85 N/mm²= $ft0d$ (Εξ.6.1)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Ανω πέλαμα ράβδοι: 10, 11 , Συνδυασμός φόρτισης Νο 31

Ελεγχος διάτμησης, $Fv=1.013$ kN (EC5 §6.1.7)

Ορθογωνική διατομή, $bef=0.67\times 60=40$ mm, $h=220$ mm, $A=8\,800$ mm²

Τροποποιητικός συντελεστής $K_{mod}=1.10$ (Πιν.3.1), Συντελεστής ασφαλ. υλικού $\gamma_M=1.30$ (Πιν. 2.3)

$f_{vk}=2.80$ N/mm², $f_{vd}=K_{mod}\cdot f_{vk}/\gamma_M=1.10\times 2.80/1.30=2.37$ N/mm² (EC5 Εξ.2.14)

$Fv=1.013$ kN, $\tau_{v0d}=1.50Fv0d/A_{netto}=1000\times 1.50\times 1.013/8800=0.17$ N/mm² < 2.37 N/mm²= f_{v0d} (Εξ.6.13)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Ανω πέλαμα ράβδοι: 10, 11 , Συνδυασμός φόρτισης Νο 31

Ελεγχος κάμψης, $M_{yd}=0.383$ kNm, $M_{zd}=0.000$ kNm (EC5 §6.1.6)

Ορθογωνική διατομή, $b=60$ mm, $h=220$ mm, $A=1.320E+004$ mm², $W_y=4.840E+005$ mm³,

$W_z=1.320E+005$ mm³

Τροποποιητικός συντελεστής $K_{mod}=1.10$ (Πιν.3.1), Συντελεστής ασφαλ. υλικού $\gamma_M=1.30$ (Πιν. 2.3)

$f_{yk}=27.00$ N/mm², $f_{myd}=K_{mod}\cdot f_{yk}/\gamma_M=1.10\times 27.00/1.30=22.85$ N/mm²

$f_{mk}=27.00$ N/mm², $f_{mzd}=K_{mod}\cdot f_{mk}/\gamma_M=1.10\times 27.00/1.30=22.85$ N/mm²

Ορθογωνική διατομή $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2))

$\sigma_{yd}=M_{yd}/W_{my}, netto=1E+06\times 0.383/4.840E+005=0.79$ N/mm²

$\sigma_{zd}=M_{zd}/W_{mz}, netto=1E+06\times 0.000/1.320E+005=0.00$ N/mm²

$\sigma_{yd}/f_{myd}+K_m\cdot \sigma_{zd}/f_{mzd}=0.035+0.000=0.03$ < 1 (EC5 Εξ.6.11)

$K_m\cdot \sigma_{yd}/f_{myd}+\sigma_{zd}/f_{mzd}=0.024+0.000=0.02$ < 1 (EC5 Εξ.6.12)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Ανω πέλαμα ράβδοι: 10, 11 , Συνδυασμός φόρτισης Νο 31

Ελεγχος κάμψης δοκών με κύρτωση, $M_{yd}=0.383$ kNm, $M_{zd}=0.000$ kNm (EC5 §6.3.3)

Ορθογωνική διατομή, $b=60$ mm, $h=220$ mm, $A=1.320E+004$ mm², $W_y=4.840E+005$ mm³,

$W_z=1.320E+005$ mm³

Τροποποιητικός συντελεστής $K_{mod}=1.10$ (Πιν.3.1), Συντελεστής ασφαλ. υλικού $\gamma_M=1.30$ (Πιν. 2.3)

$f_{c0k}=22.00$ N/mm², $f_{c0d}=K_{mod}\cdot f_{c0k}/\gamma_M=1.10\times 22.00/1.30=18.62$ N/mm²

$f_{yk}=27.00$ N/mm², $f_{myd}=K_{mod}\cdot f_{yk}/\gamma_M=1.10\times 27.00/1.30=22.85$ N/mm²

$f_{mk}=27.00$ N/mm², $f_{mzd}=K_{mod}\cdot f_{mk}/\gamma_M=1.10\times 27.00/1.30=22.85$ N/mm²

Ορθογωνική διατομή $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2))

$\sigma_{yd}=M_{yd}/W_{my}, netto=1E+06\times 0.383/4.840E+005=0.79$ N/mm²

$$\sigma_{mzd} = M_{zd} / W_{mz, netto} = 1E+06 \times 0.000 / 1.320E+005 = 0.00 \text{ N/mm}^2$$

Μήκη Λυγισμού

$$S_{ky} = 1.00 \times 1.512 = 1.512 \text{ m} = 1512 \text{ mm (πιο δυσμενές)}$$

$$S_{kz} = 0.20 \times 1.512 = 0.300 \text{ m} = 300 \text{ mm (απόσταση εγκ. στηρίξ./μήκος$$

$$\text{ράβδου} = 0.30 / 1.51 = 0.20)$$

Λυγηρότητες

$$i_y = (I_y / A)^{1/2} = 0.289 \times 220 = 64 \text{ mm}, \lambda_y = 1512 / 64 = 23.63$$

$$i_z = (I_z / A)^{1/2} = 0.289 \times 60 = 17 \text{ mm}, \lambda_z = 300 / 17 = 17.65$$

$$\sigma_{m, crit} = 0.78 \cdot b^2 \cdot E_{005} / (h \cdot L_{ef}) = 0.78 \times 60^2 \times 8000 / (220 \times 1361) = 75.03 \text{ N/mm}^2 \text{ (EC5 Εξ.6.32)}$$

$$\sigma_{m, crit} = 0.78 \cdot b^2 \cdot E_{005} / (h \cdot L_{ef}) = 0.78 \times 220^2 \times 8000 / (60 \times 300) = 16778.67 \text{ N/mm}^2 \text{ (EC5 Εξ.6.32)}$$

Κρίσιμες τάσεις

$$\sigma_{m, crit_y} = 75.03 \text{ N/mm}^2, \lambda_{rel, my} = (f_{yk} / \sigma_{m, crit_y})^{1/2} = 0.60 \text{ (EC5 Εξ.6.30)}$$

$$\sigma_{m, crit_z} = 16778.67 \text{ N/mm}^2, \lambda_{rel, mz} = (f_{mk} / \sigma_{m, crit_z})^{1/2} = 0.04 \text{ (EC5 Εξ.6.30)}$$

$$\lambda_{rel, my} = 0.60, (\lambda_{rel} \leq 0.75), K_{crit_y} = 1.00 \text{ (EC5 Εξ.6.34)}$$

$$\lambda_{rel, mz} = 0.04, (\lambda_{rel} \leq 0.75), K_{crit_z} = 1.00 \text{ (EC5 Εξ.6.34)}$$

$$\sigma_{myd} / (K_{crit_y} \cdot f_{myd}) + K_{m, \sigma_{mzd}} / (K_{crit_z} \cdot f_{mzd}) = 0.035 + 0.000 = 0.03 < 1 \text{ (EC5 Εξ.6.33)}$$

$$K_{m, \sigma_{myd}} / (K_{crit_y} \cdot f_{myd}) + \sigma_{mzd} / (K_{crit_z} \cdot f_{mzd}) = 0.024 + 0.000 = 0.02 < 1 \text{ (EC5 Εξ.6.33)}$$

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Εφελκυστική τάση αμελητέα, ο έλεγχος κάμψης με αξονικό εφελκυσμό παραλείπεται (EC5 §6.2.3)

Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας (EC5 EN1995-1-1:2009, §6)

Κάτω πέλαμα ράβδοι: 5, 6

Φόρτιση	[kN/m]	Δράση	γ _g	γ _q	ψ ₀
(Gk)	Μόνιμο Gk1 = 0.508, Gk2 = 0.180, Gkf=0.300	Μόνιμη	1.35	0.00	
1.00					
(Qk1)	Χιόν QksL= 0.374, QksR= 0.374	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	
0.70					
(Qk2)	Χιόν QksL= 0.187, QksR= 0.374	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	
0.70					
(Qk3)	Χιόν QksL= 0.374, QksR= 0.187	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	
0.70					
(Qk4)	Ανεμος QkwL= 0.295, QkwR=-0.221	Στιγμιαία	0.00	1.50	
0.60					
(Qk5)	Ανεμος QkwL=-0.221, QkwR= 0.295	Στιγμιαία	0.00	1.50	
0.60					
(Qkf)	Κινητό Qkf = 1.200	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	
0.70					
(Qki)	Επιβεβλημένο (H) Qi = 0.300	Βραχυχρόνια	0.00	1.50	
0.00					

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	k _{mod}	-N/K _{mod}	+N/K _{mod}
V/K _{mod}	M/K _{mod}				
1	γ _g .Gk	Μόνιμη	0.60	0.000	3.181
3.240	2.934				
2	γ _g .Gk+γ _q .Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	0.000	3.270
2.430	2.363				
3	γ _g .Gk+γ _q .Qk2	Μεσοχρόνια	0.80	0.000	3.049
2.450	2.383				
4	γ _g .Gk+γ _q .Qk3	Μεσοχρόνια	0.80	0.000	3.049
2.450	2.383				
5	γ _g .Gk+γ _q .Qk4	Στιγμιαία	1.10	0.000	1.735
1.767	1.600				
6	γ _g .Gk+γ _q .Qk5	Στιγμιαία	1.10	0.000	1.735
1.767	1.600				
7	γ _g .Gk+γ _q .Qkf	Μεσοχρόνια	0.80	0.000	5.234
9.180	7.621				
8	γ _g .Gk+γ _q .Qki	Βραχυχρόνια	0.90	0.000	2.751
2.160	2.072				
9	γ _g .Gk+γ _q .Qk1+γ _q .ψ ₀ .Qk4+γ _q .ψ ₀ .Qkf	Στιγμιαία	1.10	0.000	3.828
5.204	4.478				
10	γ _g .Gk+γ _q .Qk1+γ _q .ψ ₀ .Qk5+γ _q .ψ ₀ .Qkf	Στιγμιαία	1.10	0.000	3.828
5.204	4.478				
11	γ _g .Gk+γ _q .Qk2+γ _q .ψ ₀ .Qk4+γ _q .ψ ₀ .Qkf	Στιγμιαία	1.10	0.000	3.668
5.218	4.493				
12	γ _g .Gk+γ _q .Qk2+γ _q .ψ ₀ .Qk5+γ _q .ψ ₀ .Qkf	Στιγμιαία	1.10	0.000	3.668
5.218	4.493				
13	γ _g .Gk+γ _q .Qk3+γ _q .ψ ₀ .Qk4+γ _q .ψ ₀ .Qkf	Στιγμιαία	1.10	0.000	3.668
5.218	4.493				
14	γ _g .Gk+γ _q .Qk3+γ _q .ψ ₀ .Qk5+γ _q .ψ ₀ .Qkf	Στιγμιαία	1.10	0.000	3.668
5.218	4.493				

15 γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qkf 5.204 4.443	Στιγμιαία	1.10	0.000	3.635
16 γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk2+γγ.ψο.Qkf 5.214 4.453	Στιγμιαία	1.10	0.000	3.523
17 γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk3+γγ.ψο.Qkf 5.214 4.453	Στιγμιαία	1.10	0.000	3.523
18 γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qkf 5.204 4.443	Στιγμιαία	1.10	0.000	3.635
19 γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk2+γγ.ψο.Qkf 5.214 4.453	Στιγμιαία	1.10	0.000	3.523
20 γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk3+γγ.ψο.Qkf 5.214 4.453	Στιγμιαία	1.10	0.000	3.523
21 γγ.Gk+γγ.Qkf+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk4 6.676 5.625	Στιγμιαία	1.10	0.000	4.257
22 γγ.Gk+γγ.Qkf+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk5 6.676 5.625	Στιγμιαία	1.10	0.000	4.257
23 γγ.Gk+γγ.Qkf+γγ.ψο.Qk2+γγ.ψο.Qk4 6.687 5.636	Στιγμιαία	1.10	0.000	4.144
24 γγ.Gk+γγ.Qkf+γγ.ψο.Qk2+γγ.ψο.Qk5 6.687 5.636	Στιγμιαία	1.10	0.000	4.144
25 γγ.Gk+γγ.Qkf+γγ.ψο.Qk3+γγ.ψο.Qk4 6.687 5.636	Στιγμιαία	1.10	0.000	4.144
26 γγ.Gk+γγ.Qkf+γγ.ψο.Qk3+γγ.ψο.Qk5 6.687 5.636	Στιγμιαία	1.10	0.000	4.144
27 γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk4+γγ. 5.204 4.537	Στιγμιαία	1.10	0.000	4.151
28 γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk5+γγ. 5.204 4.537	Στιγμιαία	1.10	0.000	4.151
29 γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk2+γγ.ψο.Qk4+γγ. 5.214 4.547	Στιγμιαία	1.10	0.000	4.039
30 γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk2+γγ.ψο.Qk5+γγ. 5.214 4.547	Στιγμιαία	1.10	0.000	4.039
31 γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk3+γγ.ψο.Qk4+γγ. 5.214 4.547	Στιγμιαία	1.10	0.000	4.039
32 γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk3+γγ.ψο.Qk5+γγ. 5.214 4.547	Στιγμιαία	1.10	0.000	4.039
Μέγιστες τιμές 9.180 7.621			0.000	5.234

Ελεγχοι αντοχής διατομής Κάτω πέλαμα ράβδοι: 5, 6

Κάτω πέλαμα ράβδοι: 5, 6, Συνδυασμός φόρτισης Νο 7

Ελεγχος εφελκυσμού παράλληλα προς τις ίνες, $F_{t0d}=4.187$ kN (EC5 §6.1.2)

Ορθογωνική διατομή, $b=60$ mm, $h=220$ mm, $A=13\,200$ mm²

Τροποποιητικός συντελεστής $K_{mod}=0.80$ (Πιν.3.1), Συντελεστής ασφαλ. υλικού $\gamma_M=1.30$ (Πιν. 2.3)

$f_{t0k}=16.00$ N/mm², $f_{t0d}=K_{mod} \cdot f_{t0k} / \gamma_M = 0.80 \times 16.00 / 1.30 = 9.85$ N/mm² (EC5 Εξ.2.14)

$F_{t0d}=4.187$ kN, $\sigma_{t0d}=F_{t0d} / A_{netto} = 1000 \times 4.187 / 13200 = 0.32$ N/mm² < 9.85 N/mm² = f_{t0d} (Εξ.6.1)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Κάτω πέλαμα ράβδοι: 5, 6, Συνδυασμός φόρτισης Νο 7

Ελεγχος διάτμησης, $F_v=7.344$ kN (EC5 §6.1.7)

Ορθογωνική διατομή, $bef=0.67 \times 60=40$ mm, $h=220$ mm, $A=8\,800$ mm²

Τροποποιητικός συντελεστής $K_{mod}=0.80$ (Πιν.3.1), Συντελεστής ασφαλ. υλικού $\gamma_M=1.30$ (Πιν. 2.3)

$f_{vk}=2.80$ N/mm², $f_{vd}=K_{mod} \cdot f_{vk} / \gamma_M = 0.80 \times 2.80 / 1.30 = 1.72$ N/mm² (EC5 Εξ.2.14)

$F_v=7.344$ kN, $\tau_{v0d}=1.50 F_{v0d} / A_{netto} = 1000 \times 1.50 \times 7.344 / 8800 = 1.25$ N/mm² < 1.72 N/mm² = f_{v0d} (Εξ.6.13)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Κάτω πέλαμα ράβδοι: 5, 6, Συνδυασμός φόρτισης Νο 7

Ελεγχος κάμψης, $M_{yd}=6.097$ kNm, $M_{zd}=0.000$ kNm (EC5 §6.1.6)

Ορθογωνική διατομή, $b=60$ mm, $h=220$ mm, $A=1.320E+004$ mm², $W_y=4.840E+005$ mm³, $W_z=1.320E+005$ mm³

Τροποποιητικός συντελεστής $K_{mod}=0.80$ (Πιν.3.1), Συντελεστής ασφαλ. υλικού $\gamma_M=1.30$ (Πιν. 2.3)

$f_{myk}=27.00$ N/mm², $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{myk} / \gamma_M = 0.80 \times 27.00 / 1.30 = 16.62$ N/mm²

$f_{mzk}=27.00$ N/mm², $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mzk} / \gamma_M = 0.80 \times 27.00 / 1.30 = 16.62$ N/mm²

Ορθογωνική διατομή $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2))

$\sigma_{yd}=M_{yd} / W_{my}, netto=1E+06 \times 6.097 / 4.840E+005 = 12.60$ N/mm²

$\sigma_{zd}=M_{zd} / W_{mz}, netto=1E+06 \times 0.000 / 1.320E+005 = 0.00$ N/mm²

$\sigma_{yd} / f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{zd} / f_{mzd} = 0.758 + 0.000 = 0.76 < 1$ (EC5 Εξ.6.11)

$K_m \cdot \sigma_{yd} / f_{myd} + \sigma_{zd} / f_{mzd} = 0.531 + 0.000 = 0.53 < 1$ (EC5 Εξ.6.12)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Κάτω πέλμα ράβδοι: 5, 6, Συνδυασμός φόρτισης Νο 7

Έλεγχος κάμψης με αξονικό εφελκυσμό, $Ft0d=4.187kN$, $Myd=6.097kNm$, $Mzd=0.000kNm$ (EC5 §6.2.3)

Ορθογωνική διατομή, $b=60mm$, $h=220mm$, $A=1.320E+004mm^2$, $Wy=4.840E+005mm^3$, $Wz=1.320E+005mm^3$

Τροποποιητικός συντελεστής $Kmod=0.80$ (Πιν.3.1), Συντελεστής ασφαλ. υλικού $\gamma M=1.30$ (Πιν. 2.3)

$ft0k=16.00 N/mm^2$, $ft0d=Kmod \cdot ft0k/\gamma M=0.80 \times 16.00/1.30=9.85N/mm^2$

$fmyk=27.00 N/mm^2$, $fmyd=Kmod \cdot fmyk/\gamma M=0.80 \times 27.00/1.30=16.62N/mm^2$

$fmzk=27.00 N/mm^2$, $fmzd=Kmod \cdot fmzk/\gamma M=0.80 \times 27.00/1.30=16.62N/mm^2$

Ορθογωνική διατομή $Km=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2))

$\sigma 0d=Ft0d/Anetto=1000 \times 4.187/13200=0.32 N/mm^2$

$\sigma yd=Myd/Wmy, netto=1E+06 \times 6.097/4.840E+005=12.60 N/mm^2$

$\sigma zd=Mzd/Wmz, netto=1E+06 \times 0.000/1.320E+005=0.00 N/mm^2$

$\sigma 0d/ft0d+\sigma yd/fmyd+Km \cdot \sigma zd/fmzd=0.032+0.758+0.000=0.79 < 1$ (EC5 Εξ.6.17)

$\sigma 0d/ft0d+Km \cdot \sigma yd/fmyd+\sigma zd/fmzd=0.032+0.531+0.000=0.56 < 1$ (EC5 Εξ.6.18)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Κάτω πέλμα ράβδοι: 5, 6, Συνδυασμός φόρτισης Νο 7

Έλεγχος κάμψης με αξονικό εφελκυσμό, $Ft0d=4.187kN$, $Myd=6.097kNm$, $Mzd=0.000kNm$ (EC5 §6.2.3)

Ορθογωνική διατομή, $b=60mm$, $h=220mm$, $A=1.320E+004mm^2$, $Wy=4.840E+005mm^3$, $Wz=1.320E+005mm^3$

Τροποποιητικός συντελεστής $Kmod=0.80$ (Πιν.3.1), Συντελεστής ασφαλ. υλικού $\gamma M=1.30$ (Πιν. 2.3)

$ft0k=16.00 N/mm^2$, $ft0d=Kmod \cdot ft0k/\gamma M=0.80 \times 16.00/1.30=9.85N/mm^2$

$fmyk=27.00 N/mm^2$, $fmyd=Kmod \cdot fmyk/\gamma M=0.80 \times 27.00/1.30=16.62N/mm^2$

$fmzk=27.00 N/mm^2$, $fmzd=Kmod \cdot fmzk/\gamma M=0.80 \times 27.00/1.30=16.62N/mm^2$

Ορθογωνική διατομή $Km=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2))

$\sigma 0d=Ft0d/Anetto=1000 \times 4.187/13200=0.32 N/mm^2$

$\sigma yd=Myd/Wmy, netto=1E+06 \times 6.097/4.840E+005=12.60 N/mm^2$

$\sigma zd=Mzd/Wmz, netto=1E+06 \times 0.000/1.320E+005=0.00 N/mm^2$

$\sigma 0d/ft0d+\sigma yd/fmyd+Km \cdot \sigma zd/fmzd=0.032+0.758+0.000=0.79 < 1$ (EC5 Εξ.6.17)

$\sigma 0d/ft0d+Km \cdot \sigma yd/fmyd+\sigma zd/fmzd=0.032+0.531+0.000=0.56 < 1$ (EC5 Εξ.6.18)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας (EC5 EN1995-1-1:2009, §6)

Ράβδοι: 7, 8

Φόρτιση [kN/m]	Δράση	γg	γq	ψ_0
(Gk) Μόνιμο $Gk1 = 0.508$, $Gk2 = 0.180$, $Gkf=0.300$	Μόνιμη	1.35	0.00	
1.00				
(Qk1) Χιόν $QksL= 0.374$, $QksR= 0.374$	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	
0.70				
(Qk2) Χιόν $QksL= 0.187$, $QksR= 0.374$	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	
0.70				
(Qk3) Χιόν $QksL= 0.374$, $QksR= 0.187$	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	
0.70				
(Qk4) Άνεμος $QkwL= 0.295$, $QkwR=-0.221$	Στιγμιαία	0.00	1.50	
0.60				
(Qk5) Άνεμος $QkwL=-0.221$, $QkwR= 0.295$	Στιγμιαία	0.00	1.50	
0.60				
(Qkf) Κινητό $Qkf = 1.200$	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	
0.70				
(Qki) Επιβεβλημένο (H) $Qi = 0.300$	Βραχυχρόνια	0.00	1.50	
0.00				

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	$kmod$	-N/Kmod	+N/Kmod
V/Kmod	M/Kmod				
1	$\gamma g \cdot Gk$	Μόνιμη	0.60	-5.180	0.000
3.181	2.934				
2	$\gamma g \cdot Gk + \gamma q \cdot Qk1$	Μεσοχρόνια	0.80	-6.410	0.000
3.270	2.363				
3	$\gamma g \cdot Gk + \gamma q \cdot Qk2$	Μεσοχρόνια	0.80	-6.179	0.000
3.049	2.383				
4	$\gamma g \cdot Gk + \gamma q \cdot Qk3$	Μεσοχρόνια	0.80	-6.179	0.000
3.049	2.383				
5	$\gamma g \cdot Gk + \gamma q \cdot Qk4$	Στιγμιαία	1.10	-2.826	0.000
3.124	2.576				
6	$\gamma g \cdot Gk + \gamma q \cdot Qk5$	Στιγμιαία	1.10	-2.826	0.000
3.129	2.581				
7	$\gamma g \cdot Gk + \gamma q \cdot Qkf$	Μεσοχρόνια	0.80	-3.885	0.000
5.234	7.621				

8 γγ.Gk+γγ.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	-5.253	0.000
2.751 2.072				
9 γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk4+γγ.ψο.Qkf	Στιγμιαία	1.10	-4.662	0.000
4.661 5.063				
10 γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk5+γγ.ψο.Qkf	Στιγμιαία	1.10	-4.662	0.000
4.665 5.066				
11 γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk4+γγ.ψο.Qkf	Στιγμιαία	1.10	-4.411	0.000
4.501 4.989				
12 γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk5+γγ.ψο.Qkf	Στιγμιαία	1.10	-4.494	0.000
4.504 5.081				
13 γγ.Gk+γγ.Qk3+γγ.ψο.Qk4+γγ.ψο.Qkf	Στιγμιαία	1.10	-4.494	0.000
4.501 5.078				
14 γγ.Gk+γγ.Qk3+γγ.ψο.Qk5+γγ.ψο.Qkf	Στιγμιαία	1.10	-4.411	0.000
4.504 4.992				
15 γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qkf	Στιγμιαία	1.10	-4.111	0.000
5.024 5.418				
16 γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk2+γγ.ψο.Qkf	Στιγμιαία	1.10	-3.856	0.000
4.911 5.366				
17 γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk3+γγ.ψο.Qkf	Στιγμιαία	1.10	-3.993	0.000
4.911 5.428				
18 γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qkf	Στιγμιαία	1.10	-4.111	0.000
5.029 5.423				
19 γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk2+γγ.ψο.Qkf	Στιγμιαία	1.10	-3.993	0.000
4.917 5.433				
20 γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk3+γγ.ψο.Qkf	Στιγμιαία	1.10	-3.856	0.000
4.917 5.371				
21 γγ.Gk+γγ.Qkf+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-4.111	0.000
5.090 6.210				
22 γγ.Gk+γγ.Qkf+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-4.111	0.000
5.093 6.213				
23 γγ.Gk+γγ.Qkf+γγ.ψο.Qk2+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-3.911	0.000
4.977 6.159				
24 γγ.Gk+γγ.Qkf+γγ.ψο.Qk2+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-3.993	0.000
4.981 6.224				
25 γγ.Gk+γγ.Qkf+γγ.ψο.Qk3+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-3.993	0.000
4.977 6.221				
26 γγ.Gk+γγ.Qkf+γγ.ψο.Qk3+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-3.911	0.000
4.981 6.162				
27 γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk4+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-5.584	0.000
4.984 5.122				
28 γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk5+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-5.584	0.000
4.987 5.125				
29 γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk2+γγ.ψο.Qk4+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-5.383	0.000
4.872 5.071				
30 γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk2+γγ.ψο.Qk5+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-5.466	0.000
4.875 5.136				
31 γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk3+γγ.ψο.Qk4+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-5.466	0.000
4.872 5.133				
32 γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk3+γγ.ψο.Qk5+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-5.383	0.000
4.875 5.073				
Μέγιστες τιμές			-6.410	0.000
5.234 7.621				

Έλεγχοι αντοχής διατομής Ράβδοι: 7, 8

Ράβδοι: 7, 8, Συνδυασμός φόρτισης Νο 2

Έλεγχος θλίψης παράλληλα προς τις ίνες, $F_{c0d} = -5.128 \text{ kN}$ (EC5 §6.1.4)

Ορθογωνική διατομή, $b=60 \text{ mm}$, $h=220 \text{ mm}$, $A=13\,200 \text{ mm}^2$

Τροποποιητικός συντελεστής $K_{mod}=0.80$ (Πιν.3.1), Συντελεστής ασφαλ. υλικού $\gamma_M=1.30$ (Πιν. 2.3)

$f_{c0k}=22.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k} / \gamma_M = 0.80 \times 22.00 / 1.30 = 13.54 \text{ N/mm}^2$ (EC5 Εξ.2.14)

$F_{c0d} = -5.128 \text{ kN}$, $\sigma_{c0d} = F_{c0d} / A_{netto} = 1000 \times 5.128 / 13200 = 0.39 \text{ N/mm}^2 < 13.54 \text{ N/mm}^2 = f_{c0d}$ (Εξ.6.2)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Ράβδοι: 7, 8, Συνδυασμός φόρτισης Νο 7

Έλεγχος διάτμησης, $F_v = 4.187 \text{ kN}$ (EC5 §6.1.7)

Ορθογωνική διατομή, $b_{ef}=0.67 \times 60 = 40 \text{ mm}$, $h=220 \text{ mm}$, $A=8\,800 \text{ mm}^2$

Τροποποιητικός συντελεστής $K_{mod}=0.80$ (Πιν.3.1), Συντελεστής ασφαλ. υλικού $\gamma_M=1.30$ (Πιν. 2.3)

$f_{vk}=2.80 \text{ N/mm}^2$, $f_{vd}=K_{mod} \cdot f_{vk} / \gamma_M = 0.80 \times 2.80 / 1.30 = 1.72 \text{ N/mm}^2$ (EC5 Εξ.2.14)

$F_v = 4.187 \text{ kN}$, $\tau_{v0d} = 1.50 F_{v0d} / A_{netto} = 1000 \times 1.50 \times 4.187 / 8800 = 0.71 \text{ N/mm}^2 < 1.72 \text{ N/mm}^2 = f_{v0d}$ (Εξ.6.13)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Ράβδοι: 7, 8, Συνδυασμός φόρτισης Νο 7

Έλεγχος κάμψης, $M_{yd}=6.097 \text{ kNm}$, $M_{zd}=0.000 \text{ kNm}$ (EC5 §6.1.6)

Ορθογωνική διατομή, $b=60\text{mm}$, $h=220\text{mm}$, $A=1.320\text{E}+004\text{mm}^2$, $W_y=4.840\text{E}+005\text{mm}^3$, $W_z=1.320\text{E}+005\text{mm}^3$

Τροποποιητικός συντελεστής $K_{mod}=0.80$ (Πιν.3.1), Συντελεστής ασφαλ. υλικού $\gamma_M=1.30$ (Πιν. 2.3)

$$f_{yk}=27.00 \text{ N/mm}^2, f_{ymd}=K_{mod} \cdot f_{yk} / \gamma_M = 0.80 \times 27.00 / 1.30 = 16.62 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{mk}=27.00 \text{ N/mm}^2, f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mk} / \gamma_M = 0.80 \times 27.00 / 1.30 = 16.62 \text{ N/mm}^2$$

Ορθογωνική διατομή $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2))

$$\sigma_{yd}=M_{yd}/W_y, \text{netto}=1\text{E}+06 \times 6.097 / 4.840\text{E}+005 = 12.60 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{zd}=M_{zd}/W_z, \text{netto}=1\text{E}+06 \times 0.000 / 1.320\text{E}+005 = 0.00 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{yd}/f_{ymd} + K_m \cdot \sigma_{zd}/f_{mzd} = 0.758 + 0.000 = 0.76 < 1 \text{ (EC5 Εξ.6.11)}$$

$$K_m \cdot \sigma_{yd}/f_{ymd} + \sigma_{zd}/f_{mzd} = 0.531 + 0.000 = 0.53 < 1 \text{ (EC5 Εξ.6.12)}$$

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Ράβδοι: 7, 8, Συνδυασμός φόρτισης Νο 2

Έλεγχος κάμψης με αξονική θλίψη, $F_{c0d}=-5.128\text{kN}$, $M_{yd}=1.890\text{kNm}$, $M_{zd}=0.000\text{kNm}$ (EC5 §6.2.4)

Ορθογωνική διατομή, $b=60\text{mm}$, $h=220\text{mm}$, $A=1.320\text{E}+004\text{mm}^2$, $W_y=4.840\text{E}+005\text{mm}^3$, $W_z=1.320\text{E}+005\text{mm}^3$

Τροποποιητικός συντελεστής $K_{mod}=0.80$ (Πιν.3.1), Συντελεστής ασφαλ. υλικού $\gamma_M=1.30$ (Πιν. 2.3)

$$f_{c0k}=22.00 \text{ N/mm}^2, f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k} / \gamma_M = 0.80 \times 22.00 / 1.30 = 13.54 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{yk}=27.00 \text{ N/mm}^2, f_{ymd}=K_{mod} \cdot f_{yk} / \gamma_M = 0.80 \times 27.00 / 1.30 = 16.62 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{mk}=27.00 \text{ N/mm}^2, f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mk} / \gamma_M = 0.80 \times 27.00 / 1.30 = 16.62 \text{ N/mm}^2$$

Ορθογωνική διατομή $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2))

$$\sigma_{c0d}=F_{c0d}/A_{\text{netto}}=1000 \times 5.128 / 13200 = 0.39 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{yd}=M_{yd}/W_y, \text{netto}=1\text{E}+06 \times 1.890 / 4.840\text{E}+005 = 3.91 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{zd}=M_{zd}/W_z, \text{netto}=1\text{E}+06 \times 0.000 / 1.320\text{E}+005 = 0.00 \text{ N/mm}^2$$

$$(\sigma_{c0d}/f_{c0d})^2 + \sigma_{yd}/f_{ymd} + K_m \cdot \sigma_{zd}/f_{mzd} = 0.001 + 0.235 + 0.000 = 0.24 < 1 \text{ (EC5 Εξ.6.19)}$$

$$(\sigma_{c0d}/f_{c0d})^2 + K_m \cdot \sigma_{yd}/f_{ymd} + \sigma_{zd}/f_{mzd} = 0.001 + 0.165 + 0.000 = 0.17 < 1 \text{ (EC5 Εξ.6.20)}$$

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Ράβδοι: 7, 8, Συνδυασμός φόρτισης Νο 7

Έλεγχος κάμψης με αξονική θλίψη, $F_{c0d}=-3.108\text{kN}$, $M_{yd}=6.097\text{kNm}$, $M_{zd}=0.000\text{kNm}$ (EC5 §6.2.4)

Ορθογωνική διατομή, $b=60\text{mm}$, $h=220\text{mm}$, $A=1.320\text{E}+004\text{mm}^2$, $W_y=4.840\text{E}+005\text{mm}^3$, $W_z=1.320\text{E}+005\text{mm}^3$

Τροποποιητικός συντελεστής $K_{mod}=0.80$ (Πιν.3.1), Συντελεστής ασφαλ. υλικού $\gamma_M=1.30$ (Πιν. 2.3)

$$f_{c0k}=22.00 \text{ N/mm}^2, f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k} / \gamma_M = 0.80 \times 22.00 / 1.30 = 13.54 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{yk}=27.00 \text{ N/mm}^2, f_{ymd}=K_{mod} \cdot f_{yk} / \gamma_M = 0.80 \times 27.00 / 1.30 = 16.62 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{mk}=27.00 \text{ N/mm}^2, f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mk} / \gamma_M = 0.80 \times 27.00 / 1.30 = 16.62 \text{ N/mm}^2$$

Ορθογωνική διατομή $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2))

$$\sigma_{c0d}=F_{c0d}/A_{\text{netto}}=1000 \times 3.108 / 13200 = 0.24 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{yd}=M_{yd}/W_y, \text{netto}=1\text{E}+06 \times 6.097 / 4.840\text{E}+005 = 12.60 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{zd}=M_{zd}/W_z, \text{netto}=1\text{E}+06 \times 0.000 / 1.320\text{E}+005 = 0.00 \text{ N/mm}^2$$

$$(\sigma_{c0d}/f_{c0d})^2 + \sigma_{yd}/f_{ymd} + K_m \cdot \sigma_{zd}/f_{mzd} = 0.000 + 0.758 + 0.000 = 0.76 < 1 \text{ (EC5 Εξ.6.19)}$$

$$(\sigma_{c0d}/f_{c0d})^2 + K_m \cdot \sigma_{yd}/f_{ymd} + \sigma_{zd}/f_{mzd} = 0.000 + 0.531 + 0.000 = 0.53 < 1 \text{ (EC5 Εξ.6.20)}$$

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Ράβδοι: 7, 8, Συνδυασμός φόρτισης Νο 2

Έλεγχος Λυγισμού με κάμψη, $F_{c0d}=-5.128\text{kN}$, $M_{yd}=1.890\text{kNm}$, $M_{zd}=0.000\text{kNm}$ (EC5 §6.3.2)

Ορθογωνική διατομή, $b=60\text{mm}$, $h=220\text{mm}$, $A=1.320\text{E}+004\text{mm}^2$, $W_y=4.840\text{E}+005\text{mm}^3$, $W_z=1.320\text{E}+005\text{mm}^3$

Τροποποιητικός συντελεστής $K_{mod}=0.80$ (Πιν.3.1), Συντελεστής ασφαλ. υλικού $\gamma_M=1.30$ (Πιν. 2.3, $E_{005}=8000\text{MPa}$)

$$f_{c0k}=22.00 \text{ N/mm}^2, f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k} / \gamma_M = 0.80 \times 22.00 / 1.30 = 13.54 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{yk}=27.00 \text{ N/mm}^2, f_{ymd}=K_{mod} \cdot f_{yk} / \gamma_M = 0.80 \times 27.00 / 1.30 = 16.62 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{mk}=27.00 \text{ N/mm}^2, f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mk} / \gamma_M = 0.80 \times 27.00 / 1.30 = 16.62 \text{ N/mm}^2$$

Ορθογωνική διατομή $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2))

$$\sigma_{c0d}=F_{c0d}/A_{\text{netto}}=1000 \times 5.128 / 13200 = 0.39 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{yd}=M_{yd}/W_y, \text{netto}=1\text{E}+06 \times 1.890 / 4.840\text{E}+005 = 3.91 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{zd}=M_{zd}/W_z, \text{netto}=1\text{E}+06 \times 0.000 / 1.320\text{E}+005 = 0.00 \text{ N/mm}^2$$

Μήκη Λυγισμού

$$S_{ky} = 1.00 \times 1.200 = 1.200 \text{ m} = 1200 \text{ mm (πιο δυσμενές)}$$

$$S_{kz} = 1.00 \times 1.200 = 1.200 \text{ m} = 1200 \text{ mm (πιο δυσμενές)}$$

Λυγηρότητες

$$i_y = (I_y/A)^{1/2} = 0.289 \times 220 = 64 \text{ mm}, \lambda_y = 1200 / 64 = 18.75$$

$$i_z = (I_z/A)^{1/2} = 0.289 \times 60 = 17 \text{ mm}, \lambda_z = 1200 / 17 = 70.59$$

Κρίσιμες τάσεις

$$\sigma_{c, \text{crit}y} = \pi^2 E_{005} / \lambda_y^2 = 224.59 \text{ N/mm}^2, \lambda_{\text{rel}, y} = (f_{c0k} / \sigma_{c, \text{crit}y})^{1/2} = 0.31 \text{ (EC5 Εξ.6.21)}$$

$$\sigma_{c, \text{crit}z} = \pi^2 E_{005} / \lambda_z^2 = 15.85 \text{ N/mm}^2, \lambda_{\text{rel}, z} = (f_{c0k} / \sigma_{c, \text{crit}z})^{1/2} = 1.18 \text{ (EC5 Εξ.6.22)}$$

$$\beta_c = 0.20 \text{ (φυσικό ξύλο)}$$

$k_y=0.5[1+\beta_c(\lambda_{rel,y}-0.3)+\lambda_{rel,y}^2]=0.55$, $K_{cy}=1/(k_y+(k_y^2-\lambda_{rel,y}^2)^{1/2})=0.997$ (Εξ.6.27 6.25)

$k_z=0.5[1+\beta_c(\lambda_{rel,z}-0.3)+\lambda_{rel,z}^2]=1.28$, $K_{cz}=1/(k_z+(k_z^2-\lambda_{rel,z}^2)^{1/2})=0.560$ (Εξ.6.28 6.26)

$\sigma_{0d}/(K_{cy}\cdot f_{c0d})+\sigma_{myd}/f_{myd}+K_m\cdot\sigma_{mzd}/f_{mzd}=0.029+0.235+0.000=0.26 < 1$ (EC5 Εξ.6.23)

$\sigma_{0d}/(K_{cz}\cdot f_{c0d})+K_m\cdot\sigma_{myd}/f_{myd}+\sigma_{mzd}/f_{mzd}=0.051+0.165+0.000=0.22 < 1$ (EC5 Εξ.6.24)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Πάβδοι: 7, 8, Συνδυασμός φόρτισης Νο 7

Έλεγχος Λυγισμού με κάμψη, $F_{c0d}=-3.108kN$, $M_{yd}=6.097kNm$, $M_{zd}=0.000kNm$ (EC5 §6.3.2)

Ορθογωνική διατομή, $b=60mm$, $h=220mm$, $A=1.320E+004mm^2$, $W_y=4.840E+005mm^3$,

$W_z=1.320E+005mm^3$

Τροποποιητικός συντελεστής $K_{mod}=0.80$ (Πιν.3.1), Συντελεστής ασφαλ. υλικού

$\gamma_M=1.30$ (Πιν. 2.3, $E_{005}=8000MPa$)

$f_{c0k}=22.00 N/mm^2$, $f_{c0d}=K_{mod}\cdot f_{c0k}/\gamma_M=0.80\times 22.00/1.30=13.54N/mm^2$

$f_{yk}=27.00 N/mm^2$, $f_{myd}=K_{mod}\cdot f_{yk}/\gamma_M=0.80\times 27.00/1.30=16.62N/mm^2$

$f_{mk}=27.00 N/mm^2$, $f_{mzd}=K_{mod}\cdot f_{mk}/\gamma_M=0.80\times 27.00/1.30=16.62N/mm^2$

Ορθογωνική διατομή $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2))

$\sigma_{0d}=F_{c0d}/A_{netto}=1000\times 3.108/13200=0.24 N/mm^2$

$\sigma_{myd}=M_{yd}/W_{my}$, $netto=1E+06\times 6.097/4.840E+005=12.60 N/mm^2$

$\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_{mz}$, $netto=1E+06\times 0.000/1.320E+005=0.00 N/mm^2$

Μήκη Λυγισμού

$S_{ky}=1.00\times 1.200=1.200 m=1200 mm$ (πιο δυσμενές)

$S_{kz}=1.00\times 1.200=1.200 m=1200 mm$ (πιο δυσμενές)

Λυγηρότητες

$i_y=(I_y/A)^{1/2}=0.289\times 220=64 mm$, $\lambda_y=1200/64=18.75$

$i_z=(I_z/A)^{1/2}=0.289\times 60=17 mm$, $\lambda_z=1200/17=70.59$

Κρίσιμες τάσεις

$\sigma_{c,crit,y}=\pi^2 E_{005}/\lambda_y^2=224.59 N/mm^2$, $\lambda_{rel,y}=(f_{c0k}/\sigma_{c,crit,y})^{1/2}=0.31$ (EC5 Εξ.6.21)

$\sigma_{c,crit,z}=\pi^2 E_{005}/\lambda_z^2=15.85 N/mm^2$, $\lambda_{rel,z}=(f_{c0k}/\sigma_{c,crit,z})^{1/2}=1.18$ (EC5 Εξ.6.22)

$\beta_c=0.20$ (φυσικό ξύλο)

$k_y=0.5[1+\beta_c(\lambda_{rel,y}-0.3)+\lambda_{rel,y}^2]=0.55$, $K_{cy}=1/(k_y+(k_y^2-\lambda_{rel,y}^2)^{1/2})=0.997$ (Εξ.6.27 6.25)

$k_z=0.5[1+\beta_c(\lambda_{rel,z}-0.3)+\lambda_{rel,z}^2]=1.28$, $K_{cz}=1/(k_z+(k_z^2-\lambda_{rel,z}^2)^{1/2})=0.560$ (Εξ.6.28 6.26)

$\sigma_{0d}/(K_{cy}\cdot f_{c0d})+\sigma_{myd}/f_{myd}+K_m\cdot\sigma_{mzd}/f_{mzd}=0.017+0.758+0.000=0.78 < 1$ (EC5 Εξ.6.23)

$\sigma_{0d}/(K_{cz}\cdot f_{c0d})+K_m\cdot\sigma_{myd}/f_{myd}+\sigma_{mzd}/f_{mzd}=0.031+0.531+0.000=0.56 < 1$ (EC5 Εξ.6.24)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας (EC5 EN1995-1-1:2009, §6)

Πάβδοι: 9

Φόρτιση [kN/m]	Δράση	γ_g	γ_q	ψ_0
(Gk) Μόνιμο $G_{k1}=0.508$, $G_{k2}=0.180$, $G_{kf}=0.300$	Μόνιμη	1.35	0.00	
1.00				
(Qk1) Χιόν $Q_{kSL}=0.374$, $Q_{kSR}=0.374$	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	
0.70				
(Qk2) Χιόν $Q_{kSL}=0.187$, $Q_{kSR}=0.374$	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	
0.70				
(Qk3) Χιόν $Q_{kSL}=0.374$, $Q_{kSR}=0.187$	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	
0.70				
(Qk4) Άνεμος $Q_{kWL}=0.295$, $Q_{kWR}=-0.221$	Στιγμιαία	0.00	1.50	
0.60				
(Qk5) Άνεμος $Q_{kWL}=-0.221$, $Q_{kWR}=0.295$	Στιγμιαία	0.00	1.50	
0.60				
(Qkf) Κινητό $Q_{kf}=1.200$	Μεσοχρόνια	0.00	1.50	
0.70				
(Qki) Επιβεβλημένο (H) $Q_i=0.300$	Βραχυχρόνια	0.00	1.50	
0.00				

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	k_{mod}	-N/Kmod	+N/Kmod
V/Kmod	M/Kmod				
1	$\gamma_g\cdot G_k$	Μόνιμη	0.60	-1.894	0.000
0.555	0.378				
2	$\gamma_g\cdot G_k+\gamma_q\cdot Q_{k1}$	Μεσοχρόνια	0.80	-1.333	0.000
0.416	0.280				
3	$\gamma_g\cdot G_k+\gamma_q\cdot Q_{k2}$	Μεσοχρόνια	0.80	-1.355	0.000
0.415	0.281				
4	$\gamma_g\cdot G_k+\gamma_q\cdot Q_{k3}$	Μεσοχρόνια	0.80	-1.355	0.000
0.417	0.281				
5	$\gamma_g\cdot G_k+\gamma_q\cdot Q_{k4}$	Στιγμιαία	1.10	-1.033	0.000
0.303	0.206				
6	$\gamma_g\cdot G_k+\gamma_q\cdot Q_{k5}$	Στιγμιαία	1.10	-1.033	0.000
0.303	0.206				

7 γγ.Gk+γγ.Qkf 0.416 0.294	Μεσοχρόνια	0.80	-5.743	0.000
8 γγ.Gk+γγ.Qki 0.370 0.249	Βραχυχρόνια	0.90	-1.200	0.000
9 γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk4+γγ.ψο.Qkf 0.303 0.209	Στιγμιαία	1.10	-3.170	0.000
10 γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk5+γγ.ψο.Qkf 0.303 0.209	Στιγμιαία	1.10	-3.170	0.000
11 γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk4+γγ.ψο.Qkf 0.302 0.209	Στιγμιαία	1.10	-3.186	0.000
12 γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk5+γγ.ψο.Qkf 0.302 0.209	Στιγμιαία	1.10	-3.186	0.000
13 γγ.Gk+γγ.Qk3+γγ.ψο.Qk4+γγ.ψο.Qkf 0.303 0.209	Στιγμιαία	1.10	-3.186	0.000
14 γγ.Gk+γγ.Qk3+γγ.ψο.Qk5+γγ.ψο.Qkf 0.303 0.209	Στιγμιαία	1.10	-3.186	0.000
15 γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qkf 0.303 0.209	Στιγμιαία	1.10	-3.189	0.000
16 γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk2+γγ.ψο.Qkf 0.302 0.210	Στιγμιαία	1.10	-3.200	0.000
17 γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk3+γγ.ψο.Qkf 0.303 0.210	Στιγμιαία	1.10	-3.200	0.000
18 γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qkf 0.303 0.209	Στιγμιαία	1.10	-3.189	0.000
19 γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk2+γγ.ψο.Qkf 0.302 0.210	Στιγμιαία	1.10	-3.200	0.000
20 γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk3+γγ.ψο.Qkf 0.303 0.210	Στιγμιαία	1.10	-3.200	0.000
21 γγ.Gk+γγ.Qkf+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk4 0.303 0.212	Στιγμιαία	1.10	-4.132	0.000
22 γγ.Gk+γγ.Qkf+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk5 0.303 0.212	Στιγμιαία	1.10	-4.132	0.000
23 γγ.Gk+γγ.Qkf+γγ.ψο.Qk2+γγ.ψο.Qk4 0.302 0.212	Στιγμιαία	1.10	-4.143	0.000
24 γγ.Gk+γγ.Qkf+γγ.ψο.Qk2+γγ.ψο.Qk5 0.302 0.212	Στιγμιαία	1.10	-4.143	0.000
25 γγ.Gk+γγ.Qkf+γγ.ψο.Qk3+γγ.ψο.Qk4 0.303 0.212	Στιγμιαία	1.10	-4.143	0.000
26 γγ.Gk+γγ.Qkf+γγ.ψο.Qk3+γγ.ψο.Qk5 0.303 0.212	Στιγμιαία	1.10	-4.143	0.000
27 γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk4+γγ.ψο.Qk5 0.303 0.207	Στιγμιαία	1.10	-3.137	0.000
28 γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk5+γγ.ψο.Qk4 0.303 0.207	Στιγμιαία	1.10	-3.137	0.000
29 γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk2+γγ.ψο.Qk4+γγ.ψο.Qk5 0.302 0.208	Στιγμιαία	1.10	-3.149	0.000
30 γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk2+γγ.ψο.Qk5+γγ.ψο.Qk4 0.302 0.208	Στιγμιαία	1.10	-3.149	0.000
31 γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk3+γγ.ψο.Qk4+γγ.ψο.Qk5 0.303 0.208	Στιγμιαία	1.10	-3.149	0.000
32 γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk3+γγ.ψο.Qk5+γγ.ψο.Qk4 0.303 0.208	Στιγμιαία	1.10	-3.149	0.000
Μέγιστες τιμές 0.555 0.378			-5.743	0.000

Ελεγχοι αντοχής διατομής Ράβδοι: 9

Ράβδοι: 9 , Συνδυασμός φόρτισης Νο 7

Ελεγχος θλίψης παράλληλα προς τις ίνες, $F_{c0d}=-4.594$ kN (EC5 §6.1.4)

Ορθογωνική διατομή, $b=60$ mm, $h=220$ mm, $A= 13\ 200$ mm²

Τροποποιητικός συντελεστής $K_{mod}=0.80$ (Πιν.3.1), Συντελεστής ασφαλ. υλικού $\gamma_M=1.30$ (Πιν. 2.3)

$f_{c0k}=22.00$ N/mm², $f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k} / \gamma_M = 0.80 \times 22.00 / 1.30 = 13.54$ N/mm² (EC5 Εξ.2.14)

$F_{c0d}=-4.594$ kN, $\sigma_{c0d}=F_{c0d} / A_{netto} = 1000 \times 4.594 / 13200 = 0.35$ N/mm² < 13.54 N/mm² = f_{c0d} (Εξ.6.2)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Ράβδοι: 9 , Συνδυασμός φόρτισης Νο 1

Ελεγχος διάτμησης, $F_v=0.333$ kN (EC5 §6.1.7)

Ορθογωνική διατομή, $b_{ef}=0.67 \times 60=40$ mm, $h=220$ mm, $A= 8\ 800$ mm²

Τροποποιητικός συντελεστής $K_{mod}=0.60$ (Πιν.3.1), Συντελεστής ασφαλ. υλικού $\gamma_M=1.30$ (Πιν. 2.3)

$f_{vk}=2.80$ N/mm², $f_{vd}=K_{mod} \cdot f_{vk} / \gamma_M = 0.60 \times 2.80 / 1.30 = 1.29$ N/mm² (EC5 Εξ.2.14)

$F_v=0.333 \text{ kN}$, $\tau_{v0d}=1.50F_{v0d}/A_{\text{netto}}=1000 \times 1.50 \times 0.333/8800=0.06 \text{ N/mm}^2 < 1.29 \text{ N/mm}^2=f_{v0d}$
(Εξ.6.13)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Ράβδοι: 9 , Συνδυασμός φόρτισης No 1

Έλεγχος κάμψης, $M_{yd}=0.227 \text{ kNm}$, $M_{zd}=0.000 \text{ kNm}$ (EC5 §6.1.6)

Ορθογωνική διατομή, $b=60 \text{ mm}$, $h=220 \text{ mm}$, $A=1.320 \text{ E}+004 \text{ mm}^2$, $W_y=4.840 \text{ E}+005 \text{ mm}^3$,
 $W_z=1.320 \text{ E}+005 \text{ mm}^3$

Τροποποιητικός συντελεστής $K_{mod}=0.60$ (Πιν.3.1), Συντελεστής ασφαλ. υλικού $\gamma_M=1.30$ (Πιν. 2.3)

$f_{yk}=27.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{yk}/\gamma_M=0.60 \times 27.00/1.30=12.46 \text{ N/mm}^2$

$f_{mk}=27.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mk}/\gamma_M=0.60 \times 27.00/1.30=12.46 \text{ N/mm}^2$

Ορθογωνική διατομή $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2))

$\sigma_{myd}=M_{yd}/W_y, \text{ netto}=1 \text{ E}+06 \times 0.227/4.840 \text{ E}+005=0.47 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_z, \text{ netto}=1 \text{ E}+06 \times 0.000/1.320 \text{ E}+005=0.00 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{myd}/f_{myd}+K_m \cdot \sigma_{mzd}/f_{mzd}=0.038+0.000=0.04 < 1$ (EC5 Εξ.6.11)

$K_m \cdot \sigma_{myd}/f_{myd}+\sigma_{mzd}/f_{mzd}=0.026+0.000=0.03 < 1$ (EC5 Εξ.6.12)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Ράβδοι: 9 , Συνδυασμός φόρτισης No 7

Έλεγχος κάμψης με αξονική θλίψη, $F_{c0d}=-4.594 \text{ kN}$, $M_{yd}=0.235 \text{ kNm}$, $M_{zd}=0.000 \text{ kNm}$ (EC5 §6.2.4)

Ορθογωνική διατομή, $b=60 \text{ mm}$, $h=220 \text{ mm}$, $A=1.320 \text{ E}+004 \text{ mm}^2$, $W_y=4.840 \text{ E}+005 \text{ mm}^3$,
 $W_z=1.320 \text{ E}+005 \text{ mm}^3$

Τροποποιητικός συντελεστής $K_{mod}=0.80$ (Πιν.3.1), Συντελεστής ασφαλ. υλικού $\gamma_M=1.30$ (Πιν. 2.3)

$f_{c0k}=22.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k}/\gamma_M=0.80 \times 22.00/1.30=13.54 \text{ N/mm}^2$

$f_{yk}=27.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{yk}/\gamma_M=0.80 \times 27.00/1.30=16.62 \text{ N/mm}^2$

$f_{mk}=27.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mk}/\gamma_M=0.80 \times 27.00/1.30=16.62 \text{ N/mm}^2$

Ορθογωνική διατομή $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2))

$\sigma_{c0d}=F_{c0d}/A_{\text{netto}}=1000 \times 4.594/13200=0.35 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{myd}=M_{yd}/W_y, \text{ netto}=1 \text{ E}+06 \times 0.235/4.840 \text{ E}+005=0.49 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_z, \text{ netto}=1 \text{ E}+06 \times 0.000/1.320 \text{ E}+005=0.00 \text{ N/mm}^2$

$(\sigma_{c0d}/f_{c0d})^2+\sigma_{myd}/f_{myd}+K_m \cdot \sigma_{mzd}/f_{mzd}=0.001+0.029+0.000=0.03 < 1$ (EC5 Εξ.6.19)

$(\sigma_{c0d}/f_{c0d})^2+K_m \cdot \sigma_{myd}/f_{myd}+\sigma_{mzd}/f_{mzd}=0.001+0.020+0.000=0.02 < 1$ (EC5 Εξ.6.20)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Ράβδοι: 9 , Συνδυασμός φόρτισης No 1

Έλεγχος κάμψης με αξονική θλίψη, $F_{c0d}=-1.137 \text{ kN}$, $M_{yd}=0.227 \text{ kNm}$, $M_{zd}=0.000 \text{ kNm}$ (EC5 §6.2.4)

Ορθογωνική διατομή, $b=60 \text{ mm}$, $h=220 \text{ mm}$, $A=1.320 \text{ E}+004 \text{ mm}^2$, $W_y=4.840 \text{ E}+005 \text{ mm}^3$,
 $W_z=1.320 \text{ E}+005 \text{ mm}^3$

Τροποποιητικός συντελεστής $K_{mod}=0.60$ (Πιν.3.1), Συντελεστής ασφαλ. υλικού $\gamma_M=1.30$ (Πιν. 2.3)

$f_{c0k}=22.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k}/\gamma_M=0.60 \times 22.00/1.30=10.15 \text{ N/mm}^2$

$f_{yk}=27.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{yk}/\gamma_M=0.60 \times 27.00/1.30=12.46 \text{ N/mm}^2$

$f_{mk}=27.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mk}/\gamma_M=0.60 \times 27.00/1.30=12.46 \text{ N/mm}^2$

Ορθογωνική διατομή $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2))

$\sigma_{c0d}=F_{c0d}/A_{\text{netto}}=1000 \times 1.137/13200=0.09 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{myd}=M_{yd}/W_y, \text{ netto}=1 \text{ E}+06 \times 0.227/4.840 \text{ E}+005=0.47 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_z, \text{ netto}=1 \text{ E}+06 \times 0.000/1.320 \text{ E}+005=0.00 \text{ N/mm}^2$

$(\sigma_{c0d}/f_{c0d})^2+\sigma_{myd}/f_{myd}+K_m \cdot \sigma_{mzd}/f_{mzd}=0.000+0.038+0.000=0.04 < 1$ (EC5 Εξ.6.19)

$(\sigma_{c0d}/f_{c0d})^2+K_m \cdot \sigma_{myd}/f_{myd}+\sigma_{mzd}/f_{mzd}=0.000+0.026+0.000=0.03 < 1$ (EC5 Εξ.6.20)

Ο έλεγχος ικανοποιείται

Ράβδοι: 9 , Συνδυασμός φόρτισης No 7

Έλεγχος λυγισμού με κάμψη, $F_{c0d}=-4.594 \text{ kN}$, $M_{yd}=0.235 \text{ kNm}$, $M_{zd}=0.000 \text{ kNm}$ (EC5 §6.3.2)

Ορθογωνική διατομή, $b=60 \text{ mm}$, $h=220 \text{ mm}$, $A=1.320 \text{ E}+004 \text{ mm}^2$, $W_y=4.840 \text{ E}+005 \text{ mm}^3$,
 $W_z=1.320 \text{ E}+005 \text{ mm}^3$

Τροποποιητικός συντελεστής $K_{mod}=0.80$ (Πιν.3.1), Συντελεστής ασφαλ. υλικού $\gamma_M=1.30$ (Πιν. 2.3, $E_{005}=8000 \text{ MPa}$)

$f_{c0k}=22.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{c0d}=K_{mod} \cdot f_{c0k}/\gamma_M=0.80 \times 22.00/1.30=13.54 \text{ N/mm}^2$

$f_{yk}=27.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{myd}=K_{mod} \cdot f_{yk}/\gamma_M=0.80 \times 27.00/1.30=16.62 \text{ N/mm}^2$

$f_{mk}=27.00 \text{ N/mm}^2$, $f_{mzd}=K_{mod} \cdot f_{mk}/\gamma_M=0.80 \times 27.00/1.30=16.62 \text{ N/mm}^2$

Ορθογωνική διατομή $K_m=0.70$ (EC5 §6.1.6.(2))

$\sigma_{c0d}=F_{c0d}/A_{\text{netto}}=1000 \times 4.594/13200=0.35 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{myd}=M_{yd}/W_y, \text{ netto}=1 \text{ E}+06 \times 0.235/4.840 \text{ E}+005=0.49 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{mzd}=M_{zd}/W_z, \text{ netto}=1 \text{ E}+06 \times 0.000/1.320 \text{ E}+005=0.00 \text{ N/mm}^2$

Μήκη λυγισμού

$S_{ky}=1.00 \times 2.739=2.739 \text{ m}=2739 \text{ mm}$ (πιο δυσμενές)

$S_{kz}=0.11 \times 2.739=0.300 \text{ m}=300 \text{ mm}$ (απόσταση εγκ. στηρίξ./μήκος

ράβδου= $0.30/2.74=0.11$)

Λυγηρότητες

$i_y=(I_y/A)^{1/2}=0.289 \times 220=64 \text{ mm}$, $\lambda_y=2739/64=42.80$

$i_z=(I_z/A)^{1/2}=0.289 \times 60=17 \text{ mm}$, $\lambda_z=300/17=17.65$

Κρίσιμες τάσεις

$\sigma_c, \text{crit}_y = \pi^2 E I_{005} / \lambda y^2 = 43.10 \text{ N/mm}^2$, $\lambda_{\text{rel}, y} = (f_{c0k} / \sigma_c, \text{crit}_y)^{1/2} = 0.71$ (EC5 Εξ.6.21)
 $\sigma_c, \text{crit}_z = \pi^2 E I_{005} / \lambda z^2 = 253.45 \text{ N/mm}^2$, $\lambda_{\text{rel}, z} = (f_{c0k} / \sigma_c, \text{crit}_z)^{1/2} = 0.29$ (EC5 Εξ.6.22)
 $\beta_c = 0.20$ (φυσικό ξύλο)
 $k_y = 0.5 [1 + \beta_c (\lambda_{\text{rel}, y} - 0.3) + \lambda_{\text{rel}, y}^2] = 0.80$, $K_{cy} = 1 / (k_y + (k_y^2 - \lambda_{\text{rel}, y}^2)^{1/2}) = 0.870$ (Εξ.6.27
 6.25)
 $k_z = 0.5 [1 + \beta_c (\lambda_{\text{rel}, z} - 0.3) + \lambda_{\text{rel}, z}^2] = 0.50$, $K_{cz} = 1 / (k_z + (k_z^2 - \lambda_{\text{rel}, z}^2)^{1/2}) = 1.000$ (Εξ.6.28
 6.26)
 $\sigma_{c0d} / (K_{cy} \cdot f_{c0d}) + \sigma_{myd} / f_{myd} + K_m \cdot \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.030 + 0.029 + 0.000 = 0.06 < 1$ (EC5 Εξ.6.23)
 $\sigma_{c0d} / (K_{cz} \cdot f_{c0d}) + K_m \cdot \sigma_{myd} / f_{myd} + \sigma_{mzd} / f_{mzd} = 0.026 + 0.020 + 0.000 = 0.05 < 1$ (EC5 Εξ.6.24)
 Ο έλεγχος ικανοποιείται

Συνδέσεις ζευκτού

Φέρουσα ικανότητα συνδέσεων (EC5 EN1995-1-1:2009, §8)

Βλήτρα και πλάκες συνδέσεων

Επιλέγονται βλήτρα διαμέτρου $d=4.0 \text{ mm}$. Πλάκες σύνδεσης πάχους $t=2.0 \text{ mm}$.
 Αντοχή διαρροής χάλυβα πλακών $f_y=240 \text{ N/mm}^2$. Καθαρό εμβαδόν πλακών $A_{\text{net}}=(0.75) \cdot b \cdot t$
Στοιχεία διατομής

Πάχος ξύλου $d=60.0 \text{ mm}$, πάχος ελάσματος $t=2.0 \text{ mm}$

Ιδιότητες βλήτρων (EC5 §8.5.1)

Διάμετρος βλήτρων $d=4.0 \text{ mm}$, ροδέλες με διάμετρο $\geq 12.0 \text{ mm}$ και πάχος $\geq 1.2 \text{ mm}$.

Αποστάσεις βλήτρων (EC5 Πίνακας 8.4)

Επιλέγουμε επί το δυσμενέστερον $a_1=7d=7 \times 4.0=28 \text{ mm}$, $a_2=4d=16 \text{ mm}$

Χαρακτηριστική τιμή ροπής διαρροής (EC5 §8.5.1.1)

$M_{yRk}=0.30 f_{uk} \cdot d^2 \cdot e=0.30 \times 400 \times 4.0^2 \cdot 6=4411 \text{ Nmm}$ ($f_{uk}=400 \text{ N/mm}^2$) (EN1995-1-1 Εξ.8.30)

Χαρακτηριστική τιμή αντοχής άντυγας (EC5 §8.3.1.1)

$f_{hk}=0.082(1-0.01d) \rho_k=29.13 \text{ N/mm}^2$, ($\rho_k=370 \text{ kg/m}^3$, $d=4.0 \text{ mm}$) (EN1995-1-1 Εξ.8.32)

Μόνιμη δράση

Εγκάρσια φέρουσα ικανότητα βλήτρου-Δίτημητη σύνδεση (EC5 §8.2.3)

$t_2=60.0 \text{ mm}$, πάχος ελάσματος $t=2.0 \leq 0.5d=0.5 \times 4.0=2.0 \text{ mm}$

$F_{vRk}=\eta$ ελάχιστη των κάτωθι σχέσεων (EC5 EN1995-1-1:2009 Εξ.8.12(j), 8.12(k))

$0.50 f_{hk} \cdot t_2 \cdot d=3.496 \text{ kN}$

$1.15 [2 M_{yRk} \cdot f_{hk} \cdot d]^{1/2}=1.166 \text{ kN}$

Εγκάρσια φέρουσα ικανότητα βλήτρου $R_d=2 K_{\text{mod}} \cdot F_{vRk} / \gamma_M=2 \times 0.60 \times 1.166 / 1.30=1.076 \text{ kN}$

Μεσοχρόνια δράση

Εγκάρσια φέρουσα ικανότητα βλήτρου-Δίτημητη σύνδεση (EC5 §8.2.3)

$t_2=60.0 \text{ mm}$, πάχος ελάσματος $t=2.0 \leq 0.5d=0.5 \times 4.0=2.0 \text{ mm}$

$F_{vRk}=\eta$ ελάχιστη των κάτωθι σχέσεων (EC5 EN1995-1-1:2009 Εξ.8.12(j), 8.12(k))

$0.50 f_{hk} \cdot t_2 \cdot d=3.496 \text{ kN}$

$1.15 [2 M_{yRk} \cdot f_{hk} \cdot d]^{1/2}=1.166 \text{ kN}$

Εγκάρσια φέρουσα ικανότητα βλήτρου $R_d=2 K_{\text{mod}} \cdot F_{vRk} / \gamma_M=2 \times 0.80 \times 1.166 / 1.30=1.435 \text{ kN}$

Βραχυχρόνια δράση

Εγκάρσια φέρουσα ικανότητα βλήτρου-Δίτημητη σύνδεση (EC5 §8.2.3)

$t_2=60.0 \text{ mm}$, πάχος ελάσματος $t=2.0 \leq 0.5d=0.5 \times 4.0=2.0 \text{ mm}$

$F_{vRk}=\eta$ ελάχιστη των κάτωθι σχέσεων (EC5 EN1995-1-1:2009 Εξ.8.12(j), 8.12(k))

$0.50 f_{hk} \cdot t_2 \cdot d=3.496 \text{ kN}$

$1.15 [2 M_{yRk} \cdot f_{hk} \cdot d]^{1/2}=1.166 \text{ kN}$

Εγκάρσια φέρουσα ικανότητα βλήτρου $R_d=2 K_{\text{mod}} \cdot F_{vRk} / \gamma_M=2 \times 0.90 \times 1.166 / 1.30=1.614 \text{ kN}$

Παραδοχές για το σχεδιασμό συνδέσεων με βλήτρα

Μελέτη των συνδέσεων με πλαστική ανάλυση. Οι δυνάμεις στα βλήτρα έχουν όλες τις ίδιες τιμές. Η αντοχή της μεταλλικής πλάκας βασίζεται στην πλαστική ροπή αντίστασης. Οι θλιπτικές δυνάμεις μειώνονται στο $0.50 \times F_d$

Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας

Έλεγχος συνδέσεων με βλήτρα στον κόμβο : 2 (EC5 EN1995-1-1:2009, §8.5)

Τοποθετούνται διπλές(2) χαλύβδινες πλάκες στις δύο όψεις του ζευκτού

Έλεγχος σύνδεσης ράβδων 2 και 4, στον κόμβο 2

Εκκλίνονται:

Δύο(2) μεταλλικές 2.0 mm πλάκες χαλύβδινες διαστάσεων

$B \times H=65 \text{ mm} \times 90 \text{ mm}$, και πάχους 2.0mm

Βλήτρα διαμέτρου $d=4.0 \text{ mm}$,

3 βλήτρα σε κάθε συνδεδεμένη ράβδο

Αποστάσεις μεταξύ βλήτρων $a_1=28 \text{ mm}$, $a_2=16 \text{ mm}$

Αντοχή διαρροής χάλυβα πλακών $f_y=240 \text{ N/mm}^2$

Καθαρό εμβαδόν πλακών $A_{\text{net}}=(0.75) \cdot b \cdot t$

F_a : δύναμη στο κέντρο της σύνδεσης

M_a : Ροπή στο κέντρο της σύνδεσης

Μέγιστη δύναμη ακραίου βλήτρου $F_n=F_a/n+M_a/W_p$

n : αριθμός βλήτρων, a : διατομή βλήτρου

$A=n \times a$: συνολικό εμβαδόν βλήτρων

r : απόσταση ακραίου βλήτρου από κέντρο σύνδεσης

W_p : ροπή αντίστασης σύνδεσης

$n=3$, ($n_{\text{ef}}=1.00n$), $A=38 \text{ mm}^2$, $r=28 \text{ mm}$, $W_p=704 \text{ mm}^3$

σ , σ_d ορθή τάση και αντοχή πλάκας σύνδεσης MPa

Δυνάμεις στον κόμβο 2 ,από ράβδο 2, στο κέντρο της σύνδεσης F(δύναμη) M(ροπή)

Ελεγχος αντοχής σύνδεσης

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	Fa(kN)	Ma(kNm)
Fn(kN)	Rd(kN)				
1	γγ.Gk	Μόνιμη	0.60	-0.772	-0.002
0.129	< 1.076				
2	γγ.Gk+γγ.Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	-1.550	-0.003
0.259	< 1.435				
3	γγ.Gk+γγ.Qk2	Μεσοχρόνια	0.80	-1.368	0.003
0.230	< 1.435				
4	γγ.Gk+γγ.Qk3	Μεσοχρόνια	0.80	-1.368	-0.008
0.237	< 1.435				
5	γγ.Gk+γγ.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-1.344	-0.033
0.370	< 1.076				
6	γγ.Gk+γγ.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-0.772	-0.002
0.129	< 1.076				
7	γγ.Gk+γγ.Qkf	Μεσοχρόνια	0.80	0.407	-0.002
0.137	< 1.435				
8	γγ.Gk+γγ.Qki	Βραχυχρόνια	0.90	-1.396	-0.003
0.233	< 1.614				
9	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk4+γγ.ψο.Qkf	Στιγμιαία	1.10	-0.993	-0.022
0.250	< 1.076				
10	γγ.Gk+γγ.Qk1+γγ.ψο.Qk5+γγ.ψο.Qkf	Στιγμιαία	1.10	-0.725	-0.003
0.122	< 1.076				
11	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk4+γγ.ψο.Qkf	Στιγμιαία	1.10	-0.726	-0.016
0.182	< 1.076				
12	γγ.Gk+γγ.Qk2+γγ.ψο.Qk5+γγ.ψο.Qkf	Στιγμιαία	1.10	-0.561	0.003
0.099	< 1.076				
13	γγ.Gk+γγ.Qk3+γγ.ψο.Qk4+γγ.ψο.Qkf	Στιγμιαία	1.10	-0.993	-0.027
0.288	< 1.076				
14	γγ.Gk+γγ.Qk3+γγ.ψο.Qk5+γγ.ψο.Qkf	Στιγμιαία	1.10	-0.561	-0.008
0.114	< 1.076				
15	γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qkf	Στιγμιαία	1.10	-1.186	-0.034
0.358	< 1.076				
16	γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk2+γγ.ψο.Qkf	Στιγμιαία	1.10	-1.009	-0.030
0.312	< 1.076				
17	γγ.Gk+γγ.Qk4+γγ.ψο.Qk3+γγ.ψο.Qkf	Στιγμιαία	1.10	-1.247	-0.037
0.392	< 1.076				
18	γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qkf	Στιγμιαία	1.10	-0.491	-0.003
0.083	< 1.076				
19	γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk2+γγ.ψο.Qkf	Στιγμιαία	1.10	-0.378	0.001
0.066	< 1.076				
20	γγ.Gk+γγ.Qk5+γγ.ψο.Qk3+γγ.ψο.Qkf	Στιγμιαία	1.10	-0.378	-0.006
0.080	< 1.076				
21	γγ.Gk+γγ.Qkf+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-0.138	-0.003
0.027	< 1.076				
22	γγ.Gk+γγ.Qkf+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-0.649	0.016
0.187	< 1.076				
23	γγ.Gk+γγ.Qkf+γγ.ψο.Qk2+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-0.129	0.001
0.029	< 1.076				
24	γγ.Gk+γγ.Qkf+γγ.ψο.Qk2+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-0.754	0.020
0.227	< 1.076				
25	γγ.Gk+γγ.Qkf+γγ.ψο.Qk3+γγ.ψο.Qk4	Στιγμιαία	1.10	-0.129	-0.006
0.053	< 1.076				
26	γγ.Gk+γγ.Qkf+γγ.ψο.Qk3+γγ.ψο.Qk5	Στιγμιαία	1.10	-0.497	0.012
0.145	< 1.076				
27	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk4+γγ.ψο	Στιγμιαία	1.10	-1.319	-0.022
0.292	< 1.076				
28	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk1+γγ.ψο.Qk5+γγ.ψο	Στιγμιαία	1.10	-1.115	-0.004
0.187	< 1.076				
29	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk2+γγ.ψο.Qk4+γγ.ψο	Στιγμιαία	1.10	-1.140	-0.018
0.245	< 1.076				
30	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk2+γγ.ψο.Qk5+γγ.ψο	Στιγμιαία	1.10	-0.987	0.000
0.165	< 1.076				
31	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk3+γγ.ψο.Qk4+γγ.ψο	Στιγμιαία	1.10	-1.273	-0.026
0.309	< 1.076				
32	γγ.Gk+γγ.Qki+γγ.ψο.Qk3+γγ.ψο.Qk5+γγ.ψο	Στιγμιαία	1.10	-0.987	-0.007
0.173	< 1.076				

Ελεγχος αντοχής μεταλλικής πλάκας σύνδεσης

Σ.Φ. σd (N/mm ²)	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας kmod	Fa (kN)	Ma (kNm)	σ
1	γγ. Gk	Μόνιμη	0.60	-0.772	-0.002
2 <	131				
2	γγ. Gk+γγ. Qk1	Μεσοχρόνια	0.80	-1.550	-0.003
3 <	175				
3	γγ. Gk+γγ. Qk2	Μεσοχρόνια	0.80	-1.368	0.003
3 <	175				
4	γγ. Gk+γγ. Qk3	Μεσοχρόνια	0.80	-1.368	-0.008
3 <	175				
5	γγ. Gk+γγ. Qk4	Στιγμιαία	1.10	-1.344	-0.033
5 <	264				
6	γγ. Gk+γγ. Qk5	Στιγμιαία	1.10	-0.772	-0.002
2 <	264				
7	γγ. Gk+γγ. Qkf	Μεσοχρόνια	0.80	0.407	-0.002
2 <	175				
8	γγ. Gk+γγ. Qki	Βραχυχρόνια	0.90	-1.396	-0.003
3 <	196				
9	γγ. Gk+γγ. Qk1+γγ. ψο. Qk4+γγ. ψο. Qkf	Στιγμιαία	1.10	-0.993	-0.022
4 <	264				
10	γγ. Gk+γγ. Qk1+γγ. ψο. Qk5+γγ. ψο. Qkf	Στιγμιαία	1.10	-0.725	-0.003
2 <	264				
11	γγ. Gk+γγ. Qk2+γγ. ψο. Qk4+γγ. ψο. Qkf	Στιγμιαία	1.10	-0.726	-0.016
3 <	264				
12	γγ. Gk+γγ. Qk2+γγ. ψο. Qk5+γγ. ψο. Qkf	Στιγμιαία	1.10	-0.561	0.003
1 <	264				
13	γγ. Gk+γγ. Qk3+γγ. ψο. Qk4+γγ. ψο. Qkf	Στιγμιαία	1.10	-0.993	-0.027
4 <	264				
14	γγ. Gk+γγ. Qk3+γγ. ψο. Qk5+γγ. ψο. Qkf	Στιγμιαία	1.10	-0.561	-0.008
2 <	264				
15	γγ. Gk+γγ. Qk4+γγ. ψο. Qk1+γγ. ψο. Qkf	Στιγμιαία	1.10	-1.186	-0.034
5 <	264				
16	γγ. Gk+γγ. Qk4+γγ. ψο. Qk2+γγ. ψο. Qkf	Στιγμιαία	1.10	-1.009	-0.030
4 <	264				
17	γγ. Gk+γγ. Qk4+γγ. ψο. Qk3+γγ. ψο. Qkf	Στιγμιαία	1.10	-1.247	-0.037
5 <	264				
18	γγ. Gk+γγ. Qk5+γγ. ψο. Qk1+γγ. ψο. Qkf	Στιγμιαία	1.10	-0.491	-0.003
1 <	264				
19	γγ. Gk+γγ. Qk5+γγ. ψο. Qk2+γγ. ψο. Qkf	Στιγμιαία	1.10	-0.378	0.001
1 <	264				
20	γγ. Gk+γγ. Qk5+γγ. ψο. Qk3+γγ. ψο. Qkf	Στιγμιαία	1.10	-0.378	-0.006
1 <	264				
21	γγ. Gk+γγ. Qkf+γγ. ψο. Qk1+γγ. ψο. Qk4	Στιγμιαία	1.10	-0.138	-0.003
0 <	264				
22	γγ. Gk+γγ. Qkf+γγ. ψο. Qk1+γγ. ψο. Qk5	Στιγμιαία	1.10	-0.649	0.016
3 <	264				
23	γγ. Gk+γγ. Qkf+γγ. ψο. Qk2+γγ. ψο. Qk4	Στιγμιαία	1.10	-0.129	0.001
0 <	264				
24	γγ. Gk+γγ. Qkf+γγ. ψο. Qk2+γγ. ψο. Qk5	Στιγμιαία	1.10	-0.754	0.020
3 <	264				
25	γγ. Gk+γγ. Qkf+γγ. ψο. Qk3+γγ. ψο. Qk4	Στιγμιαία	1.10	-0.129	-0.006
1 <	264				
26	γγ. Gk+γγ. Qkf+γγ. ψο. Qk3+γγ. ψο. Qk5	Στιγμιαία	1.10	-0.497	0.012
2 <	264				
27	γγ. Gk+γγ. Qki+γγ. ψο. Qk1+γγ. ψο. Qk4+γγ. ψο	Στιγμιαία	1.10	-1.319	-0.022
4 <	264				
28	γγ. Gk+γγ. Qki+γγ. ψο. Qk1+γγ. ψο. Qk5+γγ. ψο	Στιγμιαία	1.10	-1.115	-0.004
2 <	264				
29	γγ. Gk+γγ. Qki+γγ. ψο. Qk2+γγ. ψο. Qk4+γγ. ψο	Στιγμιαία	1.10	-1.140	-0.018
4 <	264				
30	γγ. Gk+γγ. Qki+γγ. ψο. Qk2+γγ. ψο. Qk5+γγ. ψο	Στιγμιαία	1.10	-0.987	0.000
2 <	264				
31	γγ. Gk+γγ. Qki+γγ. ψο. Qk3+γγ. ψο. Qk4+γγ. ψο	Στιγμιαία	1.10	-1.273	-0.026
4 <	264				
32	γγ. Gk+γγ. Qki+γγ. ψο. Qk3+γγ. ψο. Qk5+γγ. ψο	Στιγμιαία	1.10	-0.987	-0.007
2 <	264				

Ελεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας

Ελεγχος συνδέσεων με βλήτρα στους κόμβους : 7, 8 (EC5 EN1995-1-1:2009, §8.5)

Τοποθετούνται διπλές(2) χαλύβδινες πλάκες στις δύο όψεις του ζευκτού

Ελεγχος σύνδεσης ράβδου 9, με ράβδους 1 και 2, στον κόμβο 7

Εκλέγονται :

Δύο(2) μεταλλικές 2.0 mm πλάκες χαλύβδινες διαστάσεων

$B \times H = 165 \text{ mm} \times 45 \text{ mm}$, και πάχους 2.0mm

Βλήτρα διαμέτρου $d = 4.0 \text{ mm}$,

4 βλήτρα σε κάθε συνδεόμενη ράβδο

Αποστάσεις μεταξύ βλήτρων $a_1 = 16 \text{ mm}$, $a_2 = 28 \text{ mm}$

Αντοχή διαρροής χάλυβα πλακών $f_y = 240 \text{ N/mm}^2$

Καθαρό εμβαδόν πλακών $A_{net} = (0.75) \cdot b \cdot t$

F_a : δύναμη στο κέντρο της σύνδεσης

M_a : Ροπή στο κέντρο της σύνδεσης

Μέγιστη δύναμη ακραίου βλήτρου $F_n = F_a/n + M_a/W_p$

n : αριθμός βλήτρων, a : διατομή βλήτρου

$A = n \cdot x \cdot a$: συνολικό εμβαδόν βλήτρων

r : απόσταση ακραίου βλήτρου από κέντρο σύνδεσης

W_p : ροπή αντίστασης σύνδεσης

$n = 4$, ($n_{ef} = 1.00n$), $A = 50 \text{ mm}^2$, $r = 16 \text{ mm}$, $W_p = 811 \text{ mm}^3$

σ , σ_d ορθή τάση και αντοχή πλάκας σύνδεσης MPa

Δυνάμεις στον κόμβο 7 ,από ράβδο 9, στο κέντρο της σύνδεσης F(δύναμη) M(ροπή)

Ελεγχος αντοχής σύνδεσης

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	k_{mod}	F_a (kN)	M_a (kNm)
F_n (kN)	R_d (kN)				
1 γγ.G		Μόνιμη	0.60	-1.137	0.001
0.151 <	1.076				
2 γγ.G+γγ.Q1		Μεσοχρόνια	0.80	-1.066	0.004
0.162 <	1.435				
3 γγ.G+γγ.Q2		Μεσοχρόνια	0.80	-1.084	0.002
0.152 <	1.435				
4 γγ.G+γγ.Q3		Μεσοχρόνια	0.80	-1.084	0.005
0.166 <	1.435				
5 γγ.G+γγ.Q4		Στιγμιαία	1.10	-1.137	0.001
0.151 <	1.076				
6 γγ.G+γγ.Q5		Στιγμιαία	1.10	-1.137	0.001
0.151 <	1.076				
7 γγ.G+γγ.Qf		Μεσοχρόνια	0.80	-4.594	-0.007
0.622 <	1.435				
8 γγ.G+γγ.Qi		Βραχυχρόνια	0.90	-1.080	0.004
0.160 <	1.614				
9 γγ.G+γγ.Q1+γγ.ψο.Q4+γγ.ψο.Qf		Στιγμιαία	1.10	-3.486	-0.002
0.447 <	1.076				
10 γγ.G+γγ.Q1+γγ.ψο.Q5+γγ.ψο.Qf		Στιγμιαία	1.10	-3.486	-0.002
0.447 <	1.076				
11 γγ.G+γγ.Q2+γγ.ψο.Q4+γγ.ψο.Qf		Στιγμιαία	1.10	-3.504	-0.003
0.461 <	1.076				
12 γγ.G+γγ.Q2+γγ.ψο.Q5+γγ.ψο.Qf		Στιγμιαία	1.10	-3.504	-0.003
0.461 <	1.076				
13 γγ.G+γγ.Q3+γγ.ψο.Q4+γγ.ψο.Qf		Στιγμιαία	1.10	-3.504	-0.001
0.447 <	1.076				
14 γγ.G+γγ.Q3+γγ.ψο.Q5+γγ.ψο.Qf		Στιγμιαία	1.10	-3.504	-0.001
0.447 <	1.076				
15 γγ.G+γγ.Q4+γγ.ψο.Q1+γγ.ψο.Qf		Στιγμιαία	1.10	-3.508	-0.003
0.455 <	1.076				
16 γγ.G+γγ.Q4+γγ.ψο.Q2+γγ.ψο.Qf		Στιγμιαία	1.10	-3.520	-0.004
0.465 <	1.076				
17 γγ.G+γγ.Q4+γγ.ψο.Q3+γγ.ψο.Qf		Στιγμιαία	1.10	-3.520	-0.002
0.456 <	1.076				
18 γγ.G+γγ.Q5+γγ.ψο.Q1+γγ.ψο.Qf		Στιγμιαία	1.10	-3.508	-0.003
0.455 <	1.076				
19 γγ.G+γγ.Q5+γγ.ψο.Q2+γγ.ψο.Qf		Στιγμιαία	1.10	-3.520	-0.004
0.465 <	1.076				
20 γγ.G+γγ.Q5+γγ.ψο.Q3+γγ.ψο.Qf		Στιγμιαία	1.10	-3.520	-0.002
0.456 <	1.076				
21 γγ.G+γγ.Qf+γγ.ψο.Q1+γγ.ψο.Q4		Στιγμιαία	1.10	-4.545	-0.005
0.602 <	1.076				
22 γγ.G+γγ.Qf+γγ.ψο.Q1+γγ.ψο.Q5		Στιγμιαία	1.10	-4.545	-0.005
0.602 <	1.076				
23 γγ.G+γγ.Qf+γγ.ψο.Q2+γγ.ψο.Q4		Στιγμιαία	1.10	-4.557	-0.006
0.612 <	1.076				
24 γγ.G+γγ.Qf+γγ.ψο.Q2+γγ.ψο.Q5		Στιγμιαία	1.10	-4.557	-0.006
0.612 <	1.076				
25 γγ.G+γγ.Qf+γγ.ψο.Q3+γγ.ψο.Q4		Στιγμιαία	1.10	-4.557	-0.005
0.602 <	1.076				
26 γγ.G+γγ.Qf+γγ.ψο.Q3+γγ.ψο.Q5		Στιγμιαία	1.10	-4.557	-0.005
0.602 <	1.076				

27 γγ.G+γγ.Qi+γγ.ψο.Q1+γγ.ψο.Q4+γγ.ψο.Qf 0.433 < 1.076	Στιγμιαία	1.10	-3.451	0.000
28 γγ.G+γγ.Qi+γγ.ψο.Q1+γγ.ψο.Q5+γγ.ψο.Qf 0.433 < 1.076	Στιγμιαία	1.10	-3.451	0.000
29 γγ.G+γγ.Qi+γγ.ψο.Q2+γγ.ψο.Q4+γγ.ψο.Qf 0.443 < 1.076	Στιγμιαία	1.10	-3.463	-0.001
30 γγ.G+γγ.Qi+γγ.ψο.Q2+γγ.ψο.Q5+γγ.ψο.Qf 0.443 < 1.076	Στιγμιαία	1.10	-3.463	-0.001
31 γγ.G+γγ.Qi+γγ.ψο.Q3+γγ.ψο.Q4+γγ.ψο.Qf 0.433 < 1.076	Στιγμιαία	1.10	-3.463	0.000
32 γγ.G+γγ.Qi+γγ.ψο.Q3+γγ.ψο.Q5+γγ.ψο.Qf 0.433 < 1.076	Στιγμιαία	1.10	-3.463	0.000

Έλεγχος αντοχής μεταλλικής πλάκας σύνδεσης

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	kmod	Fa(kN)	Ma(kNm)	σ σd(N/mm ²)
1	γγ.G	Μόνιμη	0.60	-1.137	0.001	
5 <	131					
2	γγ.G+γγ.Q1	Μεσοχρόνια	0.80	-1.066	0.004	
5 <	175					
3	γγ.G+γγ.Q2	Μεσοχρόνια	0.80	-1.084	0.002	
5 <	175					
4	γγ.G+γγ.Q3	Μεσοχρόνια	0.80	-1.084	0.005	
5 <	175					
5	γγ.G+γγ.Q4	Στιγμιαία	1.10	-1.137	0.001	
5 <	264					
6	γγ.G+γγ.Q5	Στιγμιαία	1.10	-1.137	0.001	
5 <	264					
7	γγ.G+γγ.Qf	Μεσοχρόνια	0.80	-4.594	-0.007	
19 <	175					
8	γγ.G+γγ.Qi	Βραχυχρόνια	0.90	-1.080	0.004	
5 <	196					
9	γγ.G+γγ.Q1+γγ.ψο.Q4+γγ.ψο.Qf	Στιγμιαία	1.10	-3.486	-0.002	
13 <	264					
10	γγ.G+γγ.Q1+γγ.ψο.Q5+γγ.ψο.Qf	Στιγμιαία	1.10	-3.486	-0.002	
13 <	264					
11	γγ.G+γγ.Q2+γγ.ψο.Q4+γγ.ψο.Qf	Στιγμιαία	1.10	-3.504	-0.003	
14 <	264					
12	γγ.G+γγ.Q2+γγ.ψο.Q5+γγ.ψο.Qf	Στιγμιαία	1.10	-3.504	-0.003	
14 <	264					
13	γγ.G+γγ.Q3+γγ.ψο.Q4+γγ.ψο.Qf	Στιγμιαία	1.10	-3.504	-0.001	
13 <	264					
14	γγ.G+γγ.Q3+γγ.ψο.Q5+γγ.ψο.Qf	Στιγμιαία	1.10	-3.504	-0.001	
13 <	264					
15	γγ.G+γγ.Q4+γγ.ψο.Q1+γγ.ψο.Qf	Στιγμιαία	1.10	-3.508	-0.003	
14 <	264					
16	γγ.G+γγ.Q4+γγ.ψο.Q2+γγ.ψο.Qf	Στιγμιαία	1.10	-3.520	-0.004	
14 <	264					
17	γγ.G+γγ.Q4+γγ.ψο.Q3+γγ.ψο.Qf	Στιγμιαία	1.10	-3.520	-0.002	
14 <	264					
18	γγ.G+γγ.Q5+γγ.ψο.Q1+γγ.ψο.Qf	Στιγμιαία	1.10	-3.508	-0.003	
14 <	264					
19	γγ.G+γγ.Q5+γγ.ψο.Q2+γγ.ψο.Qf	Στιγμιαία	1.10	-3.520	-0.004	
14 <	264					
20	γγ.G+γγ.Q5+γγ.ψο.Q3+γγ.ψο.Qf	Στιγμιαία	1.10	-3.520	-0.002	
14 <	264					
21	γγ.G+γγ.Qf+γγ.ψο.Q1+γγ.ψο.Q4	Στιγμιαία	1.10	-4.545	-0.005	
18 <	264					
22	γγ.G+γγ.Qf+γγ.ψο.Q1+γγ.ψο.Q5	Στιγμιαία	1.10	-4.545	-0.005	
18 <	264					
23	γγ.G+γγ.Qf+γγ.ψο.Q2+γγ.ψο.Q4	Στιγμιαία	1.10	-4.557	-0.006	
19 <	264					
24	γγ.G+γγ.Qf+γγ.ψο.Q2+γγ.ψο.Q5	Στιγμιαία	1.10	-4.557	-0.006	
19 <	264					
25	γγ.G+γγ.Qf+γγ.ψο.Q3+γγ.ψο.Q4	Στιγμιαία	1.10	-4.557	-0.005	
18 <	264					
26	γγ.G+γγ.Qf+γγ.ψο.Q3+γγ.ψο.Q5	Στιγμιαία	1.10	-4.557	-0.005	
18 <	264					
27	γγ.G+γγ.Qi+γγ.ψο.Q1+γγ.ψο.Q4+γγ.ψο.Qf	Στιγμιαία	1.10	-3.451	0.000	
13 <	264					
28	γγ.G+γγ.Qi+γγ.ψο.Q1+γγ.ψο.Q5+γγ.ψο.Qf	Στιγμιαία	1.10	-3.451	0.000	
13 <	264					

29	γγ.G+γγ.Qi+γγ.ψο.Q2+γγ.ψο.Q4+γγ.ψο.Qf	Στιγμιαία	1.10	-3.463	-0.001
13 <	264				
30	γγ.G+γγ.Qi+γγ.ψο.Q2+γγ.ψο.Q5+γγ.ψο.Qf	Στιγμιαία	1.10	-3.463	-0.001
13 <	264				
31	γγ.G+γγ.Qi+γγ.ψο.Q3+γγ.ψο.Q4+γγ.ψο.Qf	Στιγμιαία	1.10	-3.463	0.000
13 <	264				
32	γγ.G+γγ.Qi+γγ.ψο.Q3+γγ.ψο.Q5+γγ.ψο.Qf	Στιγμιαία	1.10	-3.463	0.000
13 <	264				

Ελεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας

Ελεγχος συνδέσεων με βλήτρα στους κόμβους : 5, 6 (EC5 EN1995-1-1:2009, §8.5)

Τοποθετούνται διπλές(2) χαλύβδινες πλάκες στις δύο όψεις του ζευκτού

Ελεγχος σύνδεσης ράβδων 7 και 1, στον κόμβο 5

Εκκλίνονται:

Δύο(2) μεταλλικές 2.0 mm πλάκες χαλύβδινες διαστάσεων

$B \times H = 185 \text{mm} \times 120 \text{mm}$, και πάχους 2.0mm

Βλήτρα διαμέτρου $d = 4.0 \text{mm}$,

16 βλήτρα σε κάθε συνδεόμενη ράβδο

Αποστάσεις μεταξύ βλήτρων $a_1 = 19 \text{mm}$, $a_2 = 16 \text{mm}$

Αντοχή διαρροής χάλυβα πλακών $f_y = 240 \text{N/mm}^2$

Καθαρό εμβαδόν πλακών $A_{net} = (0.75) \cdot b \cdot t$

F_a : δύναμη στο κέντρο της σύνδεσης

M_a : Ροπή στο κέντρο της σύνδεσης

Μέγιστη δύναμη ακραίου βλήτρου $F_n = F_a / n + M_a / W_p$

n : αριθμός βλήτρων, a : διατομή βλήτρου

$A = n \cdot x \cdot a$: συνολικό εμβαδόν βλήτρων

r : απόσταση ακραίου βλήτρου από κέντρο σύνδεσης

W_p : ροπή αντίστασης σύνδεσης

$n = 16$, ($n_{ef} = 1.34n$), $A = 201 \text{mm}^2$, $r = 37 \text{mm}$, $W_p = 4162 \text{mm}^3$

σ , σ_d ορθή τάση και αντοχή πλάκας σύνδεσης MPa

Δυνάμεις στον κόμβο 5 ,από ράβδο 7, στο κέντρο της σύνδεσης F (δύναμη) M (ροπή)

Ελεγχος αντοχής σύνδεσης

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	k_{mod}	F_a (kN)	M_a (kNm)
F_n (kN)	R_d (kN)				
1	γγ.G	Μόνιμη	0.60	-3.647	0.484
0.424 <	1.076				
2	γγ.G+γγ.Q1	Μεσοχρόνια	0.80	-5.757	1.186
0.937 <	1.435				
3	γγ.G+γγ.Q2	Μεσοχρόνια	0.80	-4.946	0.962
0.770 <	1.435				
4	γγ.G+γγ.Q3	Μεσοχρόνια	0.80	-5.512	1.060
0.848 <	1.435				
5	γγ.G+γγ.Q4	Στιγμιαία	1.10	-3.647	0.484
0.424 <	1.076				
6	γγ.G+γγ.Q5	Στιγμιαία	1.10	-4.243	0.979
0.767 <	1.076				
7	γγ.G+γγ.Qf	Μεσοχρόνια	0.80	-5.215	-1.173
0.923 <	1.435				
8	γγ.G+γγ.Qi	Βραχυχρόνια	0.90	-5.337	1.047
0.836 <	1.614				
9	γγ.G+γγ.Q1+γγ.ψο.Q4+γγ.ψο.Qf	Στιγμιαία	1.10	-6.636	0.027
0.224 <	1.076				
10	γγ.G+γγ.Q1+γγ.ψο.Q5+γγ.ψο.Qf	Στιγμιαία	1.10	-7.022	0.324
0.429 <	1.076				
11	γγ.G+γγ.Q2+γγ.ψο.Q4+γγ.ψο.Qf	Στιγμιαία	1.10	-5.898	-0.198
0.312 <	1.076				
12	γγ.G+γγ.Q2+γγ.ψο.Q5+γγ.ψο.Qf	Στιγμιαία	1.10	-6.323	0.100
0.262 <	1.076				
13	γγ.G+γγ.Q3+γγ.ψο.Q4+γγ.ψο.Qf	Στιγμιαία	1.10	-6.381	-0.100
0.263 <	1.076				
14	γγ.G+γγ.Q3+γγ.ψο.Q5+γγ.ψο.Qf	Στιγμιαία	1.10	-6.766	0.197
0.339 <	1.076				
15	γγ.G+γγ.Q4+γγ.ψο.Q1+γγ.ψο.Qf	Στιγμιαία	1.10	-6.037	-0.184
0.307 <	1.076				
16	γγ.G+γγ.Q4+γγ.ψο.Q2+γγ.ψο.Qf	Στιγμιαία	1.10	-5.530	-0.341
0.393 <	1.076				
17	γγ.G+γγ.Q4+γγ.ψο.Q3+γγ.ψο.Qf	Στιγμιαία	1.10	-5.858	-0.273
0.359 <	1.076				
18	γγ.G+γγ.Q5+γγ.ψο.Q1+γγ.ψο.Qf	Στιγμιαία	1.10	-6.742	0.311
0.413 <	1.076				
19	γγ.G+γγ.Q5+γγ.ψο.Q2+γγ.ψο.Qf	Στιγμιαία	1.10	-6.284	0.154
0.296 <	1.076				

20 γγ.G+γγ.Q5+γγ.ψο.Q3+γγ.ψο.Qf 0.349 < 1.076	Στιγμιαία	1.10	-6.564	0.223
21 γγ.G+γγ.Qf+γγ.ψο.Q1+γγ.ψο.Q4 0.645 < 1.076	Στιγμιαία	1.10	-6.510	-0.681
22 γγ.G+γγ.Qf+γγ.ψο.Q1+γγ.ψο.Q5 0.466 < 1.076	Στιγμιαία	1.10	-6.957	-0.384
23 γγ.G+γγ.Qf+γγ.ψο.Q2+γγ.ψο.Q4 0.732 < 1.076	Στιγμιαία	1.10	-6.028	-0.838
24 γγ.G+γγ.Qf+γγ.ψο.Q2+γγ.ψο.Q5 0.554 < 1.076	Στιγμιαία	1.10	-6.504	-0.541
25 γγ.G+γγ.Qf+γγ.ψο.Q3+γγ.ψο.Q4 0.697 < 1.076	Στιγμιαία	1.10	-6.331	-0.770
26 γγ.G+γγ.Qf+γγ.ψο.Q3+γγ.ψο.Q5 0.518 < 1.076	Στιγμιαία	1.10	-6.779	-0.473
27 γγ.G+γγ.Qi+γγ.ψο.Q1+γγ.ψο.Q4+γγ.ψο.Qf 0.482 < 1.076	Στιγμιαία	1.10	-7.653	0.379
28 γγ.G+γγ.Qi+γγ.ψο.Q1+γγ.ψο.Q5+γγ.ψο.Qf 0.687 < 1.076	Στιγμιαία	1.10	-8.009	0.676
29 γγ.G+γγ.Qi+γγ.ψο.Q2+γγ.ψο.Q4+γγ.ψο.Qf 0.365 < 1.076	Στιγμιαία	1.10	-7.120	0.222
30 γγ.G+γγ.Qi+γγ.ψο.Q2+γγ.ψο.Q5+γγ.ψο.Qf 0.570 < 1.076	Στιγμιαία	1.10	-7.497	0.519
31 γγ.G+γγ.Qi+γγ.ψο.Q3+γγ.ψο.Q4+γγ.ψο.Qf 0.419 < 1.076	Στιγμιαία	1.10	-7.476	0.290
32 γγ.G+γγ.Qi+γγ.ψο.Q3+γγ.ψο.Q5+γγ.ψο.Qf 0.624 < 1.076	Στιγμιαία	1.10	-7.830	0.588

Ελεγχος αντοχής μεταλλικής πλάκας σύνδεσης

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	s_{kmod}	F_a (kN)	M_a (kNm)	σ
<u>σ_d(N/mm²)</u>						
1	γγ.G	Μόνιμη	0.60	-3.647	0.484	
27	< 131					
2	γγ.G+γγ.Q1	Μεσοχρόνια	0.80	-5.757	1.186	
63	< 175					
3	γγ.G+γγ.Q2	Μεσοχρόνια	0.80	-4.946	0.962	
51	< 175					
4	γγ.G+γγ.Q3	Μεσοχρόνια	0.80	-5.512	1.060	
57	< 175					
5	γγ.G+γγ.Q4	Στιγμιαία	1.10	-3.647	0.484	
27	< 264					
6	γγ.G+γγ.Q5	Στιγμιαία	1.10	-4.243	0.979	
51	< 264					
7	γγ.G+γγ.Qf	Μεσοχρόνια	0.80	-5.215	-1.173	
62	< 175					
8	γγ.G+γγ.Qi	Βραχυχρόνια	0.90	-5.337	1.047	
56	< 196					
9	γγ.G+γγ.Q1+γγ.ψο.Q4+γγ.ψο.Qf	Στιγμιαία	1.10	-6.636	0.027	
10	< 264					
10	γγ.G+γγ.Q1+γγ.ψο.Q5+γγ.ψο.Qf	Στιγμιαία	1.10	-7.022	0.324	
25	< 264					
11	γγ.G+γγ.Q2+γγ.ψο.Q4+γγ.ψο.Qf	Στιγμιαία	1.10	-5.898	-0.198	
17	< 264					
12	γγ.G+γγ.Q2+γγ.ψο.Q5+γγ.ψο.Qf	Στιγμιαία	1.10	-6.323	0.100	
13	< 264					
13	γγ.G+γγ.Q3+γγ.ψο.Q4+γγ.ψο.Qf	Στιγμιαία	1.10	-6.381	-0.100	
14	< 264					
14	γγ.G+γγ.Q3+γγ.ψο.Q5+γγ.ψο.Qf	Στιγμιαία	1.10	-6.766	0.197	
19	< 264					
15	γγ.G+γγ.Q4+γγ.ψο.Q1+γγ.ψο.Qf	Στιγμιαία	1.10	-6.037	-0.184	
17	< 264					
16	γγ.G+γγ.Q4+γγ.ψο.Q2+γγ.ψο.Qf	Στιγμιαία	1.10	-5.530	-0.341	
23	< 264					
17	γγ.G+γγ.Q4+γγ.ψο.Q3+γγ.ψο.Qf	Στιγμιαία	1.10	-5.858	-0.273	
21	< 264					
18	γγ.G+γγ.Q5+γγ.ψο.Q1+γγ.ψο.Qf	Στιγμιαία	1.10	-6.742	0.311	
24	< 264					
19	γγ.G+γγ.Q5+γγ.ψο.Q2+γγ.ψο.Qf	Στιγμιαία	1.10	-6.284	0.154	
16	< 264					
20	γγ.G+γγ.Q5+γγ.ψο.Q3+γγ.ψο.Qf	Στιγμιαία	1.10	-6.564	0.223	
19	< 264					
21	γγ.G+γγ.Qf+γγ.ψο.Q1+γγ.ψο.Q4	Στιγμιαία	1.10	-6.510	-0.681	
41	< 264					

22 γγ.G+γγ.Qf+γγ.ψο.Q1+γγ.ψο.Q5 27 < 264	Στιγμιαία	1.10	-6.957	-0.384
23 γγ.G+γγ.Qf+γγ.ψο.Q2+γγ.ψο.Q4 47 < 264	Στιγμιαία	1.10	-6.028	-0.838
24 γγ.G+γγ.Qf+γγ.ψο.Q2+γγ.ψο.Q5 34 < 264	Στιγμιαία	1.10	-6.504	-0.541
25 γγ.G+γγ.Qf+γγ.ψο.Q3+γγ.ψο.Q4 44 < 264	Στιγμιαία	1.10	-6.331	-0.770
26 γγ.G+γγ.Qf+γγ.ψο.Q3+γγ.ψο.Q5 31 < 264	Στιγμιαία	1.10	-6.779	-0.473
27 γγ.G+γγ.Qi+γγ.ψο.Q1+γγ.ψο.Q4+γγ.ψο.Qf 28 < 264	Στιγμιαία	1.10	-7.653	0.379
28 γγ.G+γγ.Qi+γγ.ψο.Q1+γγ.ψο.Q5+γγ.ψο.Qf 42 < 264	Στιγμιαία	1.10	-8.009	0.676
29 γγ.G+γγ.Qi+γγ.ψο.Q2+γγ.ψο.Q4+γγ.ψο.Qf 20 < 264	Στιγμιαία	1.10	-7.120	0.222
30 γγ.G+γγ.Qi+γγ.ψο.Q2+γγ.ψο.Q5+γγ.ψο.Qf 34 < 264	Στιγμιαία	1.10	-7.497	0.519
31 γγ.G+γγ.Qi+γγ.ψο.Q3+γγ.ψο.Q4+γγ.ψο.Qf 24 < 264	Στιγμιαία	1.10	-7.476	0.290
32 γγ.G+γγ.Qi+γγ.ψο.Q3+γγ.ψο.Q5+γγ.ψο.Qf 38 < 264	Στιγμιαία	1.10	-7.830	0.588

Έλεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας

Έλεγχος συνδέσεων με βλήτρα στους κόμβους : 1, 3 (EC5 EN1995-1-1:2009, §8.5)

Τοποθετούνται διπλές(2) χαλύβδινες πλάκες στις δύο όψεις του ζευκτιού

Έλεγχος σύνδεσης ράβδων 7 και 5, στον κόμβο 1

Εκλέγονται:

Δύο(2) μεταλλικές 2.0 mm πλάκες χαλύβδινες διαστάσεων

BxH=225mmx260mm, και πάχους 2.0mm

Βλήτρα διαμέτρου d=4.0mm,

42 βλήτρα σε κάθε συνδεόμενη ράβδο

Αποστάσεις μεταξύ βλήτρων a1=16 mm, a2=16 mm

Αντοχή διαρροής χάλυβα πλακών $f_y=240 \text{ N/mm}^2$

Καθαρό εμβαδόν πλακών $A_{net}=(0.75) \cdot b \cdot t$

Fa: δύναμη στο κέντρο της σύνδεσης

Ma: Ροπή στο κέντρο της σύνδεσης

Μέγιστη δύναμη ακραίου βλήτρου $F_n=Fa/n+Ma/W_p$

n: αριθμός βλήτρων, a: διατομή βλήτρου

A=nxa: συνολικό εμβαδόν βλήτρων

r: απόσταση ακραίου βλήτρου από κέντρο σύνδεσης

Wp: ροπή αντίστασης σύνδεσης

n=42, (nef=1.42n), A=528mm², r=62mm, Wp=14957mm³

σ, σd ορθή τάση και αντοχή πλάκας σύνδεσης MPa

Δυνάμεις στον κόμβο 1 ,από ράβδο 7, στο κέντρο της σύνδεσης F(δύναμη) M(ροπή)

Έλεγχος αντοχής σύνδεσης

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	σ _{mod}	Fa(kN)	Ma(kNm)
	<u>Fn(kN)</u> <u>Rd(kN)</u>				
1	γγ.G	Μόνιμη	0.60	-3.647	1.715
	0.226 < 1.076				
2	γγ.G+γγ.Q1	Μεσοχρόνια	0.80	-5.757	1.827
	0.261 < 1.435				
3	γγ.G+γγ.Q2	Μεσοχρόνια	0.80	-4.946	1.848
	0.255 < 1.435				
4	γγ.G+γγ.Q3	Μεσοχρόνια	0.80	-5.512	1.750
	0.250 < 1.435				
5	γγ.G+γγ.Q4	Στιγμιαία	1.10	-3.647	1.715
	0.226 < 1.076				
6	γγ.G+γγ.Q5	Στιγμιαία	1.10	-4.538	2.756
	0.350 < 1.076				
7	γγ.G+γγ.Qf	Μεσοχρόνια	0.80	-5.215	5.997
	0.707 < 1.435				
8	γγ.G+γγ.Qi	Βραχυχρόνια	0.90	-5.337	1.805
	0.254 < 1.614				
9	γγ.G+γγ.Q1+γγ.ψο.Q4+γγ.ψο.Qf	Στιγμιαία	1.10	-6.636	4.825
	0.597 < 1.076				
10	γγ.G+γγ.Q1+γγ.ψο.Q5+γγ.ψο.Qf	Στιγμιαία	1.10	-7.190	5.449
	0.672 < 1.076				
11	γγ.G+γγ.Q2+γγ.ψο.Q4+γγ.ψο.Qf	Στιγμιαία	1.10	-5.898	4.845
	0.591 < 1.076				
12	γγ.G+γγ.Q2+γγ.ψο.Q5+γγ.ψο.Qf	Στιγμιαία	1.10	-6.503	5.470
	0.666 < 1.076				

13 γγ.G+γγ.Q3+γγ.ψο.Q4+γγ.ψο.Qf 0.585 < 1.076	Στιγμιαία	1.10	-6.381	4.748
14 γγ.G+γγ.Q3+γγ.ψο.Q5+γγ.ψο.Qf 0.660 < 1.076	Στιγμιαία	1.10	-6.935	5.373
15 γγ.G+γγ.Q4+γγ.ψο.Q1+γγ.ψο.Qf 0.586 < 1.076	Στιγμιαία	1.10	-6.037	4.791
16 γγ.G+γγ.Q4+γγ.ψο.Q2+γγ.ψο.Qf 0.582 < 1.076	Στιγμιαία	1.10	-5.530	4.805
17 γγ.G+γγ.Q4+γγ.ψο.Q3+γγ.ψο.Qf 0.579 < 1.076	Στιγμιαία	1.10	-5.858	4.737
18 γγ.G+γγ.Q5+γγ.ψο.Q1+γγ.ψο.Qf 0.711 < 1.076	Στιγμιαία	1.10	-7.050	5.832
19 γγ.G+γγ.Q5+γγ.ψο.Q2+γγ.ψο.Qf 0.707 < 1.076	Στιγμιαία	1.10	-6.606	5.847
20 γγ.G+γγ.Q5+γγ.ψο.Q3+γγ.ψο.Qf 0.703 < 1.076	Στιγμιαία	1.10	-6.873	5.778
21 γγ.G+γγ.Qf+γγ.ψο.Q1+γγ.ψο.Q4 0.731 < 1.076	Στιγμιαία	1.10	-6.510	6.075
22 γγ.G+γγ.Qf+γγ.ψο.Q1+γγ.ψο.Q5 0.806 < 1.076	Στιγμιαία	1.10	-7.143	6.700
23 γγ.G+γγ.Qf+γγ.ψο.Q2+γγ.ψο.Q4 0.727 < 1.076	Στιγμιαία	1.10	-6.028	6.090
24 γγ.G+γγ.Qf+γγ.ψο.Q2+γγ.ψο.Q5 0.802 < 1.076	Στιγμιαία	1.10	-6.698	6.715
25 γγ.G+γγ.Qf+γγ.ψο.Q3+γγ.ψο.Q4 0.723 < 1.076	Στιγμιαία	1.10	-6.331	6.021
26 γγ.G+γγ.Qf+γγ.ψο.Q3+γγ.ψο.Q5 0.798 < 1.076	Στιγμιαία	1.10	-6.966	6.646
27 γγ.G+γγ.Qi+γγ.ψο.Q1+γγ.ψο.Q4+γγ.ψο.Qf 0.614 < 1.076	Στιγμιαία	1.10	-7.653	4.881
28 γγ.G+γγ.Qi+γγ.ψο.Q1+γγ.ψο.Q5+γγ.ψο.Qf 0.689 < 1.076	Στιγμιαία	1.10	-8.168	5.506
29 γγ.G+γγ.Qi+γγ.ψο.Q2+γγ.ψο.Q4+γγ.ψο.Qf 0.610 < 1.076	Στιγμιαία	1.10	-7.120	4.896
30 γγ.G+γγ.Qi+γγ.ψο.Q2+γγ.ψο.Q5+γγ.ψο.Qf 0.685 < 1.076	Στιγμιαία	1.10	-7.663	5.520
31 γγ.G+γγ.Qi+γγ.ψο.Q3+γγ.ψο.Q4+γγ.ψο.Qf 0.606 < 1.076	Στιγμιαία	1.10	-7.476	4.827
32 γγ.G+γγ.Qi+γγ.ψο.Q3+γγ.ψο.Q5+γγ.ψο.Qf 0.681 < 1.076	Στιγμιαία	1.10	-7.989	5.452

Ελεγχος αντοχής μεταλλικής πλάκας σύνδεσης

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας kmod	Fa(kN)	Ma(kNm)	σ σd(N/mm ²)
1	γγ.G	Μόνιμη	0.60	-3.647	1.715
19 <	131				
2	γγ.G+γγ.Q1	Μεσοχρόνια	0.80	-5.757	1.827
22 <	175				
3	γγ.G+γγ.Q2	Μεσοχρόνια	0.80	-4.946	1.848
21 <	175				
4	γγ.G+γγ.Q3	Μεσοχρόνια	0.80	-5.512	1.750
21 <	175				
5	γγ.G+γγ.Q4	Στιγμιαία	1.10	-3.647	1.715
19 <	264				
6	γγ.G+γγ.Q5	Στιγμιαία	1.10	-4.538	2.756
30 <	264				
7	γγ.G+γγ.Qf	Μεσοχρόνια	0.80	-5.215	5.997
62 <	175				
8	γγ.G+γγ.Qi	Βραχυχρόνια	0.90	-5.337	1.805
21 <	196				
9	γγ.G+γγ.Q1+γγ.ψο.Q4+γγ.ψο.Qf	Στιγμιαία	1.10	-6.636	4.825
52 <	264				
10	γγ.G+γγ.Q1+γγ.ψο.Q5+γγ.ψο.Qf	Στιγμιαία	1.10	-7.190	5.449
58 <	264				
11	γγ.G+γγ.Q2+γγ.ψο.Q4+γγ.ψο.Qf	Στιγμιαία	1.10	-5.898	4.845
52 <	264				
12	γγ.G+γγ.Q2+γγ.ψο.Q5+γγ.ψο.Qf	Στιγμιαία	1.10	-6.503	5.470
58 <	264				
13	γγ.G+γγ.Q3+γγ.ψο.Q4+γγ.ψο.Qf	Στιγμιαία	1.10	-6.381	4.748
51 <	264				
14	γγ.G+γγ.Q3+γγ.ψο.Q5+γγ.ψο.Qf	Στιγμιαία	1.10	-6.935	5.373
57 <	264				

15	γγ.G+γγ.Q4+γγ.ψο.Q1+γγ.ψο.Qf	Στιγμιαία	1.10	-6.037	4.791
51	< 264				
16	γγ.G+γγ.Q4+γγ.ψο.Q2+γγ.ψο.Qf	Στιγμιαία	1.10	-5.530	4.805
51	< 264				
17	γγ.G+γγ.Q4+γγ.ψο.Q3+γγ.ψο.Qf	Στιγμιαία	1.10	-5.858	4.737
50	< 264				
18	γγ.G+γγ.Q5+γγ.ψο.Q1+γγ.ψο.Qf	Στιγμιαία	1.10	-7.050	5.832
62	< 264				
19	γγ.G+γγ.Q5+γγ.ψο.Q2+γγ.ψο.Qf	Στιγμιαία	1.10	-6.606	5.847
62	< 264				
20	γγ.G+γγ.Q5+γγ.ψο.Q3+γγ.ψο.Qf	Στιγμιαία	1.10	-6.873	5.778
61	< 264				
21	γγ.G+γγ.Qf+γγ.ψο.Q1+γγ.ψο.Q4	Στιγμιαία	1.10	-6.510	6.075
64	< 264				
22	γγ.G+γγ.Qf+γγ.ψο.Q1+γγ.ψο.Q5	Στιγμιαία	1.10	-7.143	6.700
71	< 264				
23	γγ.G+γγ.Qf+γγ.ψο.Q2+γγ.ψο.Q4	Στιγμιαία	1.10	-6.028	6.090
64	< 264				
24	γγ.G+γγ.Qf+γγ.ψο.Q2+γγ.ψο.Q5	Στιγμιαία	1.10	-6.698	6.715
71	< 264				
25	γγ.G+γγ.Qf+γγ.ψο.Q3+γγ.ψο.Q4	Στιγμιαία	1.10	-6.331	6.021
63	< 264				
26	γγ.G+γγ.Qf+γγ.ψο.Q3+γγ.ψο.Q5	Στιγμιαία	1.10	-6.966	6.646
70	< 264				
27	γγ.G+γγ.Qi+γγ.ψο.Q1+γγ.ψο.Q4+γγ.ψο.Qf	Στιγμιαία	1.10	-7.653	4.881
53	< 264				
28	γγ.G+γγ.Qi+γγ.ψο.Q1+γγ.ψο.Q5+γγ.ψο.Qf	Στιγμιαία	1.10	-8.168	5.506
60	< 264				
29	γγ.G+γγ.Qi+γγ.ψο.Q2+γγ.ψο.Q4+γγ.ψο.Qf	Στιγμιαία	1.10	-7.120	4.896
53	< 264				
30	γγ.G+γγ.Qi+γγ.ψο.Q2+γγ.ψο.Q5+γγ.ψο.Qf	Στιγμιαία	1.10	-7.663	5.520
59	< 264				
31	γγ.G+γγ.Qi+γγ.ψο.Q3+γγ.ψο.Q4+γγ.ψο.Qf	Στιγμιαία	1.10	-7.476	4.827
52	< 264				
32	γγ.G+γγ.Qi+γγ.ψο.Q3+γγ.ψο.Q5+γγ.ψο.Qf	Στιγμιαία	1.10	-7.989	5.452
59	< 264				

Ελεγχος Οριακής Κατάστασης Αστοχίας

Ελεγχος συνδέσεων με βλήτρα στα στοιχεία : 5, 6 (EC5 EN1995-1-1:2009, §8.5)

Τοποθετούνται διπλές(2) χαλύβδινες πλάκες στις δύο όψεις του ζευκτού

Ελεγχος σύνδεσης στοιχείου 5

Εκλέγονται :

Δύο(2) μεταλλικές 2.0 mm πλάκες χαλύβδινες διαστάσεων

BxH=120mmx195mm, και πάχους 2.0mm

Βλήτρα διαμέτρου d=4.0mm,

22 βλήτρα σε κάθε συνδεόμενη ράβδο

Αποστάσεις μεταξύ βλήτρων a1=28 mm, a2=16 mm

Αντοχή διαρροής χάλυβα πλακών $f_y=240 \text{ N/mm}^2$

Καθαρό εμβαδόν πλακών $A_{net}=(0.75) \cdot b \cdot t$

Fa: δύναμη στο κέντρο της σύνδεσης

Ma: Ροπή στο κέντρο της σύνδεσης

Μέγιστη δύναμη ακραίου βλήτρου $F_n=F_a/n+M_a/W_p$

n: αριθμός βλήτρων, a: διατομή βλήτρου

A=nxa: συνολικό εμβαδόν βλήτρων

r: απόσταση ακραίου βλήτρου από κέντρο σύνδεσης

Wp: ροπή αντίστασης σύνδεσης

n=22, (nef=1.00n), A=276mm², r=81mm, Wp=9381mm³

σ, σd ορθή τάση και αντοχή πλάκας σύνδεσης MPa

Δυνάμεις στη σύνδεση στοιχείου 5 , στο κέντρο της σύνδεσης F(δύναμη) M(ροπή)

Ελεγχος αντοχής σύνδεσης

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας kmod	F _n (kN)	F _v (kN)	M _a (kNm)
Fn	Rd (kN)				
1	γγ.G	Μόνιμη	0.60	1.909	1.555 -0.711
0.273	<1.076				
2	γγ.G+γγ.Q1	Μεσοχρόνια	0.80	2.616	1.555 -0.840
0.321	<1.435				
3	γγ.G+γγ.Q2	Μεσοχρόνια	0.80	2.439	1.571 -0.847
0.319	<1.435				
4	γγ.G+γγ.Q3	Μεσοχρόνια	0.80	2.439	1.539 -0.769
0.298	<1.435				
5	γγ.G+γγ.Q4	Στιγμιαία	1.10	1.909	1.555 -0.711
0.273	<1.076				

6 γγ.G+γγ.Q5 0.273 <1.076	Στιγμιαία	1.10	1.909	1.555	-0.711
7 γγ.G+γγ.Qf 0.836 <1.435	Μεσοχρόνια	0.80	4.187	5.875	-2.131
8 γγ.G+γγ.Qi 0.311 <1.614	Βραχυχρόνια	0.90	2.476	1.555	-0.815
9 γγ.G+γγ.Q1+γγ.ψο.Q4+γγ.ψο.Qf 0.712 <1.076	Στιγμιαία	1.10	4.211	4.579	-1.835
10 γγ.G+γγ.Q1+γγ.ψο.Q5+γγ.ψο.Qf 0.712 <1.076	Στιγμιαία	1.10	4.211	4.579	-1.835
11 γγ.G+γγ.Q2+γγ.ψο.Q4+γγ.ψο.Qf 0.711 <1.076	Στιγμιαία	1.10	4.034	4.595	-1.841
12 γγ.G+γγ.Q2+γγ.ψο.Q5+γγ.ψο.Qf 0.711 <1.076	Στιγμιαία	1.10	4.034	4.595	-1.841
13 γγ.G+γγ.Q3+γγ.ψο.Q4+γγ.ψο.Qf 0.690 <1.076	Στιγμιαία	1.10	4.034	4.563	-1.763
14 γγ.G+γγ.Q3+γγ.ψο.Q5+γγ.ψο.Qf 0.690 <1.076	Στιγμιαία	1.10	4.034	4.563	-1.763
15 γγ.G+γγ.Q4+γγ.ψο.Q1+γγ.ψο.Qf 0.698 <1.076	Στιγμιαία	1.10	3.999	4.579	-1.796
16 γγ.G+γγ.Q4+γγ.ψο.Q2+γγ.ψο.Qf 0.698 <1.076	Στιγμιαία	1.10	3.875	4.591	-1.800
17 γγ.G+γγ.Q4+γγ.ψο.Q3+γγ.ψο.Qf 0.683 <1.076	Στιγμιαία	1.10	3.875	4.568	-1.746
18 γγ.G+γγ.Q5+γγ.ψο.Q1+γγ.ψο.Qf 0.698 <1.076	Στιγμιαία	1.10	3.999	4.579	-1.796
19 γγ.G+γγ.Q5+γγ.ψο.Q2+γγ.ψο.Qf 0.698 <1.076	Στιγμιαία	1.10	3.875	4.591	-1.800
20 γγ.G+γγ.Q5+γγ.ψο.Q3+γγ.ψο.Qf 0.683 <1.076	Στιγμιαία	1.10	3.875	4.568	-1.746
21 γγ.G+γγ.Qf+γγ.ψο.Q1+γγ.ψο.Q4 0.868 <1.076	Στιγμιαία	1.10	4.683	5.875	-2.222
22 γγ.G+γγ.Qf+γγ.ψο.Q1+γγ.ψο.Q5 0.868 <1.076	Στιγμιαία	1.10	4.683	5.875	-2.222
23 γγ.G+γγ.Qf+γγ.ψο.Q2+γγ.ψο.Q4 0.867 <1.076	Στιγμιαία	1.10	4.559	5.887	-2.227
24 γγ.G+γγ.Qf+γγ.ψο.Q2+γγ.ψο.Q5 0.867 <1.076	Στιγμιαία	1.10	4.559	5.887	-2.227
25 γγ.G+γγ.Qf+γγ.ψο.Q3+γγ.ψο.Q4 0.852 <1.076	Στιγμιαία	1.10	4.559	5.864	-2.172
26 γγ.G+γγ.Qf+γγ.ψο.Q3+γγ.ψο.Q5 0.852 <1.076	Στιγμιαία	1.10	4.559	5.864	-2.172
27 γγ.G+γγ.Qi+γγ.ψο.Q1+γγ.ψο.Q4+γγ.ψο.Qf 0.735 <1.076	Στιγμιαία	1.10	4.566	4.579	-1.900
28 γγ.G+γγ.Qi+γγ.ψο.Q1+γγ.ψο.Q5+γγ.ψο.Qf 0.735 <1.076	Στιγμιαία	1.10	4.566	4.579	-1.900
29 γγ.G+γγ.Qi+γγ.ψο.Q2+γγ.ψο.Q4+γγ.ψο.Qf 0.735 <1.076	Στιγμιαία	1.10	4.442	4.591	-1.904
30 γγ.G+γγ.Qi+γγ.ψο.Q2+γγ.ψο.Q5+γγ.ψο.Qf 0.735 <1.076	Στιγμιαία	1.10	4.442	4.591	-1.904
31 γγ.G+γγ.Qi+γγ.ψο.Q3+γγ.ψο.Q4+γγ.ψο.Qf 0.720 <1.076	Στιγμιαία	1.10	4.442	4.568	-1.850
32 γγ.G+γγ.Qi+γγ.ψο.Q3+γγ.ψο.Q5+γγ.ψο.Qf 0.720 <1.076	Στιγμιαία	1.10	4.442	4.568	-1.850

Ελεγχος αντοχής μεταλλικής πλάκας σύνδεσης

Σ.Φ.	Συνδυασμός φόρτισης	Κλάση διάρκειας	κmod	Fa(kN)	Ma(kNm)	σ
<u>σd(N/mm²)</u>						
1 γγ.G		Μόνιμη	0.60	2.462	-0.677	
28 < 131						
2 γγ.G+γγ.Q1		Μεσοχρόνια	0.80	3.043	-0.806	
33 < 175						
3 γγ.G+γγ.Q2		Μεσοχρόνια	0.80	2.902	-0.812	
33 < 175						
4 γγ.G+γγ.Q3		Μεσοχρόνια	0.80	2.884	-0.735	
31 < 175						
5 γγ.G+γγ.Q4		Στιγμιαία	1.10	2.462	-0.677	
28 < 264						
6 γγ.G+γγ.Q5		Στιγμιαία	1.10	2.462	-0.677	
28 < 264						
7 γγ.G+γγ.Qf		Μεσοχρόνια	0.80	7.215	-2.002	
83 < 175						

8	$\gamma\sigma.G+\gamma\alpha.Qi$	Βραχυχρόνια	0.90	2.924	-0.780
32	< 196				
9	$\gamma\sigma.G+\gamma\alpha.Q1+\gamma\alpha.\psi\sigma.Q4+\gamma\alpha.\psi\sigma.Qf$	Στιγμιαία	1.10	6.221	-1.734
71	< 264				
10	$\gamma\sigma.G+\gamma\alpha.Q1+\gamma\alpha.\psi\sigma.Q5+\gamma\alpha.\psi\sigma.Qf$	Στιγμιαία	1.10	6.221	-1.734
71	< 264				
11	$\gamma\sigma.G+\gamma\alpha.Q2+\gamma\alpha.\psi\sigma.Q4+\gamma\alpha.\psi\sigma.Qf$	Στιγμιαία	1.10	6.115	-1.740
71	< 264				
12	$\gamma\sigma.G+\gamma\alpha.Q2+\gamma\alpha.\psi\sigma.Q5+\gamma\alpha.\psi\sigma.Qf$	Στιγμιαία	1.10	6.115	-1.740
71	< 264				
13	$\gamma\sigma.G+\gamma\alpha.Q3+\gamma\alpha.\psi\sigma.Q4+\gamma\alpha.\psi\sigma.Qf$	Στιγμιαία	1.10	6.091	-1.663
69	< 264				
14	$\gamma\sigma.G+\gamma\alpha.Q3+\gamma\alpha.\psi\sigma.Q5+\gamma\alpha.\psi\sigma.Qf$	Στιγμιαία	1.10	6.091	-1.663
69	< 264				
15	$\gamma\sigma.G+\gamma\alpha.Q4+\gamma\alpha.\psi\sigma.Q1+\gamma\alpha.\psi\sigma.Qf$	Στιγμιαία	1.10	6.079	-1.695
70	< 264				
16	$\gamma\sigma.G+\gamma\alpha.Q4+\gamma\alpha.\psi\sigma.Q2+\gamma\alpha.\psi\sigma.Qf$	Στιγμιαία	1.10	6.007	-1.699
70	< 264				
17	$\gamma\sigma.G+\gamma\alpha.Q4+\gamma\alpha.\psi\sigma.Q3+\gamma\alpha.\psi\sigma.Qf$	Στιγμιαία	1.10	5.990	-1.645
68	< 264				
18	$\gamma\sigma.G+\gamma\alpha.Q5+\gamma\alpha.\psi\sigma.Q1+\gamma\alpha.\psi\sigma.Qf$	Στιγμιαία	1.10	6.079	-1.695
70	< 264				
19	$\gamma\sigma.G+\gamma\alpha.Q5+\gamma\alpha.\psi\sigma.Q2+\gamma\alpha.\psi\sigma.Qf$	Στιγμιαία	1.10	6.007	-1.699
70	< 264				
20	$\gamma\sigma.G+\gamma\alpha.Q5+\gamma\alpha.\psi\sigma.Q3+\gamma\alpha.\psi\sigma.Qf$	Στιγμιαία	1.10	5.990	-1.645
68	< 264				
21	$\gamma\sigma.G+\gamma\alpha.Qf+\gamma\alpha.\psi\sigma.Q1+\gamma\alpha.\psi\sigma.Q4$	Στιγμιαία	1.10	7.513	-2.093
86	< 264				
22	$\gamma\sigma.G+\gamma\alpha.Qf+\gamma\alpha.\psi\sigma.Q1+\gamma\alpha.\psi\sigma.Q5$	Στιγμιαία	1.10	7.513	-2.093
86	< 264				
23	$\gamma\sigma.G+\gamma\alpha.Qf+\gamma\alpha.\psi\sigma.Q2+\gamma\alpha.\psi\sigma.Q4$	Στιγμιαία	1.10	7.445	-2.097
86	< 264				
24	$\gamma\sigma.G+\gamma\alpha.Qf+\gamma\alpha.\psi\sigma.Q2+\gamma\alpha.\psi\sigma.Q5$	Στιγμιαία	1.10	7.445	-2.097
86	< 264				
25	$\gamma\sigma.G+\gamma\alpha.Qf+\gamma\alpha.\psi\sigma.Q3+\gamma\alpha.\psi\sigma.Q4$	Στιγμιαία	1.10	7.427	-2.043
84	< 264				
26	$\gamma\sigma.G+\gamma\alpha.Qf+\gamma\alpha.\psi\sigma.Q3+\gamma\alpha.\psi\sigma.Q5$	Στιγμιαία	1.10	7.427	-2.043
84	< 264				
27	$\gamma\sigma.G+\gamma\alpha.Qi+\gamma\alpha.\psi\sigma.Q1+\gamma\alpha.\psi\sigma.Q4+\gamma\alpha.\psi\sigma.Qf$	Στιγμιαία	1.10	6.467	-1.799
74	< 264				
28	$\gamma\sigma.G+\gamma\alpha.Qi+\gamma\alpha.\psi\sigma.Q1+\gamma\alpha.\psi\sigma.Q5+\gamma\alpha.\psi\sigma.Qf$	Στιγμιαία	1.10	6.467	-1.799
74	< 264				
29	$\gamma\sigma.G+\gamma\alpha.Qi+\gamma\alpha.\psi\sigma.Q2+\gamma\alpha.\psi\sigma.Q4+\gamma\alpha.\psi\sigma.Qf$	Στιγμιαία	1.10	6.388	-1.803
74	< 264				
30	$\gamma\sigma.G+\gamma\alpha.Qi+\gamma\alpha.\psi\sigma.Q2+\gamma\alpha.\psi\sigma.Q5+\gamma\alpha.\psi\sigma.Qf$	Στιγμιαία	1.10	6.388	-1.803
74	< 264				
31	$\gamma\sigma.G+\gamma\alpha.Qi+\gamma\alpha.\psi\sigma.Q3+\gamma\alpha.\psi\sigma.Q4+\gamma\alpha.\psi\sigma.Qf$	Στιγμιαία	1.10	6.372	-1.749
72	< 264				
32	$\gamma\sigma.G+\gamma\alpha.Qi+\gamma\alpha.\psi\sigma.Q3+\gamma\alpha.\psi\sigma.Q5+\gamma\alpha.\psi\sigma.Qf$	Στιγμιαία	1.10	6.372	-1.749
72	< 264				

[

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η επίλυση των τεσσάρων εφαρμογών, ξύλινων κατασκευών, με το Runet έδειξε ότι η μέθοδος των ΠΣ, επιλύει με ακρίβεια προβλήματα κατασκευών με ξύλινα φέροντα φορτία.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Ε. Παπαμίχος, και Χαραλαμπίκης, Αντοχή Υλικών και Δομικών Στοιχείων, εκδ. Τζιόλας, Θεσ/κη 2^η έκδοση, 2015
2. F. Beer, E. Russel Johnston, J. Dewolf and D. Mazurek, Μηχανική των Υλικών, εκδ. Τζιόλας, Θεσ/κη 2^η έκδοση, 2015
3. Wendehorst , Δομικά Υλικά, εκδ. Γκιούρδας, 2009
4. Λιάνης Γ. Μηχανική Παραμορφωσίμων σωμάτων και αντοχή υλικών, Θεσ/κη 1977
5. Gere JM., Timoshenko SP., Mechanics of Materials, 4th edition, Stanley Thornes Publishers, 1999