



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΜΝΗΜΕΙΩΝ
ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ Α: ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΚΑΙ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΙΣΤΟΡΙΚΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ ΚΑΙ ΣΥΝΟΛΩΝ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΤΟ "ΕΝΕΤΙΚΟ" ΚΤΙΡΙΟ ΣΤΟ ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΟΥ ΝΑΥΠΛΙΟΥ

ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ ΜΑΚΡΗΣ, ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ
ΕΠΙΒΛΕΠΟΝΤΕΣ: Α. ΜΙΛΤΙΑΔΟΥ | Ε. ΤΣΑΚΑΝΙΚΑ _ ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ: Ι. ΚΙΖΗΣ | Ε. ΜΑΪΣΤΡΟΥ

Η ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΕΓΙΝΕ ΣΕ ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕ ΤΗΝ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΑ ΜΗΧΑΝΙΚΟ ΚΟΝΙΔΗ ΑΜΑΛΙΑ ΜΑΡΙΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ



ΑΘΗΝΑ, 10 ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2017

Στο παράρτημα που ακολουθεί γίνεται μία διερεύνηση για τη διαστασιολόγηση του Φ.Ο. των πατωμάτων καθώς και την δυνατότητα διάνοιξης του ισογείου στην εξωτερική όψη της πτέρυγας Παπανικολάου. Βασικό στοιχείο που προκύπτει από την κατασκευαστική ανάλυση του κτηρίου είναι η προσπάθεια για επίτευξη συμμετρίας χτισμένου – άχτιστου χώρου σε κάθε πτέρυγα (κατά μήκος & καθ' ύψος), η οργάνωση των μεγάλων χώρων (κλιμακοστάσιο, σάλα με τζάκι) στο χώρο συμβολής των 2 πτερύγων, ενώ τα άκρα των πτερύγων (όπου το κτίσμα είναι πιο ευάλωτο) διαμερισμάτωνονται σε μικρότερα δωμάτια από τσατμάδες. Γενικά, στο κτήριο διαφαίνεται μια επαναληψιμότητα στα δομικά μέλη με τυποποίηση των διατομών – γεγονός που θα μπορούσε να υπονοεί μια διάθεση για ρασιοναλιστική οργάνωση του δομικού συστήματος. Έχοντας υπό όψη αυτές τις παρατηρήσεις, στα φύλλα διαστασιολόγησης των δοκών πατωμάτων παρουσιάζεται μια τυπική δοκός ανά πτέρυγα & ανά όροφο. Στη συνέχεια, παρουσιάζεται μια διερεύνηση δυνατότητας διάνοιξης του ισογείου Παπανικολάου προκειμένου να συμβαδίζει με την επιλογή ανάδειξης ενός πολύ σπάνιου τεκμηρίου της α' βενετικής περιόδου. Εξετάζονται τα δυσμενέστερα ανοίγματα τα οποία εντοπίζονται στα άκρα αυτής της πτέρυγας.

Οι υπολογισμοί που ακολουθούν βασίζονται στο τεύχος του ΤΕΕ που αφορά το σχεδιασμό ξύλινων κατασκευών σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα 5:

Ελευθερία Τσακανίκα-Θεοχάρη & Ζάννης Κοντέας, EN 1995-1-1, Ευρωκώδικας 5, Μέρος 1-1, Γενικοί Κανόνες και Κανόνες για Κτήρια, ΤΕΕ-Εκπαιδευτικά Σεμινάρια Ευρωκωδίκων, ΑΘΗΝΑ, Φεβρ.2010

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

Κατηγορία λειτουργίας	Θερμοκρασία και σχετική υγρασία περιβάλλοντος κατασκευών	Ποσοστό περιεχόμενης υγρασίας του ξύλου (Π.Π.Υ.)	Παραδείγματα
1	20°C, υγρασία >65% για λίγες εβδομάδες το χρόνο.	Το Π.Π.Υ. των ξύλινων στοιχείων που χρησιμοποιούνται σε αυτούς τους χώρους σταθεροποιείται στο $9 \pm 3\%$.	Κλειστές κατασκευές ή χώροι που θερμαίνονται, (θερμές στέγες, πατώματα εσωτερικών χώρων και εσωτερικοί τοίχοι).
2	20°C, υγρασία >85% για λίγες εβδομάδες το χρόνο.	Π.Π.Υ. ξύλινων στοιχείων = $(12 \pm 3)\%$. Π.Π.Υ. ξύλινων στοιχείων = $(15 \pm 3)\%$.	Κλειστές κατασκευές μη θερμαινόμενες ή περιοδικά θερμαινόμενες (π.χ. εξοχικές κατοικίες). Ανοικτές στεγασμένες κατασκευές, ψυχρές στέγες, εξωτερικοί τοίχοι, και γενικότερα κατασκευές που δεν είναι άμεσα εκτεθειμένες στα καιρικά φαινόμενα.
3	Κλιματικές συνθήκες οι οποίες οδηγούν σε Π.Π.Υ. του ξύλου ανώτερο από εκείνο της κατηγορίας 2.	Το Π.Π.Υ. των ξύλινων στοιχείων που χρησιμοποιούνται σε αυτούς τους χώρους είναι >19%.	Κατασκευές σε υγρούς χώρους ή κατασκευές εκτεθειμένες στα καιρικά φαινόμενα (π.χ. άμεση διαβροχή).

Συγκεντρωτικός πίνακας τροποποιητικών συντελεστών (k_h)

Συντελεστής επιρροής μεγέθους διατομής (k_h)	Αντοχές που τροποποιούνται	Τύποι	Παρατηρήσεις
k_h Φυσική ξυλεία EN 1995-1-1, 3.2	Κάμψη και εφελκυσμός // στις ίνες, $f_{m,k}$ $f_{t,0,k}$	$k_h = \min \left\{ \left(\frac{150}{h} \right)^{0,2} \right.$ $\left. 1,3 \right\}$	Αυξητικός συντελεστής Ισχύει για : $\rho_k \leq 700 \text{ kg/m}^3$, $h < \text{των } 150 \text{ mm}$. $h \text{ (mm)} = \text{ύψος διατομής που καταπονείται σε κάμψη ή η μέγιστη διάσταση διατομής που καταπονείται σε εφελκυσμό.}$
k_h Επικολητή ξυλεία EN 1995-1-1, 3.3	Κάμψη και εφελκυσμός // στις ίνες, $f_{m,k}$ $f_{t,0,k}$	$k_h = \min \left\{ \left(\frac{600}{h} \right)^{0,1} \right.$ $\left. 1,1 \right\}$	Αυξητικός συντελεστής Ισχύει για : $h < \text{των } 600 \text{ mm}$. $h \text{ (mm)} = \text{ύψος διατομής που καταπονείται σε κάμψη ή η μέγιστη διάσταση διατομής που καταπονείται σε εφελκυσμό.}$
k_h Ξυλεία επικολημένων ξυλοφύλλων (LVL) EN 1995-1-1, 3.4	Κάμψη $f_{m,k}$	$k_h = \min \left\{ \left(\frac{300}{h} \right)^{\varepsilon} \right.$ $\left. 1,2 \right\}$	Αυξητικός συντελεστής $h = \text{ύψος διατομής σε κάμψη σε mm}$, $s = \text{συντελεστής φαινομένου κλίμακας. Λαμβάνεται όπως δηλώνεται στο EN 14374.}$
k_h Ξυλεία επικολημένων ξυλοφύλλων (LVL) EN 1995-1-1, 3.4	εφελκυσμός // στις ίνες, $f_{t,0,k}$	$k_t = \min \left\{ \left(\frac{3000}{l} \right)^{\varepsilon/2} \right.$ $\left. 1,1 \right\}$	Αυξητικός συντελεστής Ισχύει για : $l = \text{μήκος μέλους σε mm}$, $s = \text{συντελεστής φαινομένου κλίμακας. Λαμβάνεται όπως δηλώνεται στο EN 14374.}$

Τιμές του k_{mod}

(βλ. EN 1995-1-1, 2.4, Πίνακα 3.1 στο Amendment, EN 1995-1-1:2004/A - June 2008))

Υλικό	Πρότυπο	Κατηγορία Λειτουργίας	Κατηγορία διάρκειας φόρτισης				
			Μόνη δράση	Μακρο-χρόνια δράση	Μεσο-χρόνια δράση	Βραχυ-χρόνια δράση	Στηλιαία δράση
Φυσική ξυλεία	EN 1408-1-1	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
Επικολλητή ξυλεία	EN 14080	2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
Ξυλεία επικολημένων ξυλοφύλλων (LVL)	EN 14374, EN 14279	3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90
Αντικολλητή ξυλεία ("κόντρα-πλακέ", plywood)	EN 636 EN 636-1 EN 636-2 EN 636-3						
Πλάκες προσανατολισμένων ξυλοτεμαχιδίων (Oriented Strand Boards - OSB)	EN 300 OSB/2	1	0,30	0,45	0,65	0,85	1,10
	OSB/3, OSB/4	1	0,40	0,50	0,70	0,90	1,10
	OSB/3, OSB/4	2	0,30	0,40	0,55	0,70	0,90
Μοριόπλακες (Particleboards)	EN 312 Τύπου P4, P5	1	0,30	0,45	0,65	0,85	1,10
	Τύπου P5	2	0,20	0,30	0,45	0,60	0,80
	Τύπου P6, P7	1	0,40	0,50	0,70	0,90	1,10
	Τύπου P7	2	0,30	0,40	0,55	0,70	0,90
Ινόπλακες σκληρές (Fibreboards, hard ή hardboards)	EN 622-2 HB.LA, HB.HLA1 ή 2	1	0,30	0,45	0,65	0,85	1,10
	HB.HLA1 ή 2	2	0,20	0,30	0,45	0,60	0,80
Ινόπλακες μέσης σκληρότητας (Fibreboards, medium ή mediumboards)	EN 622-3 MBH.LA1 ή 2	1	0,20	0,40	0,60	0,80	1,10
	MBH.HLS1 ή 2	1	0,20	0,40	0,60	0,80	1,10
	MBH.HLS1 ή 2	2	-	-	-	0,45	0,80
Ινόπλακες μέσης πυκνότητας (Fibreboards, MDF)	EN 622-5 MDF.LA, MDF.HLS	1	0,20	0,40	0,60	0,80	1,10
	MDF.HLS	2	-	-	-	0,45	0,80

2.4 Συγκεντρωτικός πίνακας τροποποιητικών συντελεστών αντοχής και ιδιοτήτων δυσκαμψίας ξύλου και προϊόντων ξύλου (Trada Manual 2007, 38-40)

Συντελεστές	Αντοχές, ιδιότητες δυσκαμψίας που τροποποιούνται	Τύποι	Παρατηρήσεις
k_{mod} EN 1995-1-1, 3.2	Όλες οι αντοχές	EC 1995-1-1, Πιν. 3.1	Μειωτικός συντελεστής (εκτός των στιγμιαίων φορτίσεων για κατηγορίες λειτουργίας 1,2)
k_{def} EN 1995-1-1, 3.3	E, G, k_{ser} , k_a	EC 1995-1-1, Πιν. 3.2	Ερπυστικός συντελεστής. Αυξάνει σημαντικά της παραμορφώσεις.
k_h Φυσική ξυλεία EN 1995-1-1, 3.2	Κάμψη και εφελκυσμό // στις ίνες, $f_{m,k}$ $f_{t,0,k}$	$k_h = \min \left\{ \left(\frac{150}{h} \right)^{0,2} \right.$ $\left. 1,3 \right\}$	Αυξητικός συντελεστής. Ισχύει για : $\rho_k \leq 700 \text{ kg/m}^3$, $h < \text{των } 150 \text{ mm}$. h (mm) = ύψος διατομής που καταπονείται σε κάμψη ή η μέγιστη διάσταση της διατομής που καταπονείται σε εφελκυσμό.
k_h Επικολητή ξυλεία EN 1995-1-1, 3.3	Κάμψη και εφελκυσμό // στις ίνες, $f_{m,k}$ $f_{t,0,k}$	$k_h = \min \left\{ \left(\frac{600}{h} \right)^{0,1} \right.$ $\left. 1,1 \right\}$	Αυξητικός συντελεστής. Ισχύει για : $h < \text{των } 600 \text{ mm}$. h (mm) = ύψος διατομής που καταπονείται σε κάμψη ή η μέγιστη διάσταση της διατομής που καταπονείται σε εφελκυσμό.
k_h Ξυλεία επικολημένων ξυλοφύλλων (LVL) EN 1995-1-1, 3.4	Κάμψη $f_{m,k}$	$k_h = \min \left\{ \left(\frac{300}{h} \right)^2 \right.$ $\left. 1,2 \right\}$	Αυξητικός συντελεστής. h = ύψος διατομής σε κάμψη σε mm. s = συντελεστής φαινομένου κλίμακας. Θα λαμβάνεται όπως δηλώνεται στο EN 14374.
k_h Ξυλεία επικολημένων ξυλοφύλλων (LVL) EN 1995-1-1, 3.4	Εφελκυσμό // στις ίνες, $f_{t,0,k}$	$k_t = \min \left\{ \left(\frac{3000}{l} \right)^{1/2} \right.$ $\left. 1,1 \right\}$	Αυξητικός συντελεστής. Ισχύει για : l = μήκος μέλους σε mm, s = συντελεστής φαινομένου κλίμακας. Θα λαμβάνεται όπως δηλώνεται στο EN 14374.
k_{sys} EN 1995-1-1, 6.6	Όλες	1.1	Αυξητικός συντελεστής αντοχής λόγω ύπαρξης συστήματος διανομής φορτίων.
k_{crit} Φυσική ξυλεία κονοφόρον EN 1995-1-1, 6.6	Κάμψη είτε απλή είτε σε συνδυασμό με θλίψη $f_{m,k}$	βλ. EN 1995-1-1 σγέςεις (6.30), (6.32), (6.34)	Μειωτικός συντελεστής καμπτικής αντοχής λόγω στρεπτοκαμπτικού (πλευρικού) λυγισμού.
k_{crit} Για όλες τις άλλες περιπτώσεις EN 1995-1-1, 6.6	Κάμψη είτε απλή είτε σε συνδυασμό με θλίψη $f_{m,k}$	βλ. EN 1995-1-1 σγέςεις (6.30), (6.31), (6.34)	Μειωτικός συντελεστής καμπτικής αντοχής λόγω στρεπτοκαμπτικού (πλευρικού) λυγισμού.
$k_{c,90}$ EN 1995-1-1, 6.1.5	Θλίψη κάθετα στις ίνες $f_{c,90,k}$	Ο υπολογισμός του είναι αρκετά πολύπλοκος.	Αυξητικός συντελεστής.
$k_{c,y}$, $k_{c,z}$ EN 1995-1-1, 6.3.2	Λυγισμός λόγω θλίψης // στις ίνες ή συνδυασμού θλίψης // στις ίνες και κάμψης $f_{c,0,k}$	Ο υπολογισμός του είναι αρκετά πολύπλοκος. Απαιτείται προσδιορισμός του μήκους λυγισμού.	Απαιτείται για τον έλεγχο σε λυγισμό.
k_m EN 1995-1-1, 6.1.6	Διαξονική κάμψη $\sigma_{m,y,d}$ ή $\sigma_{m,z,d}$	Για ορθογωνικές διατομές φυσικής, επικολητής και ξυλείας επικολημένων ξυλοφύλλων (LVL): $k_m = 0,7$. Για διατομές πλην ορθογωνικών και για τα υπόλοιπα προϊόντα ξύλου: $k_m = 1, 0$.	Εισάγεται για να ληφθεί υπόψη η ανακατανομή των τάσεων όταν ο ουδέτερος άξονας είναι κεκλιμένος (διαξονική κάμψη) σε μια ορθογώνια διατομή.

**Κατηγορίες αντοχών για φυσική
ξυλεία πλατύφυλλων (ΕΛΟΤ EN 338)**

Αντοχές (N/mm ²)	σύμβολο
Κάμψη	$f_{m,k}$
Εφελκυσμός // στις ίνες	$f_{t,0,k}$
Εφελκυσμός κάθετα στις ίνες	$f_{t,90,k}$
Θλίψη // στις ίνες	$f_{c,0,k}$
Θλίψη κάθετα στις ίνες	$f_{c,90,k}$
Διάτμηση	$f_{v,k}$
Μέσο μέτρο ελαστικότητας // στις ίνες	$E_{0,mean}$
(0,05%) μέτρο ελαστικότητας// στις ίνες	$E_{0,05}$
Μέσο μέτρο ελαστικότητας κάθετα στις ίνες	$E_{90,mean}$
Μέσο μέτρο διάτμησης	G_{mean}
Μέση τιμή πυκνότητας (kg/m ³)	ρ_{mean}
Χαρακτηριστική τιμή πυκνότητας	ρ_k

ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ 1ο ΠΑΤΩΜΑ (ΕΓΚΑΡΣΙΑ ΔΟΚΟΣ)	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΜΦΙΕΡΕΙΣΤΗΣ ΔΟΚΟΥ ΠΑΤΩΜΑΤΟΣ		
	Έλεγχοι: Κάμψη - Θλίψη Ι ίνες - Διάτμηση - Παραμορφώσεις		

Επιλογή ξύλειας		
φυσική ξυλεία πλατύφυλλου		
Κατηγορία αντοχής (EN 388)	D50	
ρ_{mean}	kg/m ³	780
$f_{m,k}$	N/mm ²	50
$f_{c,90,k}$	N/mm ²	9.7
$f_{v,k}$	N/mm ²	4.6
$E_{0,mean}$	N/mm ²	14000
G_{mean}	N/mm ²	880

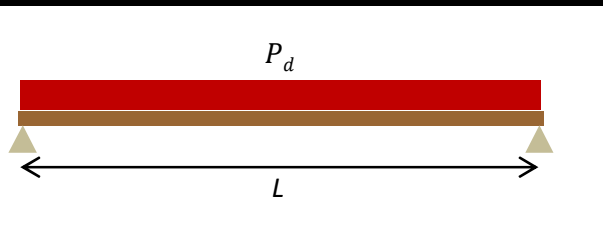
Γεωμετρικά χαρακτηριστικά		
b	cm	13
h	cm	17
A	cm ²	221
W_y	cm ³	626.17
I_y	cm ⁴	5322.42
W_x	cm ³	478.83
I_x	cm ⁴	3112.42
$spacing$	m	0.5

Φορτία

g_i	σανίδωμα (πάνω)	0.07	m ³	0.05	kN/m	ρ	420	kg/m ³
	μόνωση	0.14	m ³	0.01	kN/m	ρ	40	kg/m ³
	καδρόνια	0.02	m ³	0.01	kN/m	ρ	420	kg/m ³
	ίδιο βάρος δοκού			0.17	kN/m			
	κόντρα πλακέ	0.04	m ³	0.05	kN/m	ρ	650	kg/m ³
	σανίδωμα (κάτω)	0.08	m ³	0.06	kN/m	ρ	420	kg/m ³
				ΣG_k	0.358			kN/m

q	κινητό φορτίο	5.0	kN/m ²	Q_k	2.500	kN/m
-----	---------------	------------	-------------------	-------	--------------	------

Συνδιασμός φόρτισης	1.35G + 1.5Q	
Κατηγορία λειτουργίας	II	k_{mod}
Διάρκεια φόρτισης	μέση	0.8
γ_G	1.35	
γ_Q	1.5	
γ_M ξύλου	1.3	



$M_d = \frac{P_d L^2}{8}$	16.71	kNm
$F_{vd} = P_d \frac{L}{2}$	11.89	kN

P_d	4.23	kN/m
L	5.62	m

Υπολογισμός τροποποιητικών συντελεστών αντοχής			
Διανομή φορτίων μέσω πετώματος	ναί	k_{sys}	1.1
Ύψος διατομής >15cm	ναί	k_h	1.3
Εξασφαλισμένο θλιβόμενο πέλμα σε όλο το μήκος	ναί	k_{crit}	1.1

Έλεγχος Κάμψης

$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,d}}{W_y}$	26.69	N/mm ²
--	-------	-------------------

$f_{m,y,d} = \frac{k_h k_{sys} k_{mod} f_{m,y,k}}{\gamma_M}$	44	N/mm ²
--	----	-------------------

$\frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{crit} f_{m,y,d}} \leq 1$	0.55	N/mm ²	OK
--	------	-------------------	----

Έλεγχος θλίψης Ι ίνες (περιοχή έδρασης) - Υπολογισμός επάρκειας μήκους έδρασης (l)

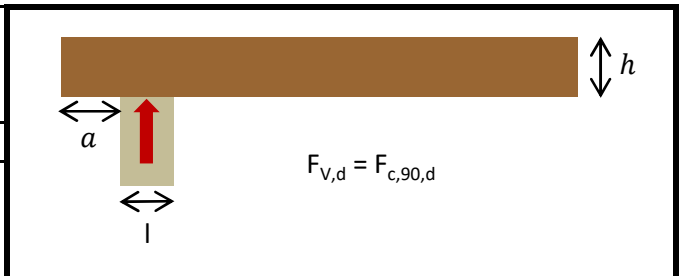
$\sigma_{c,90,d} \leq k_{c,90} f_{c,90,d}$
--

$b_{δοκού}$	130	mm
$h_{δοκού}$	170	mm
l	300	mm
a	0	mm
$A_{ef} = b(l+30+30)$	45500	mm ²

$k_{c,90}$	1.5	Για φυσική ξυλεία πλατύφυλλων	Amendment EN 1995 1-1/A1:2008
------------	-----	-------------------------------	-------------------------------

$\sigma_{c,90,d} = \frac{F_{c,90,d}}{A_{ef}}$	0.26	N/mm ²
---	------	-------------------

$f_{c,90,d} = \frac{k_{c,90} k_{sys} k_{mod} f_{c,90,k}}{\gamma_M}$	9.85	N/mm ²
---	------	-------------------

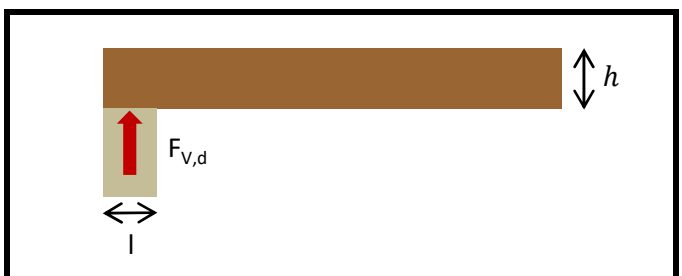


$\sigma_{c,90,d} \div k_{c,90} f_{c,90,d} < 1$	0.04	OK
--	------	----

Έλεγχος διάτμησης - Περίπτωση 1: Δοκός χωρίς απότμηση στην περιοχή έδρασης

$\tau_d = \frac{1.5 F_{V,d}}{bh}$	0.81	N/mm ²
-----------------------------------	------	-------------------

$f_{v,d} = \frac{k_{sys} k_{mod} f_{v,k}}{\gamma_M}$	3.11	N/mm ²
--	------	-------------------

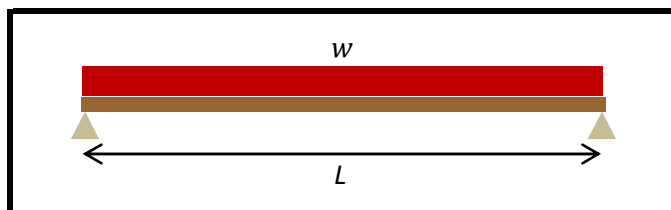


$\tau_d \div f_{v,d} < 1$	0.26	OK
---------------------------	------	----

Έλεγχος παραμορφώσεων

G_k	0.358	kN/m
Q_k	2.500	kN/m

L	5.62	m
-----	------	---



Στιγμαία παραμόρφωση λόγω μόνιμων φορτίων ($u_{inst,G}$)

$u_{inst,flex} = \frac{5G_k L^4}{384E_{0,mean}I_y}$	0.006	m
---	-------	---

$u_{inst,shear} = \frac{\varphi G_k L^2}{8G_{mean}A}$	0.00009	m
---	---------	---

φ	1.2	form factor ορθογωνικής διατομής
-----------	-----	----------------------------------

$u_{inst,G} = u_{inst,flex} + u_{inst,shear}$	0.006	m
---	-------	---

Στιγμαία παραμόρφωση λόγω κινητών φορτίων ($u_{inst,Q1}$)

$u_{inst,flex} = \frac{5Q_k L^4}{384E_{0,mean}I_y}$	0.001	m
---	-------	---

$u_{inst,shear} = \frac{\varphi Q_k L^2}{8G_{mean}A}$	0.0006	m
---	--------	---

φ	1.2	form factor ορθογωνικής διατομής
-----------	-----	----------------------------------

$u_{inst,Q1} = u_{inst,flex} + u_{inst,shear}$	0.002	m	OK
--	-------	---	----

L/300	0.02
-------	------

Τελική παραμόρφωση λόγω μόνιμων φορτίων ($u_{fin,G}$)

Κατηγορία λειτουργίας	II
Συντελεστής ερπυσμού k_{def}	0.8

$u_{fin,G} = u_{inst,G} (1 + k_{def})$	0.01	m
--	------	---

Τελική παραμόρφωση λόγω κινητών φορτίων ($u_{fin,Q1}$)

Κατηγορία λειτουργίας	II
Συντελεστής ερπυσμού k_{def}	0.8
$\psi_{2(q),1}$	0.6

$u_{fin,Q1} = u_{inst,Q1} (1 + \psi_{2(q),1} k_{def})$	0.003	m
--	-------	---

Συνολική τελική παραμόρφωση

$u_{fin} = u_{fin,G} + u_{fin,Q1} + u_{fin,Qi}$	0.01	m	OK
---	------	---	----

L/250	0.02
-------	------

ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ 1ο ΠΑΤΩΜΑ (ΜΕΣΟΔΟΚΙ)	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΜΦΙΕΡΕΙΣΤΗΣ ΔΟΚΟΥ ΠΑΤΩΜΑΤΟΣ		
	Έλεγχοι: Κάμψη - Θλίψη \perp ίνες - Διάτμηση - Παραμορφώσεις		

Επιλογή ξύλειας		
φυσική ξυλεία πλατύφυλλου		
Κατηγορία αντοχής (EN 388)	D50	
ρ_{mean}	kg/m ³	780
$f_{m,k}$	N/mm ²	50
$f_{c,90,k}$	N/mm ²	9.7
$f_{v,k}$	N/mm ²	4.6
$E_{0,mean}$	N/mm ²	14000
G_{mean}	N/mm ²	880

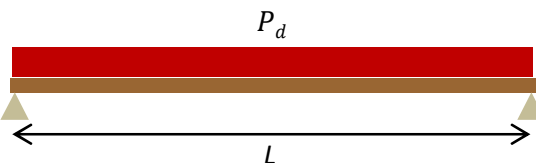
Γεωμετρικά χαρακτηριστικά		
b	cm	16
h	cm	20
A	cm ²	320
W_y	cm ³	1066.67
I_y	cm ⁴	10666.67
W_x	cm ³	853.33
I_x	cm ⁴	6826.67
$spacing$	m	0.5

Φορτία

g_i	σανίδωμα (πάνω)	0.36	m ³	0.37	kN/m	ρ	420	kg/m ³
	μόνωση	0.70	m ³	0.07	kN/m	ρ	40	kg/m ³
	καδρόνια	0.08	m ³	0.09	kN/m	ρ	420	kg/m ³
	ίδιο βάρος δοκού			0.24	kN/m			
	κόντρα πλακέ	0.22	m ³	0.36	kN/m	ρ	650	kg/m ³
	σανίδωμα (κάτω)	0.42	m ³	0.43	kN/m	ρ	420	kg/m ³
	εγκάρσια δοκάρια	0.4	m ³	0.832	kN/m	ρ	780	kg/m ³
				ΣG_k	2.396			kN/m

q	κινητό φορτίο	5.0	kN/m ²	Q_k	2.500	kN/m
-----	---------------	-----	-------------------	-------	-------	------

Συνδιασμός φόρτισης	1.35G + 1.5Q	
Κατηγορία λειτουργίας	II	k_{mod}
Διάρκεια φόρτισης	μέση	0.8
γ_G	1.35	
γ_Q	1.5	
γ_M ξύλου	1.3	



$M_d = \frac{P_d L^2}{8}$	13.97	kNm
$F_{vd} = P_d \frac{L}{2}$	13.97	kN

P_d	6.98	kN/m
L	4	m

Υπολογισμός τροποποιητικών συντελεστών αντοχής			
Διανομή φορτίων μέσω πετώματος	ναί	k_{sys}	1.1
Ύψος διατομής >15cm	ναί	k_h	1.3
Εξασφαλισμένο θλιβόμενο πέλμα σε όλο το μήκος	ναί	k_{crit}	1.1

Έλεγχος Κάμψης

$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,d}}{W_y}$	13.10	N/mm ²
--	--------------	-------------------

$f_{m,y,d} = \frac{k_h k_{sys} k_{mod} f_{m,y,k}}{\gamma_M}$	44	N/mm ²
--	-----------	-------------------

$\frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{crit} f_{m,y,d}} \leq 1$	0.27	N/mm ²	OK
--	-------------	-------------------	----

Έλεγχος θλίψης ⊥ ίνες (περιοχή έδρασης) - Υπολογισμός επάρκειας μήκους έδρασης (l)

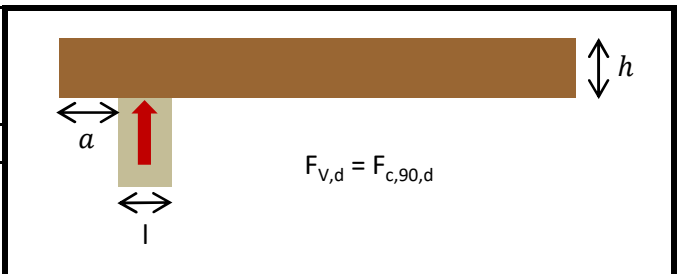
$\sigma_{c,90,d} \leq k_{c,90} f_{c,90,d}$
--

$b_{δοκού}$	160	mm
$h_{δοκού}$	200	mm
l	300	mm
a	0	mm
$A_{ef} = b(l+30+30)$	56000	mm ²
$k_{c,90}$	1.5	Για φυσική ξυλεία πλατύφυλλων

Amendment EN 1995 1-1/A1:2008

$\sigma_{c,90,d} = \frac{F_{c,90,d}}{A_{ef}}$	0.25	N/mm ²
---	-------------	-------------------

$f_{c,90,d} = \frac{k_{c,90} k_{sys} k_{mod} f_{c,90,k}}{\gamma_M}$	9.85	N/mm ²
---	-------------	-------------------

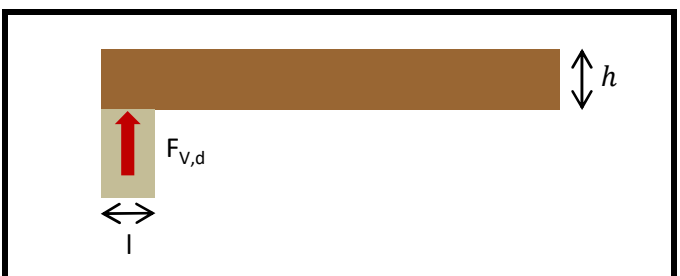


$\sigma_{c,90,d} \div k_{c,90} f_{c,90,d} < 1$	0.04	OK
--	-------------	----

Έλεγχος διάτμησης - Περίπτωση 1: Δοκός χωρίς απότμηση στην περιοχή έδρασης

$\tau_d = \frac{1.5 F_{V,d}}{bh}$	0.65	N/mm ²
-----------------------------------	-------------	-------------------

$f_{v,d} = \frac{k_{sys} k_{mod} f_{v,k}}{\gamma_M}$	3.11	N/mm ²
--	-------------	-------------------

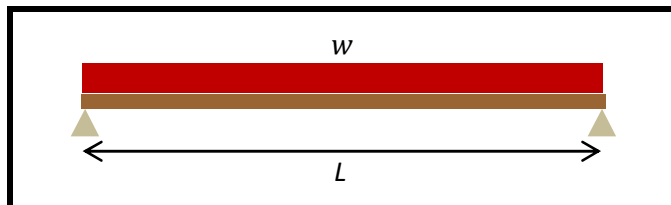


$\tau_d \div f_{v,d} < 1$	0.21	OK
---------------------------	------	----

Έλεγχος παραμορφώσεων

G_k	2.396	kN/m
Q_k	2.500	kN/m

L	4	m
-----	---	---



Στιγμαία παραμόρφωση λόγω μόνιμων φορτίων ($u_{inst,G}$)

$u_{inst,flex} = \frac{5G_k L^4}{384E_{0,mean}I_y}$	0.01	m
---	------	---

$u_{inst,shear} = \frac{\varphi G_k L^2}{8G_{mean}A}$	0.0002	m
---	--------	---

φ	1.2	form factor ορθογωνικής διατομής
-----------	-----	----------------------------------

$u_{inst,G} = u_{inst,flex} + u_{inst,shear}$	0.006	m
---	-------	---

Στιγμαία παραμόρφωση λόγω κινητών φορτίων ($u_{inst,Q1}$)

$u_{inst,flex} = \frac{5Q_k L^4}{384E_{0,mean}I_y}$	0.0003	m
---	--------	---

$u_{inst,shear} = \frac{\varphi Q_k L^2}{8G_{mean}A}$	0.0002	m
---	--------	---

φ	1.2	form factor ορθογωνικής διατομής
-----------	-----	----------------------------------

$u_{inst,Q1} = u_{inst,flex} + u_{inst,shear}$	0.0006	m	OK
--	--------	---	----

$L/300$	0.01
---------	------

Τελική παραμόρφωση λόγω μόνιμων φορτίων ($u_{fin,G}$)

Κατηγορία λειτουργίας	II
Συντελεστής ερπυσμού k_{def}	0.8

$u_{fin,G} = u_{inst,G} (1 + k_{def})$	0.01	m
--	------	---

Τελική παραμόρφωση λόγω κινητών φορτίων ($u_{fin,Q1}$)

Κατηγορία λειτουργίας	II
Συντελεστής ερπυσμού k_{def}	0.8
$\psi_{2(q),1}$	0.6

$u_{fin,Q1} = u_{inst,Q1} (1 + \psi_{2(q),1} k_{def})$	0.0008	m
--	--------	---

Συνολική τελική παραμόρφωση

$u_{fin} = u_{fin,G} + u_{fin,Q1} + u_{fin,Qi}$	0.01	m	OK
---	------	---	----

L/250	0.02
-------	------

ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ 2ο ΠΑΤΩΜΑ	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΜΦΙΕΡΕΙΣΤΗΣ ΔΟΚΟΥ ΠΑΤΩΜΑΤΟΣ		
	Έλεγχοι: Κάμψη - Θλίψη Ι ίνες - Διάτμηση - Παραμορφώσεις		

Επιλογή ξύλειας		
φυσική ξυλεια κωνοφόρου		
Κατηγορία αντοχής (EN 388)	D70	
ρ_{mean}	kg/m ³	1080
$f_{m,k}$	N/mm ²	70
$f_{c,90,k}$	N/mm ²	34
$f_{v,k}$	N/mm ²	6
$E_{0,mean}$	N/mm ²	20000
G_{mean}	N/mm ²	1250

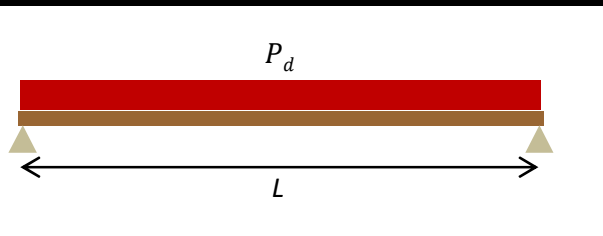
Γεωμετρικά χαρακτηριστικά		
b	cm	11
h	cm	13
A	cm ²	143
W_y	cm ³	309.83
I_y	cm ⁴	2013.92
W_x	cm ³	262.17
I_x	cm ⁴	1441.92
$spacing$	m	0.45

Φορτία

g_i	σανίδωμα (πάνω)	0.06	m ³	0.05	kN/m	ρ	420	kg/m ³
	μόνωση	0.12	m ³	0.01	kN/m	ρ	40	kg/m ³
	καδρόνια	0.02	m ³	0.01	kN/m	ρ	420	kg/m ³
	ίδιο βάρος δοκού			0.15	kN/m			
	κόντρα πλακέ	0.04	m ³	0.05	kN/m	ρ	650	kg/m ³
	σανίδωμα (κάτω)	0.07	m ³	0.06	kN/m	ρ	420	kg/m ³
				ΣG_k	0.322			kN/m

q	κινητό φορτίο	5.0	kN/m ²	Q_k	2.250	kN/m
-----	---------------	-----	-------------------	-------	-------	------

Συνδιασμός φόρτισης	1.35G + 1.5Q	
Κατηγορία λειτουργίας	II	k_{mod}
Διάρκεια φόρτισης	μέση	0.8
γ_G	1.35	
γ_Q	1.5	
γ_M ξύλου	1.3	



$M_d = \frac{P_d L^2}{8}$	14.67	kNm
$F_{vd} = Pd \frac{L}{2}$	10.57	kN

P_d	3.81	kN/m
L	5.55	m

Υπολογισμός τροποποιητικών συντελεστών αντοχής			
Διανομή φορτίων μέσω πετώματος	ναί	k_{sys}	1.1
Ύψος διατομής >15cm	ναί	k_h	1.3
Εξασφαλισμένο θλιβόμενο πέλμα σε όλο το μήκος	ναί	k_{crit}	1.1

Έλεγχος Κάμψης

$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,d}}{W_y}$	47.35	N/mm ²
--	-------	-------------------

$f_{m,y,d} = \frac{k_h k_{sys} k_{mod} f_{m,y,k}}{\gamma_M}$	61.6	N/mm ²
--	------	-------------------

$\frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{crit} f_{m,y,d}} \leq 1$	0.70	N/mm ²	OK
--	------	-------------------	----

Έλεγχος θλίψης Ι ίνες (περιοχή έδρασης) - Υπολογισμός επάρκειας μήκους έδρασης (l)

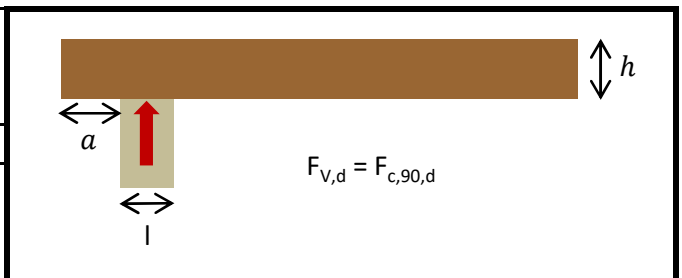
$\sigma_{c,90,d} \leq k_{c,90} f_{c,90,d}$
--

$b_{δοκού}$	110	mm
$h_{δοκού}$	130	mm
l	100	mm
a	100	mm
$A_{ef} = b(l+30+30)$	16500	mm ²

$k_{c,90}$	1.5	Για φυσική ξυλεία πλατύφυλλων	Amendment EN 1995 1-1/A1:2008
------------	-----	-------------------------------	-------------------------------

$\sigma_{c,90,d} = \frac{F_{c,90,d}}{A_{ef}}$	0.64	N/mm ²
---	------	-------------------

$f_{c,90,d} = \frac{k_{c,90} k_{sys} k_{mod} f_{c,90,k}}{\gamma_M}$	34.5	N/mm ²
---	------	-------------------

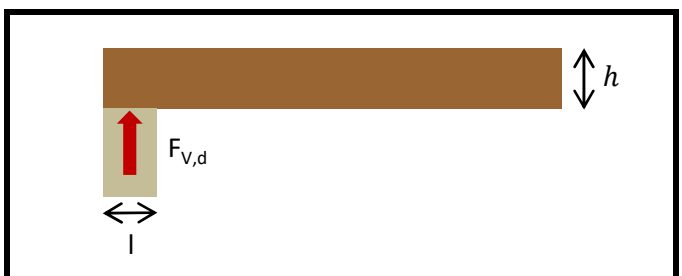


$\sigma_{c,90,d} \div k_{c,90} f_{c,90,d} < 1$	0.03	OK
--	------	----

Έλεγχος διάτμησης - Περίπτωση 1: Δοκός χωρίς απότμηση στην περιοχή έδρασης

$\tau_d = \frac{1.5 F_{V,d}}{bh}$	1.11	N/mm ²
-----------------------------------	------	-------------------

$f_{v,d} = \frac{k_{sys} k_{mod} f_{v,k}}{\gamma_M}$	4.06	N/mm ²
--	------	-------------------

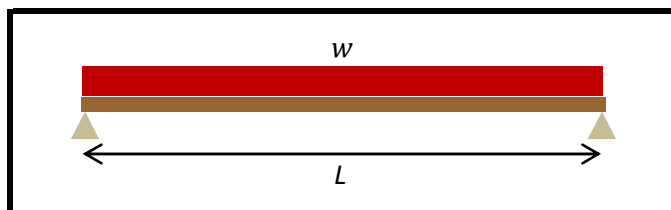


$\tau_d \div f_{v,d} < 1$	0.27	OK
---------------------------	------	----

Έλεγχος παραμορφώσεων

G_k	0.322	kN/m
Q_k	2.250	kN/m

L	5.55	m
-----	------	---



Στιγμαία παραμόρφωση λόγω μόνιμων φορτίων ($u_{inst,G}$)

$u_{inst,flex} = \frac{5G_k L^4}{384E_{0,mean}I_y}$	0.01	m
---	------	---

$u_{inst,shear} = \frac{\varphi G_k L^2}{8G_{mean}A}$	0.0001	m
---	--------	---

φ	1.2	form factor ορθογωνικής διατομής
-----------	-----	----------------------------------

$u_{inst,G} = u_{inst,flex} + u_{inst,shear}$	0.01	m
---	------	---

Στιγμαία παραμόρφωση λόγω κινητών φορτίων ($u_{inst,Q1}$)

$u_{inst,flex} = \frac{5Q_k L^4}{384E_{0,mean}I_y}$	0.002	m
---	-------	---

$u_{inst,shear} = \frac{\varphi Q_k L^2}{8G_{mean}A}$	0.001	m
---	-------	---

φ	1.2	form factor ορθογωνικής διατομής
-----------	-----	----------------------------------

$u_{inst,Q1} = u_{inst,flex} + u_{inst,shear}$	0.003	m	OK
--	-------	---	----

$L/300$	0.02
---------	------

Τελική παραμόρφωση λόγω μόνιμων φορτίων ($u_{fin,G}$)

Κατηγορία λειτουργίας	II
Συντελεστής ερπυσμού k_{def}	0.8

$u_{fin,G} = u_{inst,G} (1 + k_{def})$	0.02	m
--	-------------	---

Τελική παραμόρφωση λόγω κινητών φορτίων ($u_{fin,Q1}$)

Κατηγορία λειτουργίας	II
Συντελεστής ερπυσμού k_{def}	0.8
$\psi_{2(q),1}$	0.3

$u_{fin,Q1} = u_{inst,Q1} (1 + \psi_{2(q),1} k_{def})$	0.003	m
--	--------------	---

Συνολική τελική παραμόρφωση

$u_{fin} = u_{fin,G} + u_{fin,Q1} + u_{fin,Qi}$	0.02	m	OK
---	-------------	---	----

$L/250$	0.02
---------	-------------

ΓΕΝΝΑΔΙΟΥ 1ο ΠΑΤΩΜΑ	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΜΦΙΕΡΕΙΣΤΗΣ ΔΟΚΟΥ ΠΑΤΩΜΑΤΟΣ		
	Έλεγχοι: Κάμψη - Θλίψη L ίνες - Διάτμηση - Παραμορφώσεις		

Επιλογή ξύλειας		
φυσική ξυλεία πλατύφυλλου		
Κατηγορία αντοχής (EN 388)	D50	
ρ_{mean}	kg/m ³	780
$f_{m,k}$	N/mm ²	50
$f_{c,90,k}$	N/mm ²	9.7
$f_{v,k}$	N/mm ²	4.6
$E_{0,mean}$	N/mm ²	14000
G_{mean}	N/mm ²	880

Διατομή

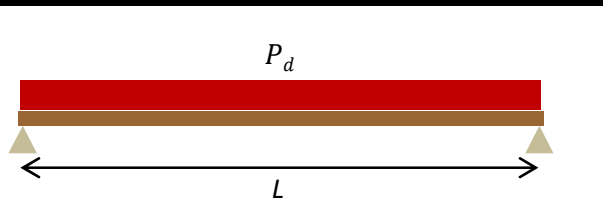
Γεωμετρικά χαρακτηριστικά		
b	cm	13
h	cm	17
A	cm ²	221
W_y	cm ³	626.17
I_y	cm ⁴	5322.42
W_x	cm ³	478.83
I_x	cm ⁴	3112.42
$spacing$	m	0.55

Φορτία

g_i	σανίδωμα (πάνω)	0.08	m ³	0.06	kN/m	ρ	420	kg/m ³
	μόνωση	0.15	m ³	0.01	kN/m	ρ	40	kg/m ³
	καδρόνια	0.02	m ³	0.01	kN/m	ρ	420	kg/m ³
	ίδιο βάρος δοκού			0.17	kN/m			
	κόντρα πλακέ	0.05	m ³	0.06	kN/m	ρ	650	kg/m ³
	σανίδωμα (κάτω)	0.09	m ³	0.07	kN/m	ρ	420	kg/m ³
				ΣG_k	0.375			kN/m

q	κινητό φορτίο	5.0	kN/m ²	Q_k	2.750	kN/m
-----	---------------	------------	-------------------	-------	--------------	------

Συνδιασμός φόρτισης	1.35G + 1.5Q	
Κατηγορία λειτουργίας	II	k_{mod}
Διάρκεια φόρτισης	μέση	0.8
γ_G	1.35	
γ_Q	1.5	
γ_M ξύλου	1.3	



$M_d = \frac{P_d L^2}{8}$	18.29	kNm
$F_{Vd} = P_d \frac{L}{2}$	13.01	kN

P_d	4.63	kN/m
L	5.62	m

Υπολογισμός τροποποιητικών συντελεστών αντοχής			
Διανομή φορτίων μέσω πετσώματος	ναί	k_{sys}	1.1
Ύψος διατομής >15cm	ναί	k_h	1.3
Εξασφαλισμένο θλιβόμενο πέλμα σε όλο το μήκος	ναί	k_{crit}	1.1

Έλεγχος Κάμψης

$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,d}}{W_y}$	29.20	N/mm ²
--	-------	-------------------

$f_{m,y,d} = \frac{k_h k_{sys} k_{mod} f_{m,y,k}}{\gamma_M}$	44	N/mm ²
--	----	-------------------

$\frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{crit} f_{m,y,d}} \leq 1$	0.60	N/mm ²	OK
--	------	-------------------	----

Έλεγχος θλίψης ⊥ ίνες (περιοχή έδρασης) - Υπολογισμός επάρκειας μήκους έδρασης (l)

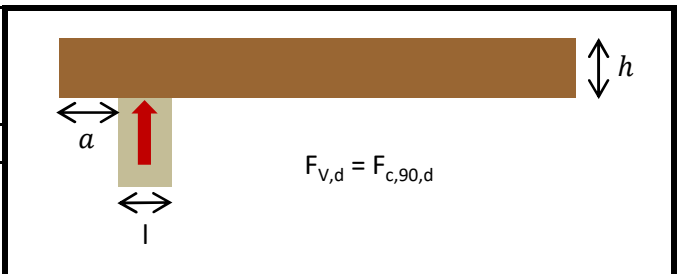
$\sigma_{c,90,d} \leq k_{c,90} f_{c,90,d}$
--

$b_{δοκού}$	130	mm
$h_{δοκού}$	170	mm
l	300	mm
a	0	mm
$A_{ef} = b(l+30+30)$	45500	mm ²
$k_{c,90}$	1.5	Για φυσική ξυλεία πλατύφυλλων

Amendment EN 1995 1-1/A1:2008

$\sigma_{c,90,d} = \frac{F_{c,90,d}}{A_{ef}}$	0.29	N/mm ²
---	------	-------------------

$f_{c,90,d} = \frac{k_{c,90} k_{sys} k_{mod} f_{c,90,k}}{\gamma_M}$	9.85	N/mm ²
---	------	-------------------

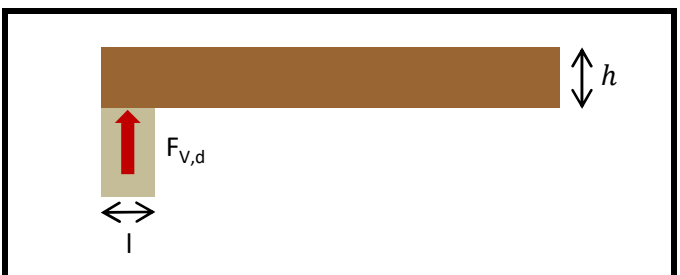


$\sigma_{c,90,d} \div k_{c,90} f_{c,90,d} < 1$	0.04	OK
--	------	----

Έλεγχος διάτμησης - Περίπτωση 1: Δοκός χωρίς απότμηση στην περιοχή έδρασης

$\tau_d = \frac{1.5 F_{V,d}}{bh}$	0.88	N/mm ²
-----------------------------------	------	-------------------

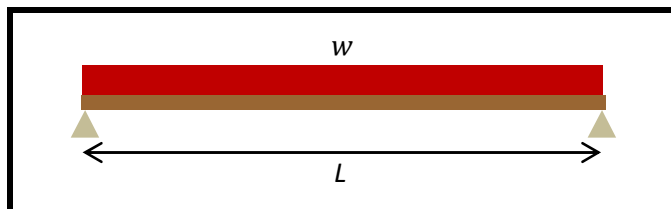
$f_{v,d} = \frac{k_{sys} k_{mod} f_{v,k}}{\gamma_M}$	3.11	N/mm ²
--	------	-------------------



$\tau_d \div f_{v,d} < 1$	0.28	OK
---------------------------	------	----

Έλεγχος παραμορφώσεων

G_k	0.375	kN/m
Q_k	2.750	kN/m
L	5.62	m



Στιγμαία παραμόρφωση λόγω μόνιμων φορτίων ($u_{inst,G}$)

$u_{inst,flex} = \frac{5G_k L^4}{384E_{0,mean}I_y}$	0.007	m
---	-------	---

$u_{inst,shear} = \frac{\varphi G_k L^2}{8G_{mean}A}$	0.00009	m
---	---------	---

φ	1.2	form factor ορθογωνικής διατομής
-----------	-----	----------------------------------

$u_{inst,G} = u_{inst,flex} + u_{inst,shear}$	0.007	cm
---	-------	----

Στιγμαία παραμόρφωση λόγω κινητών φορτίων ($u_{inst,Q1}$)

$u_{inst,flex} = \frac{5Q_k L^4}{384E_{0,mean}I_y}$	0.002	m
---	-------	---

$u_{inst,shear} = \frac{\varphi Q_k L^2}{8G_{mean}A}$	0.0007	m
---	--------	---

φ	1.2	form factor ορθογωνικής διατομής
-----------	-----	----------------------------------

$u_{inst,Q1} = u_{inst,flex} + u_{inst,shear}$	0.002	m	OK
--	-------	---	----

$L/300$	0.02
---------	------

Τελική παραμόρφωση λόγω μόνιμων φορτίων ($u_{fin,G}$)

Κατηγορία λειτουργίας	II
Συντελεστής ερπυσμού k_{def}	0.8

$u_{fin,G} = u_{inst,G} (1 + k_{def})$	0.01	m
--	-------------	---

Τελική παραμόρφωση λόγω κινητών φορτίων ($u_{fin,Q1}$)

Κατηγορία λειτουργίας	II
Συντελεστής ερπυσμού k_{def}	0.8
$\psi_{2(q),1}$	0.3

$u_{fin,Q1} = u_{inst,Q1} (1 + \psi_{2(q),1} k_{def})$	0.003	m
--	--------------	---

Συνολική τελική παραμόρφωση

$u_{fin} = u_{fin,G} + u_{fin,Q1} + u_{fin,Qi}$	0.01	m	OK
---	-------------	---	----

$L/250$	0.02
---------	-------------

ΓΕΝΝΑΔΙΟΥ 2ο ΠΑΤΩΜΑ	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΜΦΙΕΡΕΙΣΤΗΣ ΔΟΚΟΥ ΠΑΤΩΜΑΤΟΣ		
	Έλεγχος: Κάμψη - Θλίψη \perp ίνες - Διάτμηση - Παραμορφώσεις		

Επιλογή ξύλειας		
φυσική ξυλεία πλατύφυλλου		
Κατηγορία αντοχής (EN 388)	D70	
ρ_{mean}	kg/m ³	1080
$f_{m,k}$	N/mm ²	70
$f_{c,90,k}$	N/mm ²	34
$f_{v,k}$	N/mm ²	6
$E_{0,mean}$	N/mm ²	20000
G_{mean}	N/mm ²	1250

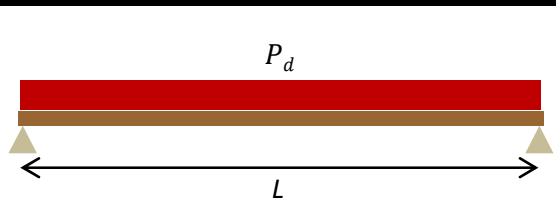
Γεωμετρικά χαρακτηριστικά		
b	cm	11
h	cm	13
A	cm ²	143
W_y	cm ³	309.83
I_y	cm ⁴	2013.92
W_x	cm ³	262.17
I_x	cm ⁴	1441.92
$spacing$	m	0.45

Φορτία

g_i	σανίδωμα (πάνω)	0.06	m ³	0.05	kN/m	ρ	420	kg/m ³
	μόνωση	0.12	m ³	0.01	kN/m	ρ	40	kg/m ³
	καδρόνια	0.02	m ³	0.01	kN/m	ρ	420	kg/m ³
	ίδιο βάρος δοκού			0.15	kN/m			
	κόντρα πλακέ	0.04	m ³	0.05	kN/m	ρ	650	kg/m ³
	σανίδωμα (κάτω)	0.07	m ³	0.06	kN/m	ρ	420	kg/m ³
				ΣG_k	0.322			kN/m

q	κινητό φορτίο	5.0	kN/m ²	Q_k	2.250	kN/m
-----	---------------	------------	-------------------	-------	--------------	------

Συνδιασμός φόρτισης	1.35G + 1.5Q	
Κατηγορία λειτουργίας	II	k_{mod}
Διάρκεια φόρτισης	μέση	0.8
γ_G	1.35	
γ_Q	1.5	
γ_M ξύλου	1.3	



$M_d = \frac{P_d L^2}{8}$	14.67	kNm
$F_{vd} = Pd \frac{L}{2}$	10.57	kN

P_d	3.81	kN/m
L	5.55	m

Υπολογισμός τροποποιητικών συντελεστών αντοχής			
Διανομή φορτίων μέσω πετώματος	ναί	k_{sys}	1.1
Ύψος διατομής >15cm	όχι	k_h	1.66
Εξασφαλισμένο θλιβόμενο πέλμα σε όλο το μήκος	ναί	k_{crit}	1.1

Έλεγχος Κάμψης

$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,d}}{W_y}$	47.35	N/mm ²
--	-------	-------------------

$f_{m,y,d} = \frac{k_h k_{sys} k_{mod} f_{m,y,k}}{\gamma_M}$	78.66	N/mm ²
--	-------	-------------------

$\frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{crit} f_{m,y,d}} \leq 1$	0.55	N/mm ²	OK
--	------	-------------------	----

Έλεγχος θλίψης Ι ίνες (περιοχή έδρασης) - Υπολογισμός επάρκειας μήκους έδρασης (l)

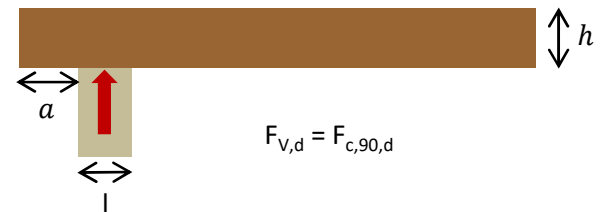
$$\sigma_{c,90,d} \leq k_{c,90} f_{c,90,d}$$

$b_{δοκού}$	110	mm
$h_{δοκού}$	130	mm
l	100	mm
a	100	mm
$A_{ef} = b(l+30+30)$	16500	mm ²
$k_{c,90}$	1.5	Για φυσική ξυλεία πλατύφυλλων

Amendment EN 1995 1-1/A1:2008

$\sigma_{c,90,d} = \frac{F_{c,90,d}}{A_{ef}}$	0.64	N/mm ²
---	------	-------------------

$f_{c,90,d} = \frac{k_{c,90} k_{sys} k_{mod} f_{c,90,k}}{\gamma_M}$	34.52	N/mm ²
---	-------	-------------------



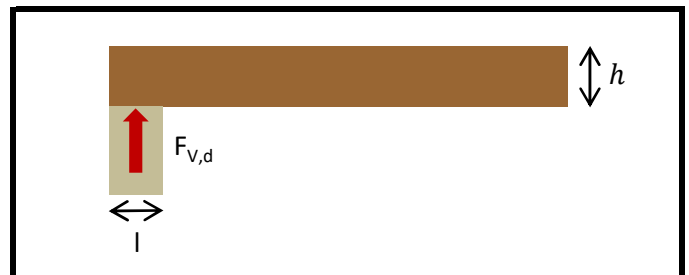
$\sigma_{c,90,d} \div k_{c,90} f_{c,90,d} < 1$	0.03	OK
--	------	----

Έλεγχος διάτμησης - Περίπτωση 1: Δοκός χωρίς απότμηση στην περιοχή έδρασης

$\tau_d = \frac{1.5 F_{V,d}}{bh}$	1.11	N/mm ²
-----------------------------------	------	-------------------

$f_{v,d} = \frac{k_{sys} k_{mod} f_{v,k}}{\gamma_M}$	4.06	N/mm ²
--	------	-------------------

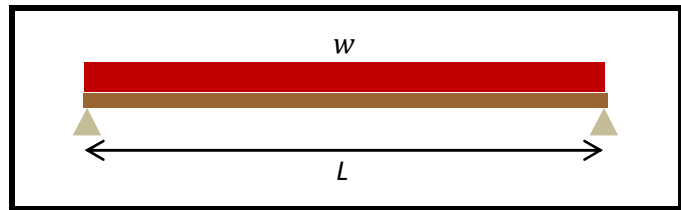
$\tau_d \div f_{v,d} < 1$	0.27	OK
---------------------------	------	----



Έλεγχος παραμορφώσεων

G_k	0.322	kN/m
Q_k	2.250	kN/m

L	5.55	m
-----	------	---



Στιγμαία παραμόρφωση λόγω μόνιμων φορτίων ($u_{inst,G}$)

$u_{inst,flex} = \frac{5G_k L^4}{384E_{0,mean}I_y}$	0.01	m
---	------	---

$u_{inst,shear} = \frac{\varphi G_k L^2}{8G_{mean}A}$	0.0001	m
---	--------	---

φ	1.2	form factor ορθογωνικής διατομής
-----------	-----	----------------------------------

$u_{inst,G} = u_{inst,flex} + u_{inst,shear}$	0.01	m
---	------	---

Στιγμαία παραμόρφωση λόγω κινητών φορτίων ($u_{inst,Q1}$)

$u_{inst,flex} = \frac{5Q_k L^4}{384E_{0,mean}I_y}$	0.002	m
---	-------	---

$u_{inst,shear} = \frac{\varphi Q_k L^2}{8G_{mean}A}$	0.0006	m
---	--------	---

φ	1.2	form factor ορθογωνικής διατομής
-----------	-----	----------------------------------

$u_{inst,Q1} = u_{inst,flex} + u_{inst,shear}$	0.003	m	OK
--	-------	---	----

$L/300$	0.02
---------	------

Τελική παραμόρφωση λόγω μόνιμων φορτίων ($u_{fin,G}$)

Κατηγορία λειτουργίας	II
Συντελεστής ερπυσμού k_{def}	0.8

$u_{fin,G} = u_{inst,G} (1 + k_{def})$	0.02	m
--	-------------	---

Τελική παραμόρφωση λόγω κινητών φορτίων ($u_{fin,Q1}$)

Κατηγορία λειτουργίας	II
Συντελεστής ερπυσμού k_{def}	0.8
$\psi_{2(q),1}$	0.3

$u_{fin,Q1} = u_{inst,Q1} (1 + \psi_{2(q),1} k_{def})$	0.003	m
--	--------------	---

Συνολική τελική παραμόρφωση

$u_{fin} = u_{fin,G} + u_{fin,Q1} + u_{fin,Qi}$	0.02	m	OK
---	-------------	---	----

L/250	0.02
-------	-------------

ΛΟΤΖΙΑ 1ο ΠΑΤΩΜΑ	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΜΦΙΕΡΕΙΣΤΗΣ ΔΟΚΟΥ ΠΑΤΩΜΑΤΟΣ	
	Έλεγχοι: Κάμψη - Θλίψη Ι ίνες - Διάτμηση - Παραμορφώσεις	

Επιλογή ξύλειας		
φυσική ξυλεια πλατύφυλλου		
Κατηγορία αντοχής (EN 388)	D50	
ρ_{mean}	kg/m ³	780
$f_{m,k}$	N/mm ²	50
$f_{c,90,k}$	N/mm ²	9.7
$f_{v,k}$	N/mm ²	4.6
$E_{0,mean}$	N/mm ²	14000
G_{mean}	N/mm ²	880

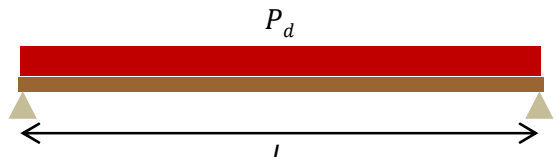
Γεωμετρικά χαρακτηριστικά		
b	cm	13
h	cm	17
A	cm ²	221
W_y	cm ³	626.17
I_y	cm ⁴	5322.42
W_x	cm ³	478.83
I_x	cm ⁴	3112.42
spacing	m	0.55

Φορτία

g_i	σανίδωμα (πάνω)	0.03	m ³	0.06	kN/m	ρ	420	kg/m ³
	μόνωση	0.07	m ³	0.01	kN/m	ρ	40	kg/m ³
	καδρόνια	0.01	m ³	0.01	kN/m	ρ	420	kg/m ³
	ίδιο βάρος δοκού			0.17	kN/m			
	κόντρα πλακέ	0.02	m ³	0.06	kN/m	ρ	650	kg/m ³
	σανίδωμα (κάτω)	0.04	m ³	0.07	kN/m	ρ	420	kg/m ³
				ΣG_k	0.375			kN/m

q	κινητό φορτίο	5.0	kN/m ²	Q_k	2.750	kN/m
-----	---------------	-----	-------------------	-------	-------	------

Συνδιασμός φόρτισης	1.35G + 1.5Q	
Κατηγορία λειτουργίας	II	k_{mod}
Διάρκεια φόρτισης	μέση	0.8
γ_G	1.35	
γ_Q	1.5	
γ_M ξύλου	1.3	



$M_d = \frac{P_d L^2}{8}$	3.33	kNm
$F_{vd} = P_d \frac{L}{2}$	5.56	kN

P_d	4.63	kN/m
L	2.4	m

Υπολογισμός τροποποιητικών συντελεστών αντοχής			
Διανομή φορτίων μέσω πετωμάτος	ναί	k_{sys}	1.1
Ύψος διατομής >15cm	ναί	k_h	1.3
Εξασφαλισμένο θλιβόμενο πέλμα σε όλο το μήκος	ναί	k_{crit}	1.1

Έλεγχος Κάμψης

$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,d}}{W_y}$	5.33	N/mm ²
--	------	-------------------

$f_{m,y,d} = \frac{k_h k_{sys} k_{mod} f_{m,y,k}}{\gamma_M}$	44	N/mm ²
--	----	-------------------

$\frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{crit} f_{m,y,d}} \leq 1$	0.11	N/mm ²	OK
--	------	-------------------	----

Έλεγχος θλίψης ⊥ ίνες (περιοχή έδρασης) - Υπολογισμός επάρκειας μήκους έδρασης (l)

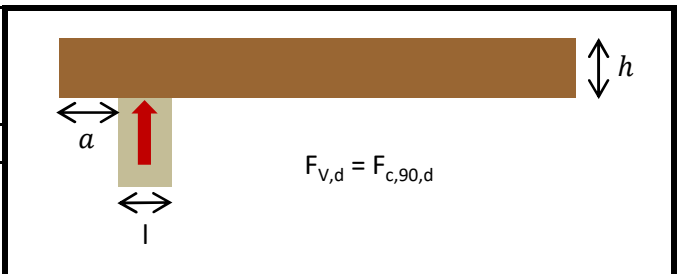
$\sigma_{c,90,d} \leq k_{c,90} f_{c,90,d}$
--

$b_{δοκού}$	130	mm
$h_{δοκού}$	170	mm
l	100	mm
a	50	mm
$A_{ef} = b(l+30+30)$	19500	mm ²
$k_{c,90}$	1.5	Για φυσική ξυλεία πλατύφυλλων

Amendment EN 1995 1-1/A1:2008

$\sigma_{c,90,d} = \frac{F_{c,90,d}}{A_{ef}}$	0.29	N/mm ²
---	------	-------------------

$f_{c,90,d} = \frac{k_{c,90} k_{sys} k_{mod} f_{c,90,k}}{\gamma_M}$	9.85	N/mm ²
---	------	-------------------

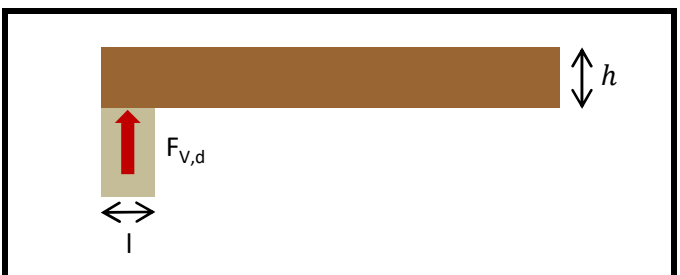


$\sigma_{c,90,d} \div k_{c,90} f_{c,90,d} < 1$	0.04	OK
--	------	----

Έλεγχος διάτμησης - Περίπτωση 1: Δοκός χωρίς απότμηση στην περιοχή έδρασης

$\tau_d = \frac{1.5 F_{V,d}}{bh}$	0.38	N/mm ²
-----------------------------------	------	-------------------

$f_{v,d} = \frac{k_{sys} k_{mod} f_{v,k}}{\gamma_M}$	3.11	N/mm ²
--	------	-------------------

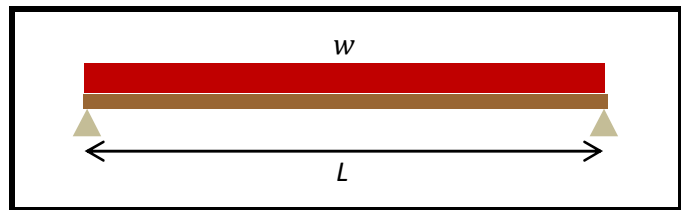


$\tau_d \div f_{v,d} < 1$	0.12	OK
---------------------------	------	----

Έλεγχος παραμορφώσεων

G_k	0.375	kN/m
Q_k	2.750	kN/m

L	2.4	m
-----	-----	---



Στιγμαία παραμόρφωση λόγω μόνιμων φορτίων ($u_{inst,G}$)

$u_{inst,flex} = \frac{5G_k L^4}{384E_{0,mean}I_y}$	0.0002	m
---	--------	---

$u_{inst,shear} = \frac{\varphi G_k L^2}{8G_{mean}A}$	0.00002	m
---	---------	---

φ	1.2	form factor ορθογωνικής διατομής
-----------	-----	----------------------------------

$u_{inst,G} = u_{inst,flex} + u_{inst,shear}$	0.0002	cm
---	--------	----

Στιγμαία παραμόρφωση λόγω κινητών φορτίων ($u_{inst,Q1}$)

$u_{inst,flex} = \frac{5Q_k L^4}{384E_{0,mean}I_y}$	0.0003	m
---	--------	---

$u_{inst,shear} = \frac{\varphi Q_k L^2}{8G_{mean}A}$	0.0001	m
---	--------	---

φ	1.2	form factor ορθογωνικής διατομής
-----------	-----	----------------------------------

$u_{inst,Q1} = u_{inst,flex} + u_{inst,shear}$	0.0004	m	OK
--	--------	---	----

$L/300$	0.01
---------	------

Τελική παραμόρφωση λόγω μόνιμων φορτίων ($u_{fin,G}$)

Κατηγορία λειτουργίας	II
Συντελεστής ερπυσμού k_{def}	0.8

$u_{fin,G} = u_{inst,G} (1 + k_{def})$	0.0004	m
--	---------------	---

Τελική παραμόρφωση λόγω κινητών φορτίων ($u_{fin,Q1}$)

Κατηγορία λειτουργίας	II
Συντελεστής ερπυσμού k_{def}	0.8
$\psi_{2(q),1}$	0.3

0.3 or 0.6?

$u_{fin,Q1} = u_{inst,Q1} (1 + \psi_{2(q),1} k_{def})$	0.0005	m
--	---------------	---

Συνολική τελική παραμόρφωση

$u_{fin} = u_{fin,G} + u_{fin,Q1} + u_{fin,Qi}$	0.001	m	OK
---	--------------	---	----

$L/250$	0.01
---------	-------------

ΛΟΤΖΙΑ 2ο ΠΑΤΩΜΑ	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΜΦΙΕΡΕΙΣΤΗΣ ΔΟΚΟΥ ΠΑΤΩΜΑΤΟΣ		
	Έλεγχοι: Κάμψη - Θλίψη Ι ίνες - Διάτμηση - Παραμορφώσεις		

Επιλογή ξύλεια		
φυσική ξυλεια κωνοφόρου		
Κατηγορία αντοχής (EN 388)	D50	
ρ_{mean}	kg/m ³	780
$f_{m,k}$	N/mm ²	50
$f_{c,90,k}$	N/mm ²	9.7
$f_{v,k}$	N/mm ²	4.6
$E_{0,mean}$	N/mm ²	14000
G_{mean}	N/mm ²	880

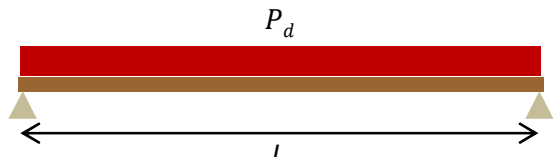
Γεωμετρικά χαρακτηριστικά		
b	cm	10
h	cm	12
A	cm ²	120
W_y	cm ³	240.00
I_y	cm ⁴	1440.00
W_x	cm ³	200.00
I_x	cm ⁴	1000.00
$spacing$	m	0.45

Φορτία

g_i	σανίδωμα (πάνω)	0.03	m ³	0.05	kN/m	ρ	420	kg/m ³
	μόνωση	0.05	m ³	0.01	kN/m	ρ	40	kg/m ³
	καδρόνια	0.01	m ³	0.01	kN/m	ρ	420	kg/m ³
	ίδιο βάρος δοκού			0.09	kN/m			
	κόντρα πλακέ	0.02	m ³	0.05	kN/m	ρ	650	kg/m ³
	σανίδωμα (κάτω)	0.03	m ³	0.06	kN/m	ρ	420	kg/m ³
				ΣG_k	0.263			kN/m

q	κινητό φορτίο	5.0	kN/m ²	Q_k	2.250	kN/m
-----	---------------	-----	-------------------	-------	-------	------

Συνδιασμός φόρτισης	1.35G + 1.5Q	
Κατηγορία λειτουργίας	II	k_{mod}
Διάρκεια φόρτισης	μέση	0.8
γ_G	1.35	
γ_Q	1.5	
γ_M ξύλου	1.3	



$M_d = \frac{P_d L^2}{8}$	2.69	kNm
$F_{vd} = P_d \frac{L}{2}$	4.48	kN

P_d	3.73	kN/m
L	2.4	m

Υπολογισμός τροποποιητικών συντελεστών αντοχής			
Διανομή φορτίων μέσω πετωμάτος	ναί	k_{sys}	1.1
Ύψος διατομής >15cm	ναί	k_h	1.3
Εξασφαλισμένο θλιβόμενο πέλμα σε όλο το μήκος	ναί	k_{crit}	1.1

Έλεγχος Κάμψης

$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,d}}{W_y}$	11.19	N/mm ²
--	-------	-------------------

$f_{m,y,d} = \frac{k_h k_{sys} k_{mod} f_{m,y,k}}{\gamma_M}$	44	N/mm ²
--	----	-------------------

$\frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{crit} f_{m,y,d}} \leq 1$	0.23	N/mm ²	OK
--	------	-------------------	----

Έλεγχος θλίψης Ι ίνες (περιοχή έδρασης) - Υπολογισμός επάρκειας μήκους έδρασης (l)

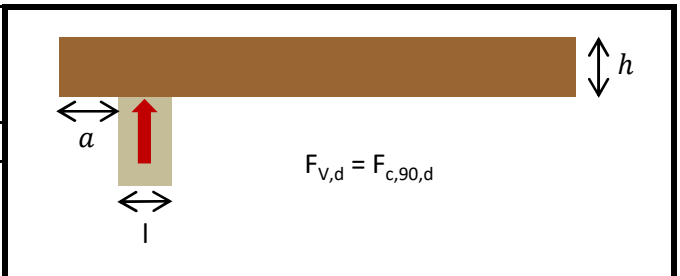
$\sigma_{c,90,d} \leq k_{c,90} f_{c,90,d}$
--

$b_{δοκού}$	100	mm
$h_{δοκού}$	120	mm
l	100	mm
a	100	mm
$A_{ef} = b(l+30+30)$	15000	mm ²

$k_{c,90}$	1.5	Για φυσική ξυλεία πλατύφυλλων	Amendment EN 1995 1-1/A1:2008
------------	-----	-------------------------------	-------------------------------

$\sigma_{c,90,d} = \frac{F_{c,90,d}}{A_{ef}}$	0.30	N/mm ²
---	------	-------------------

$f_{c,90,d} = \frac{k_{c,90} k_{sys} k_{mod} f_{c,90,k}}{\gamma_M}$	9.8	N/mm ²
---	-----	-------------------

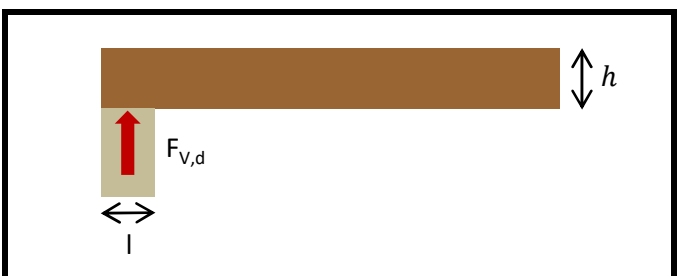


$\sigma_{c,90,d} \div k_{c,90} f_{c,90,d} < 1$	0.05	OK
--	------	----

Έλεγχος διάτμησης - Περίπτωση 1: Δοκός χωρίς απότμηση στην περιοχή έδρασης

$\tau_d = \frac{1.5 F_{V,d}}{bh}$	0.56	N/mm ²
-----------------------------------	------	-------------------

$f_{v,d} = \frac{k_{sys} k_{mod} f_{v,k}}{\gamma_M}$	3.11	N/mm ²
--	------	-------------------

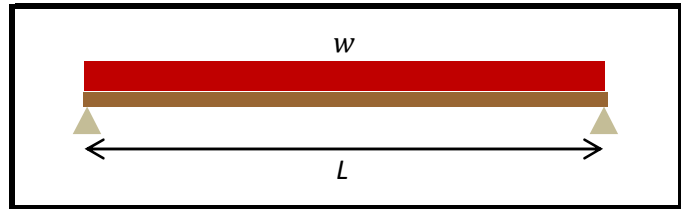


$\tau_d \div f_{v,d} < 1$	0.18	OK
---------------------------	------	----

Έλεγχος παραμορφώσεων

G_k	0.263	kN/m
Q_k	2.250	kN/m

L	2.4	m
-----	-----	---



Στιγμαία παραμόρφωση λόγω μόνιμων φορτίων ($u_{inst,G}$)

$u_{inst,flex} = \frac{5G_k L^4}{384E_{0,mean}I_y}$	0.001	m
---	-------	---

$u_{inst,shear} = \frac{\varphi G_k L^2}{8G_{mean}A}$	0.00002	m
---	---------	---

φ	1.2	form factor ορθογωνικής διατομής
-----------	-----	----------------------------------

$u_{inst,G} = u_{inst,flex} + u_{inst,shear}$	0.001	m
---	-------	---

Στιγμαία παραμόρφωση λόγω κινητών φορτίων ($u_{inst,Q1}$)

$u_{inst,flex} = \frac{5Q_k L^4}{384E_{0,mean}I_y}$	0.001	m
---	-------	---

$u_{inst,shear} = \frac{\varphi Q_k L^2}{8G_{mean}A}$	0.0002	m
---	--------	---

φ	1.2	form factor ορθογωνικής διατομής
-----------	-----	----------------------------------

$u_{inst,Q1} = u_{inst,flex} + u_{inst,shear}$	0.001	m	OK
--	-------	---	----

$L/300$	0.01
---------	------

Τελική παραμόρφωση λόγω μόνιμων φορτίων ($u_{fin,G}$)

Κατηγορία λειτουργίας	II
Συντελεστής ερπυσμού k_{def}	0.8

$u_{fin,G} = u_{inst,G} (1 + k_{def})$	0.001	m
--	--------------	---

Τελική παραμόρφωση λόγω κινητών φορτίων ($u_{fin,Q1}$)

Κατηγορία λειτουργίας	II
Συντελεστής ερπυσμού k_{def}	0.8
$\psi_{2(q),1}$	0.3

$u_{fin,Q1} = u_{inst,Q1} (1 + \psi_{2(q),1} k_{def})$	0.001	m
--	--------------	---

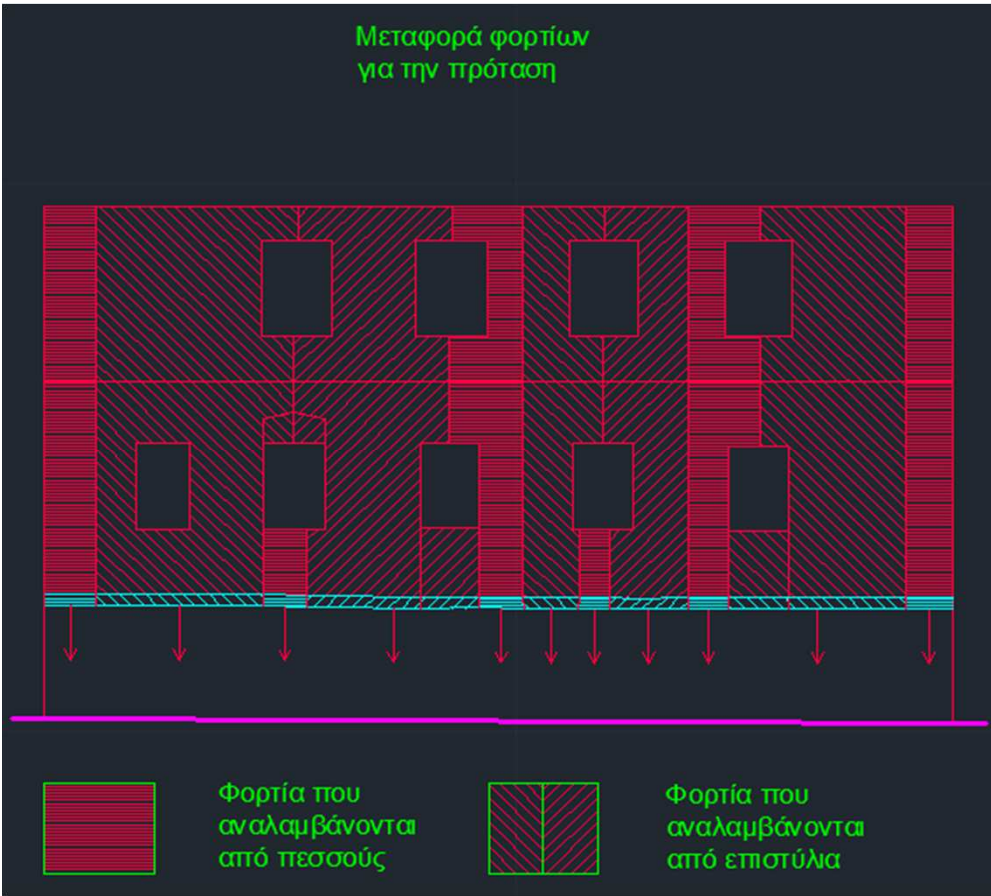
Συνολική τελική παραμόρφωση

$u_{fin} = u_{fin,G} + u_{fin,Q1} + u_{fin,Qi}$	0.002	m	OK
---	--------------	---	----

$L/250$	0.01
---------	-------------

ΔΙΑΝΟΙΞΗ ΙΣΟΓΕΙΟΥ ΟΨΗΣ ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ - ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ

Μεταφορά φορτίων
για την πρόταση



σταθερές

πάχος	0.6	m
πυκνότητα	2000	kg/m ³
g	9.81	m/s ²

ΑΝΟΙΓΜΑ 1

2 όροφοι

εμβαδό	22.34	m ²
παράθυρο	1.51	m ²
τελ. εμβ.	20.83	m ²
όγκος	12.50	m ³
μάζα	24996	kg
ίδιο βάρος	245.21	kN
άνοιγμα	2.94	m
γρ. καταν.	83.41	kN/m
÷ 3	27.80	kN/m

αρχικό επισύλλιο

πάχος	0.18	m
πυκνότητα	765	kg/m ³
εμβαδό	0.59	m ²
όγκος	0.11	m ³
μάζα	81.24	kg
ίδιο βάρος	0.80	kN
άνοιγμα	2.94	m
γρ. καταν.	0.27	kN/m

ολ.φορτίο	28.07	kN/m
-----------	-------	------

ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΑΝΟΙΓΜΑΤΟΣ 1

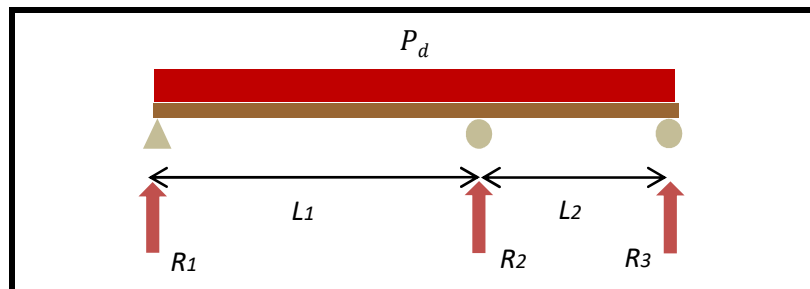
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΔΟΚΟΥ 2 ΑΝΟΙΓΜΑΤΩΝ

Προσδιορισμός αντιδράσεων, τεμνουσών & ροπών

Φορτία

ίδιο βάρος νέου επισύλλιου 0.281 kN/m

P_d	28.35	kN/m
L_1	1.66	m
L_2	1.28	m
L	2.94	m



Αντιδράσεις [R_i], τέμνουσες [V_i], ροπές [M_i]

$R_1 = V_1 = \frac{M_1}{L_1} + \frac{P_d L_1}{2}$	19.02	kN
$R_2 = P_d L_1 + P_d L_2 - R_1 - R_3$	52.04	kN
$R_3 = V_4 = \frac{M_1}{L_2} + \frac{P_d L_2}{2}$	12.30	kN
$V_2 = P_d L_1 - R_1$	28.05	kN
$V_3 = P_d L_2 - R_3$	24.00	kN
$M_1 = -\frac{P_d L_2^3 + P_d L_1^3}{8(L_1 + L_2)}$	-7.49	kNm
$M_{x1} = R_1 x_1 - \frac{P_d x_1^2}{2}$	$x_1 = R_1 / P_d$	
	6.38	kNm
$M_{x2} = R_3 x_2 - \frac{P_d x_2^2}{2}$	$x_2 = R_3 / P_d$	
	2.67	kNm

ΝΕΟ ΞΥΛΙΝΟ ΕΠΙΣΤΥΛΙΟ	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΞΥΛΙΝΟΥ ΕΠΙΣΤΥΛΙΟΥ 2 ΑΝΙΣΩΝ ΑΝΟΙΓΜΑΤΩΝ
	Έλεγχοι: Κάμψη - Θλίψη \perp ίνες - Διάτμηση - Παραμορφώσεις

Επιλογή ξύλειας		
φυσική ξυλεία πλατύφυλλου		
Κατηγορία αντοχής (EN 388)	D70	
ρ_{mean}	kg/m ³	780
$f_{m,k}$	N/mm ²	50
$f_{c,90,k}$	N/mm ²	9.7
$f_{v,k}$	N/mm ²	4.6
$E_{0,mean}$	N/mm ²	14000
G_{mean}	N/mm ²	880

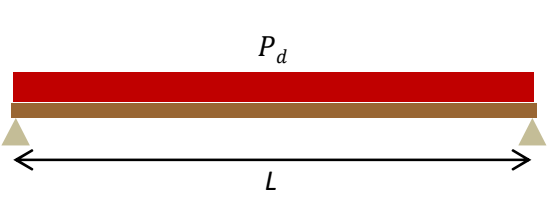
Διατομή

Γεωμετρικά χαρακτηριστικά		
b	cm	18
h	cm	20
A	cm ²	360
W_y	cm ³	1200.00
I_y	cm ⁴	12000.00
W_x	cm ³	1080.00
I_x	cm ⁴	9720.00

Φορτία

g_i	ίδιο βάρος δοκού	0.281	kN/m
-------	------------------	-------	------

Συνδιασμός φόρτισης	1.35G	
Κατηγορία λειτουργίας	III	k_{mod}
Διάρκεια φόρτισης	μόνιμη	0.6
γ_G	1.35	
γ_Q	1.5	
γ_M ξύλου	1.3	



$M_{x1} = R_1 x_1 - \frac{P_d x_1^2}{2}$	6.38	kNm
$V_2 = P_d L_1 - R_1$	28.05	kN

P_d	38.27	kN/m
L	1.66	m

Υπολογισμός τροποποιητικών συντελεστών αντοχής			
Διανομή φορτίων μέσω πετσώματος	ναί	k_{sys}	1.1
Ύψος διατομής >15cm	ναί	k_h	1.3
Εξασφαλισμένο θλιβόμενο πέλμα σε όλο το μήκος	ναί	k_{crit}	1.1

Έλεγχος Κάμψης

$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,d}}{W_y}$	5.32	N/mm ²
--	------	-------------------

$f_{m,y,d} = \frac{k_h k_{sys} k_{mod} f_{m,y,k}}{\gamma_M}$	33	N/mm ²
--	----	-------------------

$\frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{crit} f_{m,y,d}} \leq 1$	0.15	N/mm ²	OK
--	------	-------------------	----

Έλεγχος θλίψης L ίνες (περιοχή έδρασης) - Υπολογισμός επάρκειας μήκους έδρασης (I)

$$\sigma_{c,90,d} \leq k_{c,90} f_{c,90,d}$$

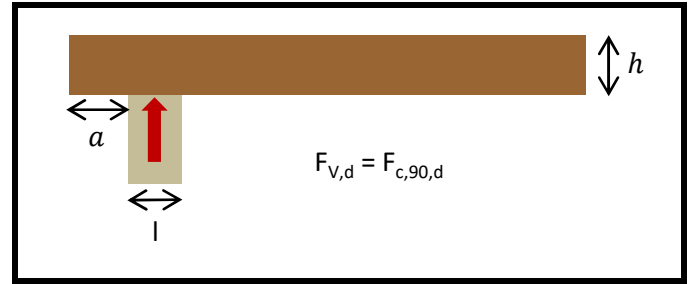
$b_{δοκού}$	180	mm
$h_{δοκού}$	200	mm
l	200	mm
a	880	mm
$A_{ef} = b(l+30+30)$	45000	mm ²

$k_{c,90}$	1.5	Για φυσική ξυλεία πλατύφυλλων	Amendment EN 1995 1-1/A1:2008
------------	-----	-------------------------------	-------------------------------

$\sigma_{c,90,d} = \frac{F_{c,90,d}}{A_{ef}}$	0.62	N/mm ²
---	------	-------------------

$f_{c,90,d} = \frac{k_{c,90} k_{sys} k_{mod} f_{c,90,k}}{\gamma_M}$	7.39	N/mm ²
---	------	-------------------

$\sigma_{c,90,d} \div k_{c,90} f_{c,90,d} < 1$	0.13	OK
--	------	----

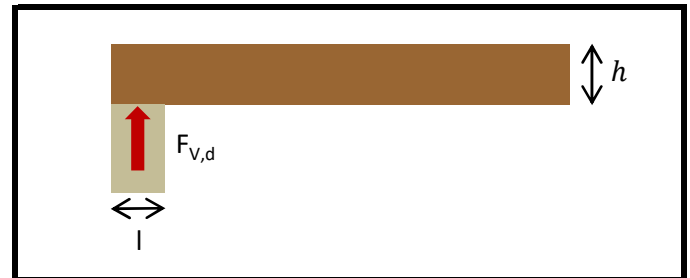


Έλεγχος διάτμησης - Περίπτωση 1: Δοκός **χωρίς απότμηση** στην περιοχή έδρασης

$\tau_d = \frac{1.5 F_{V,d}}{bh}$	1.17	N/mm ²
-----------------------------------	------	-------------------

$f_{v,d} = \frac{k_{sys} k_{mod} f_{v,k}}{\gamma_M}$	2.34	N/mm ²
--	------	-------------------

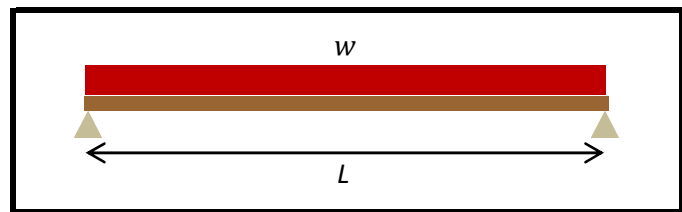
$\tau_d \div f_{v,d} < 1$	0.50	OK
---------------------------	------	----



Έλεγχος παραμορφώσεων

G_k	38.274	kN/m
Q_k	0.000	kN/m

L	1.66	m
-----	------	---



Στιγμαία παραμόρφωση λόγω **μόνιμων** φορτίων ($u_{inst,G}$)

$u_{inst,flex} = \frac{5G_k L^4}{384E_{0,mean} I_y}$	0.00225	m
--	---------	---

$u_{inst,hear} = \frac{\varphi G_k L^2}{8G_{mean} A}$	0.000499	m
---	----------	---

φ	1.2	form factor ορθογωνικής διατομής
-----------	-----	----------------------------------

$u_{inst,G} = u_{inst,flex} + u_{inst,shear}$	0.00275	m
---	---------	---

Στιγμαϊά παραμόρφωση λόγω κινητών φορτίων ($u_{inst,Q1}$)

$u_{inst,flex} = \frac{5Q_k L^4}{384 E_{0,mean} I_y}$	0.00000	m
---	---------	---

$u_{inst,shear} = \frac{\varphi Q_k L^2}{8 G_{mean} A}$	0.00000	m
---	---------	---

φ	1.2	form factor ορθογωνικής διατομής
-----------	-----	----------------------------------

$u_{inst,Q1} = u_{inst,flex} + u_{inst,shear}$	0.00000	m	OK
--	---------	---	----

$L/300$	0.005533
---------	----------

Τελική παραμόρφωση λόγω μόνιμων φορτίων ($u_{fin,G}$)

Κατηγορία λειτουργίας	III
Συντελεστής ερπυσμού k_{def}	0.8

$u_{fin,G} = u_{inst,G} (1 + k_{def})$	0.00495	m
--	---------	---

Τελική παραμόρφωση λόγω κινητών φορτίων ($u_{fin,Q1}$)

Κατηγορία λειτουργίας	III
Συντελεστής ερπυσμού k_{def}	0.8
$\psi_{2(q),1}$	0.3

$u_{fin,Q1} = u_{inst,Q1} (1 + \psi_{2(q),1} k_{def})$	0.00000	m
--	---------	---

Συνολική τελική παραμόρφωση

$u_{fin} = u_{fin,G} + u_{fin,Q1} + u_{fin,Qi}$	0.00495	m	OK
---	---------	---	----

L/250	0.007
-------	-------

ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑ ΑΝΟΙΓΜΑΤΟΣ 1	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΞΥΛΙΝΟΥ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ ΕΝΑΝΤΙ ΛΥΓΙΣΜΟΥ
	Έλεγχοι: Θλίψη // ίνες (λυγισμός)

Επιλογή ξύλειας		
φυσική ξυλεια πλατύφυλλου		
Κατηγορία αντοχής (EN 388)	D70	
ρ_{mean}	kg/m ³	1080
$f_{m,k}$	N/mm ²	70
$f_{c,0,k}$	N/mm ²	34
$f_{v,k}$	N/mm ²	6
$E_{0,mean}$	N/mm ²	20000
G_{mean}	N/mm ²	1250
$E_{0.05}$	N/mm ²	16800

Γεωμετρικά χαρακτηριστικά		
b	cm	20
h	cm	20
A	cm ²	400
W_y	cm ³	1333.3
I_y	cm ⁴	13333.3
W_z	cm ³	1333.3
I_z	cm ⁴	13333.3

Διατομή

Φορτία

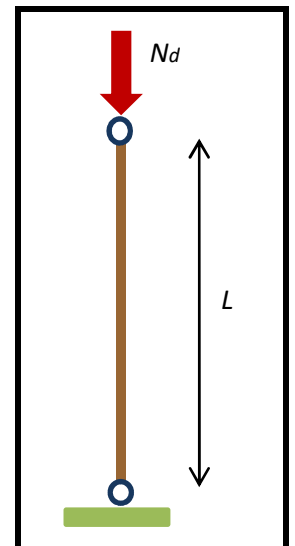
g_i	$R_1 = N_{d1}$				
	19.02	kN	19021.87	N	
	52.04	kN	52042.96	N	
	12.30	kN	12295.23	N	

← κρίσιμο

Συνδιασμός φόρτισης	1.35G	
Κατηγορία λειτουργίας	III	k_{mod}
Διάρκεια φόρτισης	μόνιμη	0.6
γ_G	1.35	
γ_M ξύλου	1.3	

N_d [N]	70257.997
-----------	-----------

L [m]	1.8
-------	-----



Υπολογισμός τροποποιητικών συντελεστών αντοχής			
Σύστημα διανομής φορτίων	ναί	k_{sys}	1.1

Έλεγχος λυγισμού

$\lambda_{rel,y} > 0.3$	Κριτήριο ανάπτυξης λυγισμού
$\lambda_{rel,z} > 0.3$	

$l_{ef,y} = L$	180	cm
$l_{ef,z} = L$	180	cm

$i_y = \sqrt{I_y/A}$	5.77	cm
$i_z = \sqrt{I_z/A}$	5.77	cm

$\lambda_y = \frac{l_{ef,y}}{i_y}$	31.18
$\lambda_z = \frac{l_{ef,z}}{i_z}$	31.18

$\lambda_{rel,y} = \left(\frac{\lambda_y}{\pi}\right) \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0.05}}}$	0.45	αναπτύσσεται λυγισμός	$\sigma_{c,crit,y} = \frac{\pi^2}{\lambda_y^2} E_{0.05}$	170.4	N/mm ²
$\lambda_{rel,z} = \left(\frac{\lambda_z}{\pi}\right) \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0.05}}}$	0.45	αναπτύσσεται λυγισμός	$\sigma_{c,crit,z} = \frac{\pi^2}{\lambda_z^2} E_{0.05}$	170.4	N/mm ²

$\beta_c = \begin{cases} 0.2 \\ 0.1 \end{cases}$	φυσική ξυλεία	0.2
	επικολλητή ή LVL	

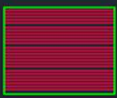
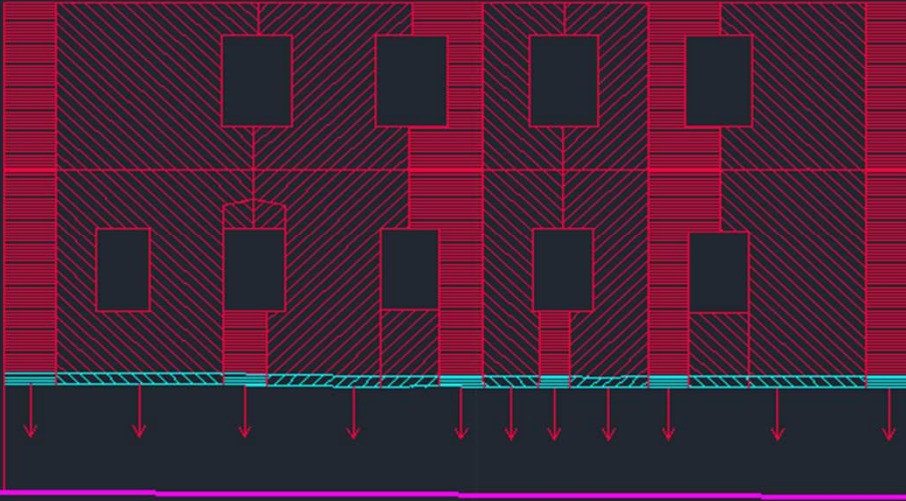
$k_y = 0.5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0.3) + \lambda_{rel,y}^2]$	0.61
$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}}$	0.96
$k_z = 0.5 [1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0.3) + \lambda_{rel,z}^2]$	0.61
$k_{c,z} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}}$	0.96

$k_c = \min \begin{cases} k_{c,y} \\ k_{c,z} \end{cases}$	0.96
---	------

$\sigma_{c,0,d} = N_d/A$	1.76	N/mm ²
$f_{c,0,d} = \frac{k_{mod} k_{sys} f_{c,0,k}}{\gamma_M}$	17.26	N/mm ²

$\sigma_{c,0,d} \leq k_{c,y} f_{c,0,d}$	16.66	OK
$\sigma_{c,0,d} \leq k_{c,z} f_{c,0,d}$	16.66	OK

Μεταφορά φορτίων
για την πρόταση



Φορτία που
αναλαμβάνονται
από πτεσσούς



Φορτία που
αναλαμβάνονται
από επιστύλια

σταθερές

πάχος	0.6	m
πυκνότητα	2000	kg/m ³
g	9.81	m/s ²

ΑΝΟΙΓΜΑ 4

2 όροφοι

εμβαδό	16.0	m ²
όγκος	9.6	m ³
μάζα	19224	kg
ίδιο βάρος	188.6	kN
άνοιγμα	2.1	m
γρ. καταν.	89.8	kN/m
÷ 3	29.9	kN/m

ποδιά α' ορόφου

εμβαδό	1.3	m ²
όγκος	0.8	m ³
μάζα	1524	kg
ίδιο βάρος	15.0	kN
άνοιγμα	1.1	m
γρ. καταν.	14.2	kN/m
÷ 3	4.7	kN/m

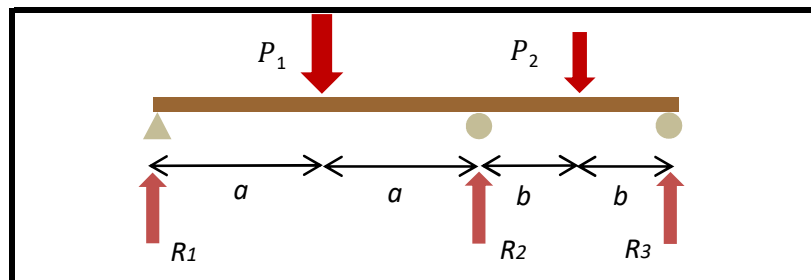
ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΑΝΟΙΓΜΑΤΟΣ 4

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΔΟΚΟΥ 2 ΑΝΟΙΓΜΑΤΩΝ

Προσδιορισμός αντιδράσεων, τεμνουσών & ροπών

Φορτία

ΑΝΟΙΓΜΑ 4		
2 όροφοι		
ιδ. βάρος	188.6	kN
÷ 3	62.9	kN
ποδιά		
ιδ. βάρος	15	kN
÷ 3	5	kN
ξύλινο επιστύλιο (α)		
ιδ. βάρος	0.56	kN
ξύλινο επιστύλιο (b)		
ιδ. βάρος	0.29	kN



P_1	63.43	kN	P_2	15.29	kN
a	1.04	m	L	3.12	m
b	0.53	m			

Αντιδράσεις [R_i], τέμνουσες [V_i], ροπές [M_i]

$R_1 = V_1 = \frac{M_2}{a} + \frac{P_1}{2}$	23.33	kN
$R_2 = P_1 + P_2 - R_1 - R_3$	64.26	kN

$R_3 = V_4 = \frac{M_2}{b} + \frac{P_2}{2}$	-8.87	kN
$M_1 = R_1 \alpha$	24.15	kNm
$M_2 = -\frac{3}{16} \left(\frac{P_1 a^2 + P_2 b^2}{\alpha + b} \right)$	-8.67	kNm
$M_3 = R_3 b$	-4.66	kNm

ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑ ΑΝΟΙΓΜΑΤΟΣ 4	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΥΛΙΝΟΥ ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΟΣ ΕΝΑΝΤΙ ΛΥΓΙΣΜΟΥ
	Έλεγχοι: Θλίψη // ίνες (λυγισμός)

Επιλογή ξύλειας		
φυσική ξυλεια πλατύφυλλου		
Κατηγορία αντοχής (EN 388)	D70	
ρ_{mean}	kg/m ³	1080
$f_{m,k}$	N/mm ²	70
$f_{c,0,k}$	N/mm ²	34
$f_{v,k}$	N/mm ²	6
$E_{0,mean}$	N/mm ²	20000
G_{mean}	N/mm ²	1250
$E_{0.05}$	N/mm ²	16800

Διατομή

Γεωμετρικά χαρακτηριστικά		
b	cm	20
h	cm	20
A	cm ²	400
W_y	cm ³	1333.3
I_y	cm ⁴	13333.3
W_z	cm ³	1333.3
I_z	cm ⁴	13333.3

Φορτία

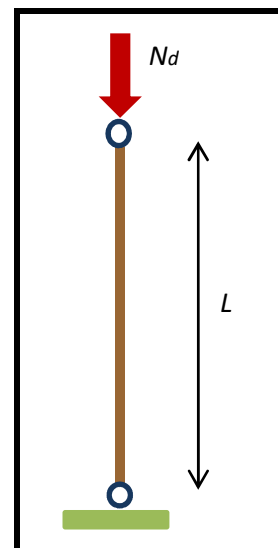
g_i	$R_1 = N_{d1}$	23.33	kN	23333.7	N
	$R_2 = N_{d2}$	64.26	kN	64257.8	N
	$R_3 = N_{d3}$	-8.87	kN	-8874.8	N

← κρίσιμο

Συνδιασμός φόρτισης	1.35G	
Κατηγορία λειτουργίας	III	k_{mod}
Διάρκεια φόρτισης	μόνιμη	0.6
γ_G	1.35	
γ_M ξύλου	1.3	

N_d [N]	86748
-----------	-------

L [m]	1.8
---------	-----



Υπολογισμός τροποποιητικών συντελεστών αντοχής			
Σύστημα διανομής φορτίων	ναί	k_{sys}	1.1

Έλεγχος λυγισμού

$\lambda_{rel,y} > 0.3$	Κριτήριο ανάπτυξης λυγισμού
$\lambda_{rel,z} > 0.3$	

$l_{ef,y} = L$	180	cm
$l_{ef,z} = L$	180	cm

$i_y = \sqrt{I_y/A}$	5.77	cm
$i_z = \sqrt{I_z/A}$	5.77	cm

$\lambda_y = \frac{l_{ef,y}}{i_y}$	31.18
$\lambda_z = \frac{l_{ef,z}}{i_z}$	31.18

$\lambda_{rel,y} = \left(\frac{\lambda_y}{\pi}\right) \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0.05}}}$	0.45	αναπτύσσεται λυγισμός	$\sigma_{c,crit,y} = \frac{\pi^2}{\lambda_y^2} E_{0.05}$	170.4	N/mm ²
$\lambda_{rel,z} = \left(\frac{\lambda_z}{\pi}\right) \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0.05}}}$	0.45	αναπτύσσεται λυγισμός	$\sigma_{c,crit,z} = \frac{\pi^2}{\lambda_z^2} E_{0.05}$	170.4	N/mm ²

$\beta_c = \begin{cases} 0.2 \\ 0.1 \end{cases}$	φυσική ξυλεία επικολλητή ή LVL	0.2
--	-----------------------------------	-----

$k_y = 0.5 \left[1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0.3) + \lambda_{rel,y}^2 \right]$	0.61
$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}}$	0.96
$k_z = 0.5 \left[1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0.3) + \lambda_{rel,z}^2 \right]$	0.61
$k_{c,z} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}}$	0.96

$$k_c = \min \begin{cases} k_{c,y} \\ k_{c,z} \end{cases} \quad 0.96$$

$\sigma_{c,0,d} = N_d/A$	2.17	N/mm ²
$f_{c,0,d} = \frac{k_{mod} k_{sys} f_{c,0,k}}{\gamma_M}$	17.26	N/mm ²

$\sigma_{c,0,d} \leq k_{c,y} f_{c,0,d}$	16.66	OK
$\sigma_{c,0,d} \leq k_{c,z} f_{c,0,d}$	16.66	OK