



Ε.Μ.Π.

**ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΤΟΜΕΑΣ ΔΟΜΟΣΤΑΤΙΚΗΣ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ**

**ΣΙΔΗΡΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΙΙ**

**ΔΙΑΛΕΞΗ 4  
ΣΥΓΚΟΛΛΗΤΕΣ ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ**

2009



Ε.Μ.Π.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

## Παραδείγματα συγκολλήσεων



ΣΙΔΗΡΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΙΙ

ΔΙΑΛΕΞΗ 4  
ΣΥΓΚΟΛΛΗΤΕΣ ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ

2009

2



Ε.Μ.Π.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

## Παραδείγματα συγκολλήσεων



ΣΙΔΗΡΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΙΙ

ΔΙΑΛΕΞΗ 4  
ΣΥΓΚΟΛΛΗΤΕΣ ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ

2009

3



Ε.Μ.Π.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

## Παραδείγματα συγκολλήσεων





Ε.Μ.Π.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

# Παραδείγματα συγκολλήσεων



ΣΙΔΗΡΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΙΙ

ΔΙΑΛΕΞΗ 4  
ΣΥΓΚΟΛΛΗΤΕΣ ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ

2009

5



Ε.Μ.Π.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

# Παραδείγματα συγκολλήσεων



ΣΙΔΗΡΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΙΙ

ΔΙΑΛΕΞΗ 4  
ΣΥΓΚΟΛΛΗΤΕΣ ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ

2009

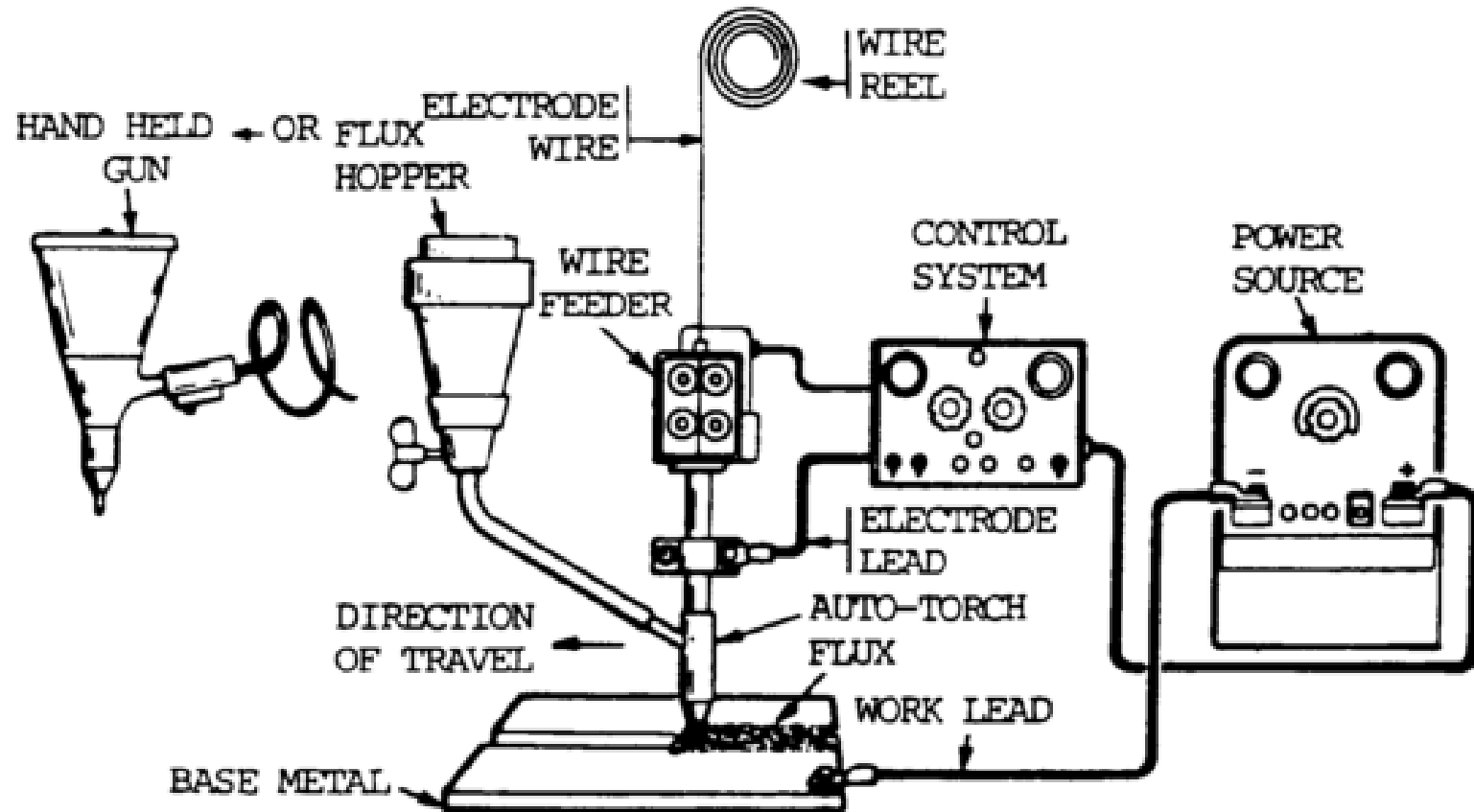
6



Е.М.П.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

## Σχηματική διαδικασία συγκολλήσεως



**Ποιότητα ηλεκτροδίου πάντοτε καλύτερη από εκείνη των  
συνδεδεμένων ελασμάτων**



Ε.Μ.Π.

## Πλεονεκτήματα συγκολλήσεων

- μικρότερος χρόνος κατασκευής
- χαμηλότερο κόστος
- καλύτερη εμφάνιση
- καλύτερη στεγανότητα
- μικρότερο βάρος
- εύκολη εφαρμογή για επισκευές





Ε.Μ.Π.

## Μειονεκτήματα συγκολλήσεων

- **δυσκολία ποιοτικού ελέγχου (είναι δυνατόν να υπάρχουν ανωμαλίες στο εσωτερικό των συγκολλήσεων, ενώ η εξωτερική επιφάνεια τους να είναι κανονική)**
- **ευαισθησία ποιότητας σε περιβαλλοντικούς παράγοντες**



Ε.Μ.Π.

## Μέθοδοι συγκολλήσεων

- **Μέθοδοι τήξης**

Τα τμήματα θερμαίνονται μέχρι τήξεως στο σημείο που θα συγκολληθούν. Κατά τη τήξη, τα μόρια του ενός μετάλλου διεισδύουν στα μόρια του άλλου και έτσι επιτυγχάνεται η σύνδεση κατά την ψύξη. Συχνά χρησιμοποιείται και τρίτο σώμα, που λειώνει, συμπληρώνει τα διάκενα μεταξύ του ενός και του άλλου τμήματος και βοηθάει στην ανάμειξη των μορίων.

- **Μέθοδοι πίεσης**

Τα τμήματα θερμαίνονται στο σημείο συγκολλήσεως σε θερμοκρασία μικρότερη από το σημείο τήξεως τους για να γίνουν εύπλαστα και στη συνέχεια πιέζονται το ένα πάνω στο άλλο. Έτσι τα μόρια του ενός διεισδύουν στα μόρια του άλλου και γίνεται η συγκόλληση.



Ε.Μ.Π.

# Μέθοδοι τήξης

- οξυγονοκόλληση
- χυτευτή συγκόλληση
- συγκόλληση ηλεκτρικού τόξου
- αλουμινοθερμική συγκόλληση τήξης
- συγκόλληση αντίστασης
- συγκόλληση ακτίνων ηλεκτρονίων
- συγκόλληση με laser



Ε.Μ.Π.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

## Μέθοδοι πίεσης

- συγκόλληση με εκπυρσοκρότηση
- χυτευτή συγκόλληση πίεσης
- συγκόλληση τόξου και πίεσης
- αλουμινοθερμική συγκόλληση πίεσης
- συγκόλληση αντίστασης και πίεσης
- συγκόλληση με τριβή
- συγκόλληση πίεσης εν ψυχρώ
- συγκόλληση υπερήχων
- συγκόλληση επαγωγής

2009



Ε.Μ.Π.

## Συγκολλησιμότητα των μετάλλων

Κατά τη συγκόλληση παρουσιάζεται το φαινόμενο της διαχύσεως των μορίων του ενός μετάλλου στο άλλο. Για να γίνει αυτό πρέπει να υπάρχει κάποια συγγένεια μεταξύ αυτών των μετάλλων. Η δυνατότητα αυτή λέγεται συγκολλησιμότητα των μετάλλων.



Ε.Μ.Π.

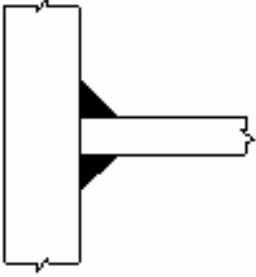
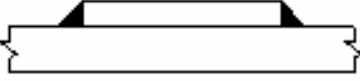
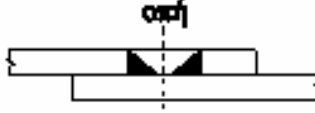
## Συγκολλησιμότητα των μετάλλων

	Αλουμίνιο	Ορείχαλκος	Χαλκός	Νικελιούχος χαλκός	Χάλυβας μαλακός	Νικέλιο	Άργυρος	Ανοξείδωτος χάλυβας
Αλουμίνιο	X						X	
Ορείχαλκος		X	X		X	X	X	
Χαλκός		X	X	X	X	X	X	
Νικελιούχος χαλκός			X	X	X	X	X	X
Χάλυβας μαλακός		X	X	X	X	X		X
Νικέλιο		X	X	X	X	X	X	X
Άργυρος	X	X	X	X		X	X	
Ανοξείδωτος χάλυβας				X	X	X		X



Ε.Μ.Π.


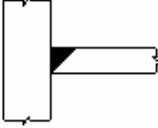

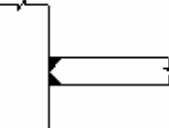

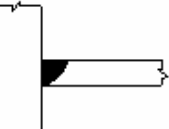

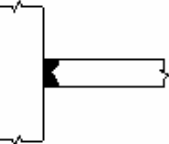
## Τύποι συγκολλήσεων

Περιγραφή	Συνδέσεις κατά πρόσωπο	Συνδέσεις T	Συνδέσεις υπερκάλυψης
Εξωραφές			
Εξωραφές πλήρωσης οπής			



Ε.Μ.Π.

## Τύποι συγκολλήσεων

Περιγραφή	Συνδέσεις κατά πρόσωπο	Συνδέσεις T	Συνδέσεις υπερκάλυψης
Εσωραφές πλήρους διείσδυσης	 ραφές V: $t=3-8 \text{ mm}$	 μισό V	
	 ραφές X: $t=12-28 \text{ mm}$	 μισό X	
	 ραφές U: $t=30-35 \text{ mm}$	 μισό U	
	 διπλό U: $t = 3-8 \text{ mm}$	 Διπλό μισό U	


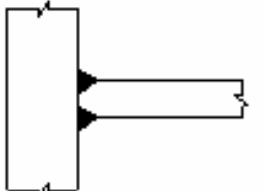
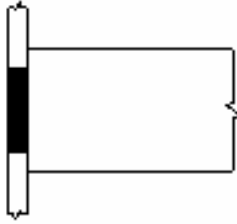
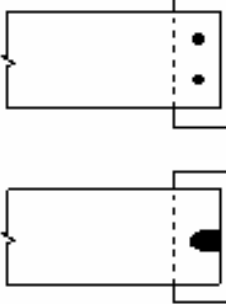




Ε.Μ.Π.

## Τύποι συγκολλήσεων




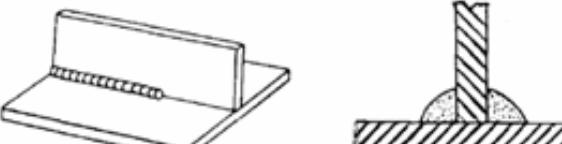

2009

Περιγραφή	Συνδέσεις κατά πρόσωπο	Συνδέσεις T	Συνδέσεις υπερκάλυψης
Εσωραφές μερικής διείσδυσης	 Διπλό V		
Εσωραφές πλήρωσης οπής ή σχισμής			



Ε.Μ.Π.

## Θέσεις συγκολλήσεων

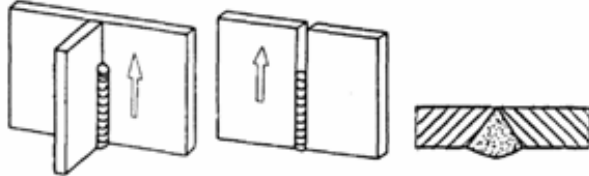
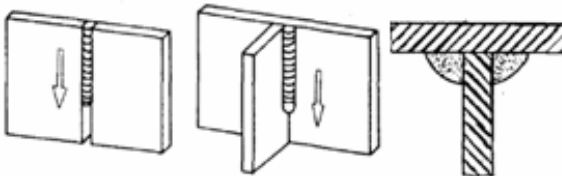
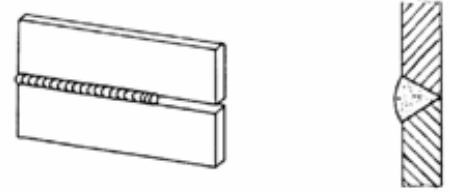
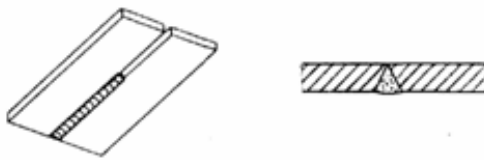
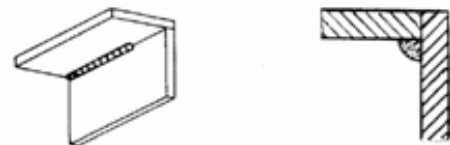
Ονομασία	Μορφή Συγκόλλησης
Επίπεδη ραφή κατά μέτωπο (σόκορο)	
Επίπεδη ραφή εσωτερικής γωνίας	
Επίπεδη ραφή εξωτερικής γωνίας	
Οριζόντια ραφή εσωτερικής γωνίας	
Οριζόντια ραφή εξωτερικής γωνίας	



Ε.Μ.Π.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

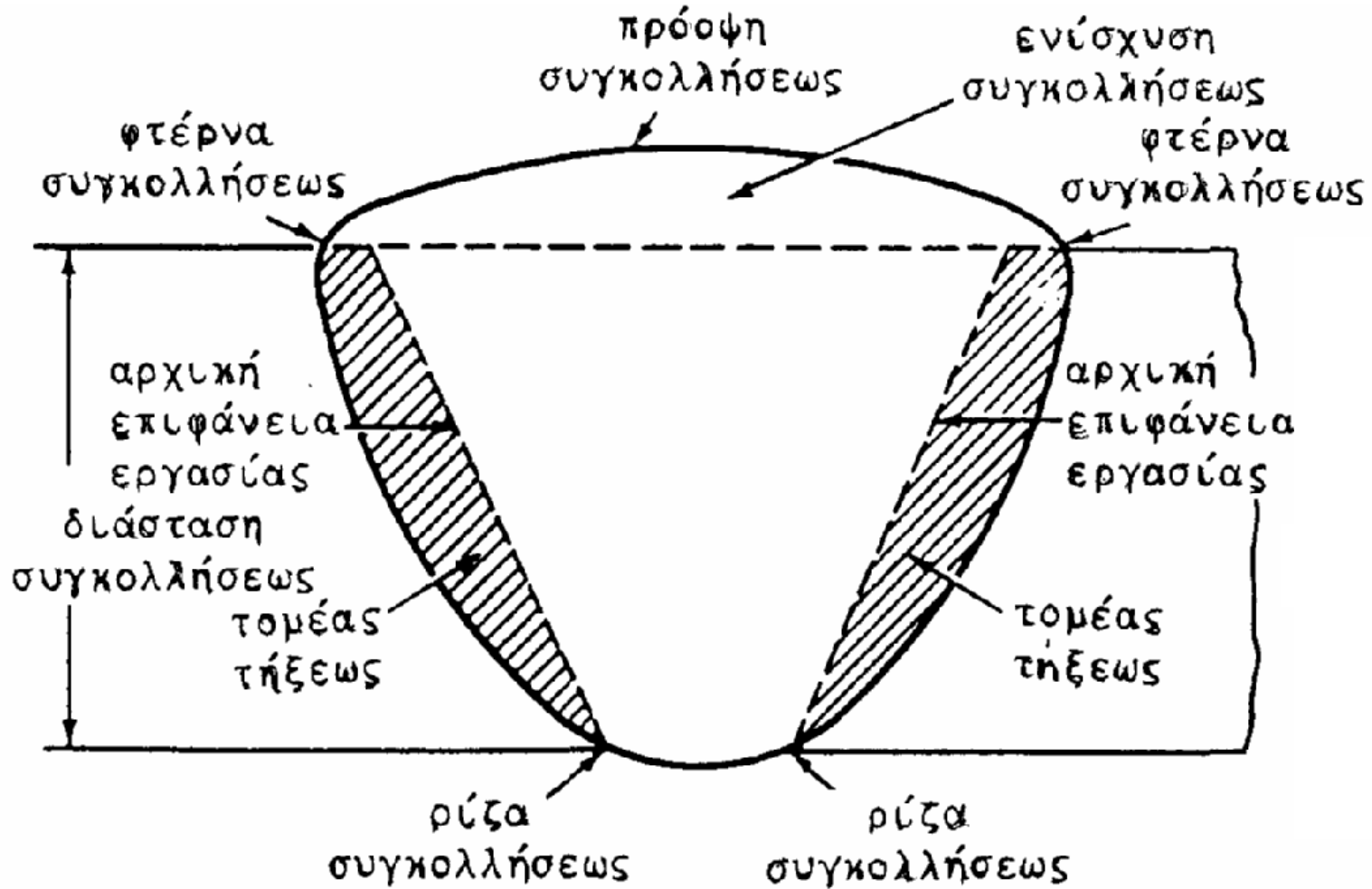
## Θέσεις συγκολλήσεων

Ονομασία	Μορφή Συγκόλλησης
Ανεβατή ραφή κατά μέτωπο και εσωτερικής γωνίας	
Κατεβατή ραφή κατά μέτωπο και εσωτερικής γωνίας	
Κάθετη ραφή	
Ραφή ουρανού κατά μέτωπο	
Ραφή ουρανού εσωτερικής γωνίας	



Ε.Μ.Π.

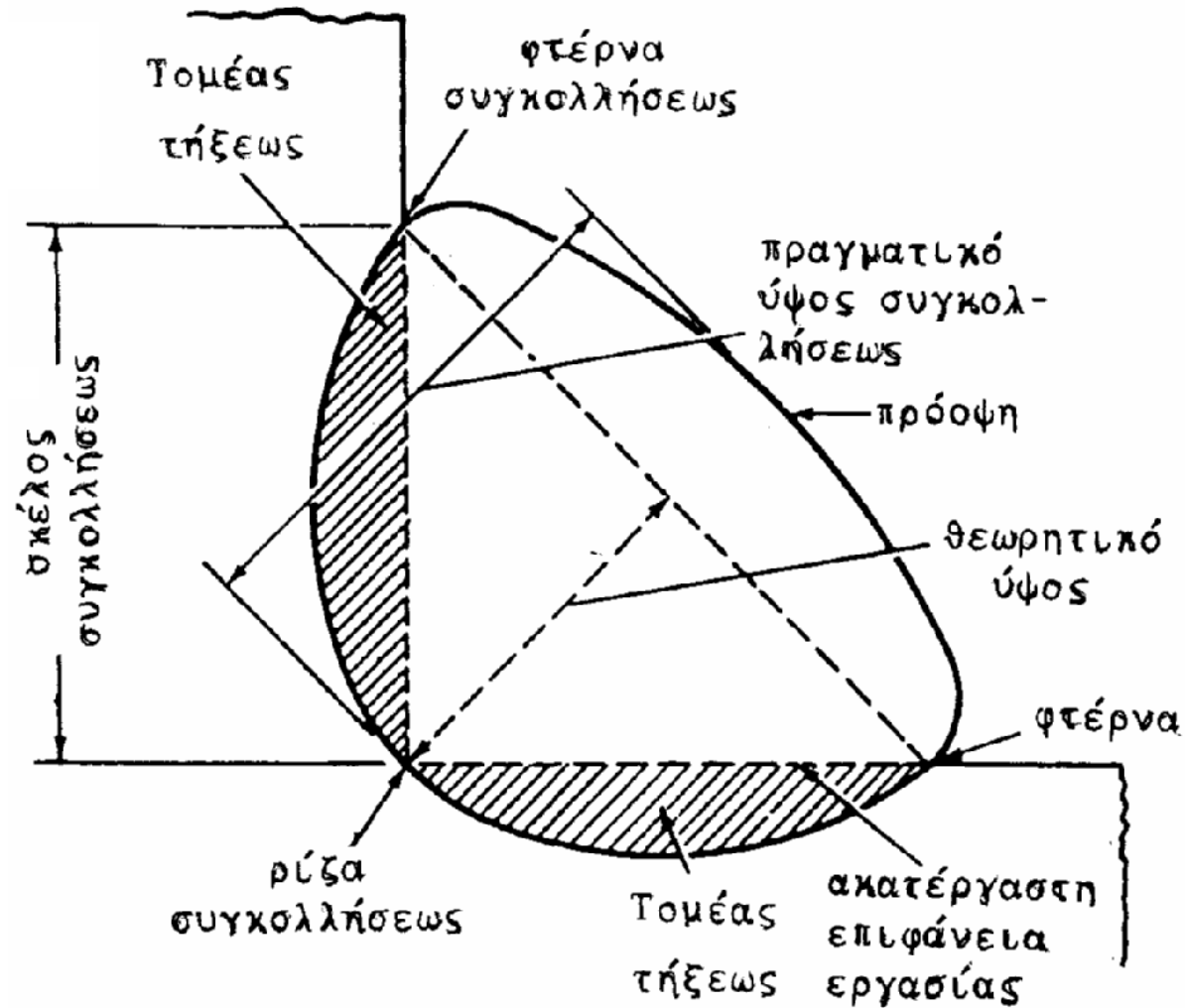
## Ονοματολογία συγκολλήσεων





Ε.Μ.Π.

## Ονοματολογία συγκολλήσεων





Ε.Μ.Π.

## Ονοματολογία συγκολλήσεων

Τομέας τήξεως	η περιοχή του βασικού μετάλλου στην οποία εισχωρεί το συγκολλητικό υλικό
Ρίζα συγκολλήσεως	το σημείο που είναι η βάση της συγκολλήσεως
Σκέλος συγκολλήσεως	η απόσταση από τη ρίζα ως τη φτέρνα της συγκολλήσεως
Πρόοψη συγκολλήσεως	η επιφάνεια της συγκολλήσεως προς τη πλευρά από την οποία έγινε η συγκόλληση
Πτέρνα συγκολλήσεως	το σημείο που συναντιέται η πρόοψη της συγκολλήσεως με το βασικό μέταλλο
Ενίσχυση συγκολλήσεως	το μέταλλο, που προεξέχει στη ραφή πάνω από την επιφάνεια του συγκολληθέντος βασικού μετάλλου

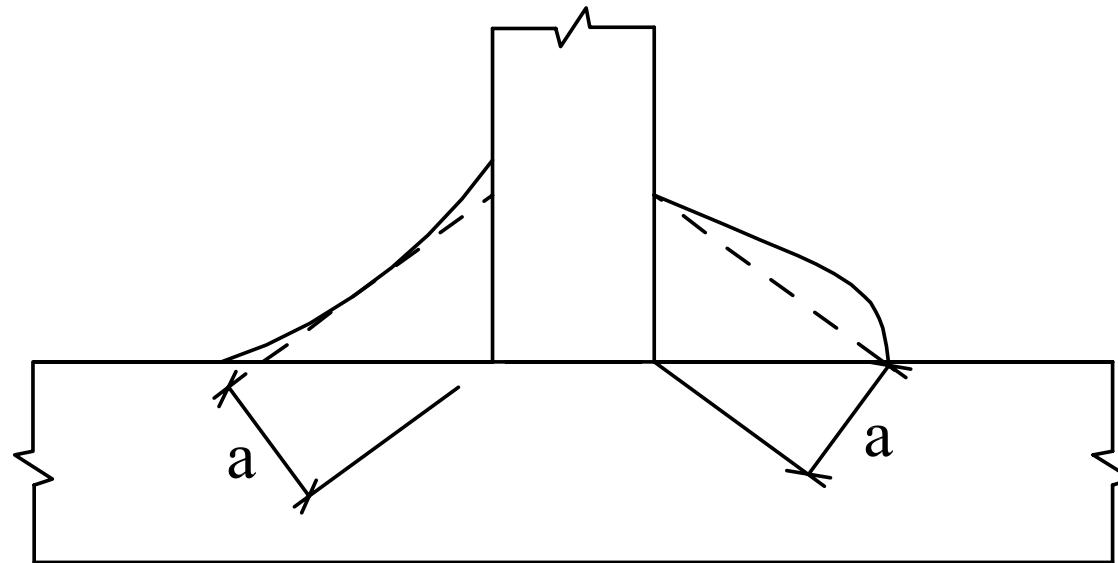


Ε.Μ.Π.

## Εξωραφές

Επιτρέπεται να χρησιμοποιηθούν σε περιπτώσεις όπου οι συνδεόμενες επιφάνειες σχηματίζουν μεταξύ τους γωνία από  $60^\circ$  ως  $120^\circ$ .

Όταν η γωνία αυτή είναι μικρότερη από  $60^\circ$  η συγκόλληση πρέπει να θεωρείται εσωραφή μερικής διείσδυσης.



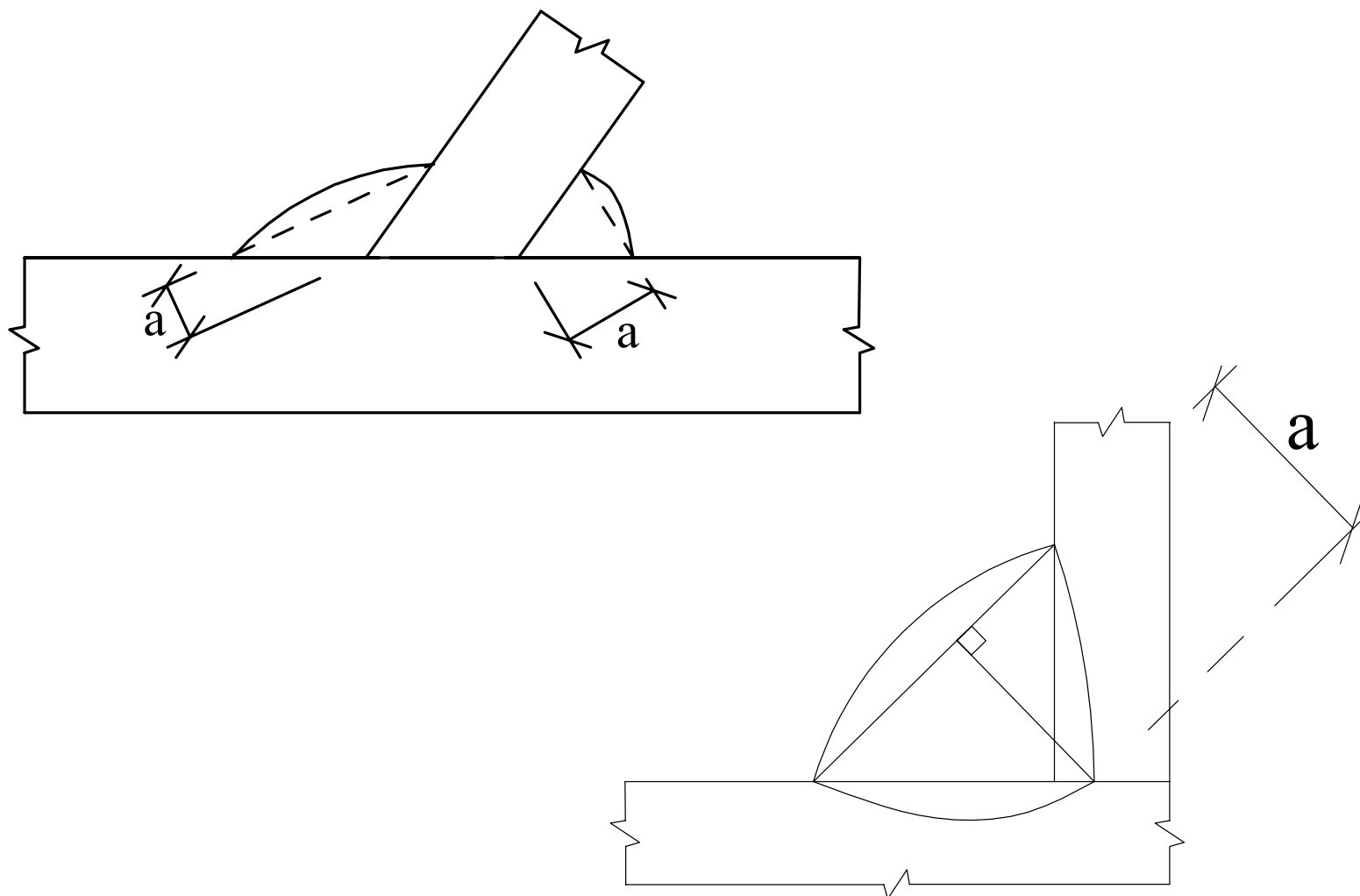


Ε.Μ.Π.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

# Εξωραφές

2009



ΣΙΔΗΡΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΙΙ

ΔΙΑΛΕΞΗ 4  
ΣΥΓΚΟΛΛΗΤΕΣ ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ

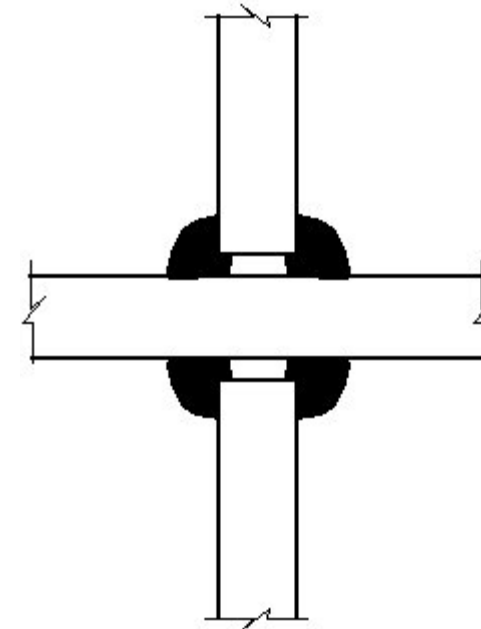
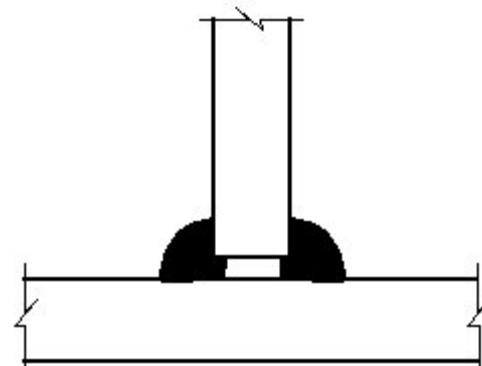
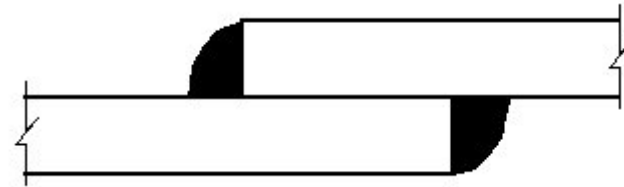
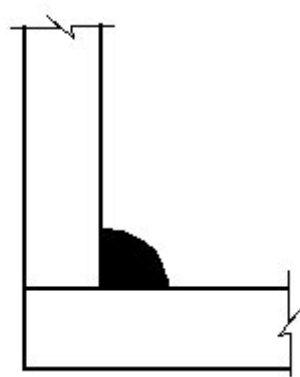




Ε.Μ.Π.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

# Εξωραφές





Ε.Μ.Π.

Ε  
Ρ  
Γ  
Α  
Σ  
Τ  
Η  
ΡΙ  
Ο  
  
Μ  
Ε  
Τ  
Α  
Λ  
Λ  
Ι  
Κ  
Ω  
Ν  
  
Κ  
Α  
Τ  
Α  
Σ  
Κ  
Ε  
Υ  
Ω  
Ν

## Εξωραφές

2  
0  
0  
9

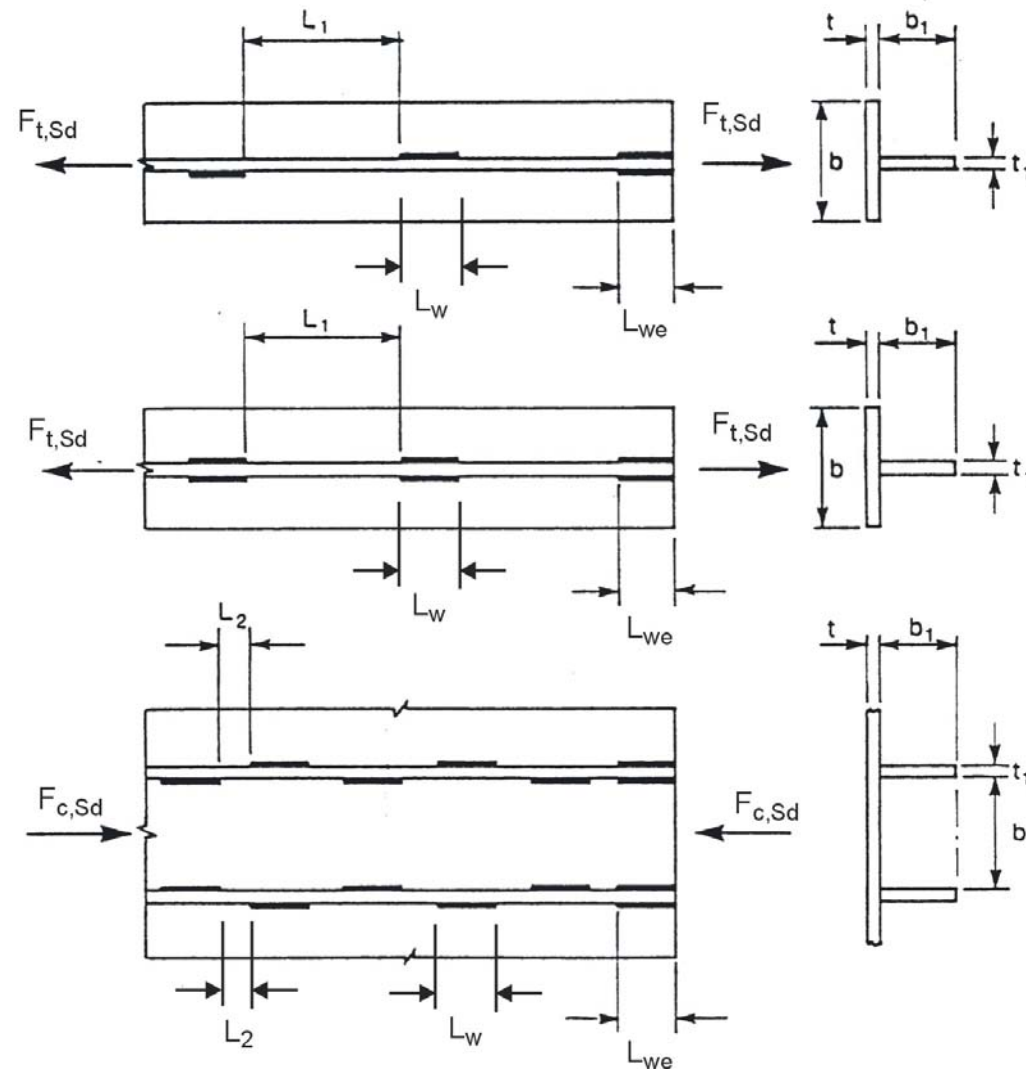
**Οι εξωραφές που συνεχίζουν μέχρι τις άκρες των ελασμάτων πρέπει να γυρίζουν πλήρως στη γωνία σε μία απόσταση τουλάχιστον ίση με το διπλάσιο πάχος τους, εκτός αν από τη διαμόρφωση του κόμβου κάτι τέτοιο είναι αδύνατο.**



Ε.Μ.Π.

## Διακοπτόμενες εξωραφές

**Δεν επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται σε διαβρωτικό περιβάλλον.**





Ε.Μ.Π.

# Γεωμετρικοί περιορισμοί διακοπτόμενης εξωραφής

Ως κενό ( $L_1$  ή  $L_2$ ) πρέπει να λαμβάνεται η μικρότερη από την απόσταση μεταξύ των άκρων διαδοχικών τμημάτων συγκόλλησης σε αντίθετες πλευρές και την απόσταση μεταξύ των άκρων στην ίδια πλευρά.

$$L_{we} \geq \max \{0,75 b, 0,75 b_1\}$$

Για συγκολλητά μέλη υπό εφελκυσμό:

$$L_1 \leq \min \{16 t, 16 t_1, 200 \text{ mm}\}$$

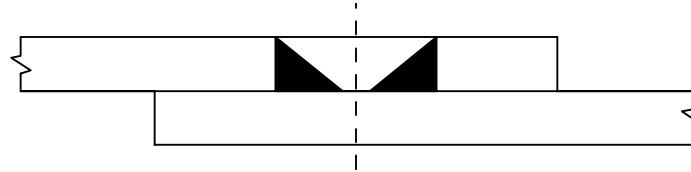
Για συγκολλητά μέλη υπό θλίψη ή διάτμηση:

$$L_2 \leq \min \{12 t, 12 t_1, 0,25 b, 200 \text{ mm}\}$$



Ε.Μ.Π.

## Εξωραφές διακένου ή πλήρωσης οπής



Μπορούν να χρησιμοποιηθούν μόνο για τη μεταφορά διατμητικής δύναμης ή για την αποφυγή λυγισμού ή αποχωρισμού εφαπτόμενων τμημάτων.

Η διάμετρος κυκλικής οπής ή το πλάτος επιμήκους οπής σε μία τέτοια ραφή δεν πρέπει να είναι μικρότερο από το 4-πλάσιο του πάχους του ελάσματος με την οπή.

Τα άκρα επιμήκων οπών πρέπει να είναι ημι-κυκλικά, εκτός της περίπτωσης που επεκτείνονται μέχρι το άκρο του ελάσματος.

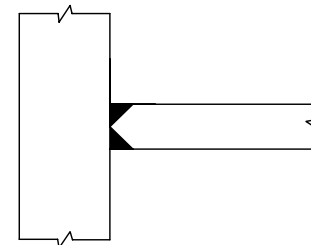
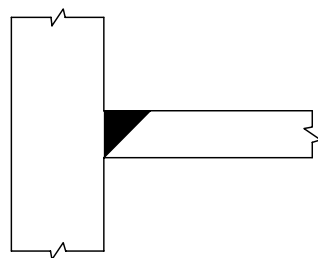
Η αξονική απόσταση ραφών διακένου δεν πρέπει να υπερβαίνει την κρίσιμη τιμή για την εμφάνιση τοπικού λυγισμού.



Ε.Μ.Π.

## Εσωραφές πλήρους διείσδυσης

Ως εσωραφή πλήρους διείσδυσης ορίζεται η συγκόλληση που διαπερνά πλήρως και προκαλεί τήξη του αναλώσιμου και του μητρικού μετάλλου σε όλο το πάχος της ένωσης.

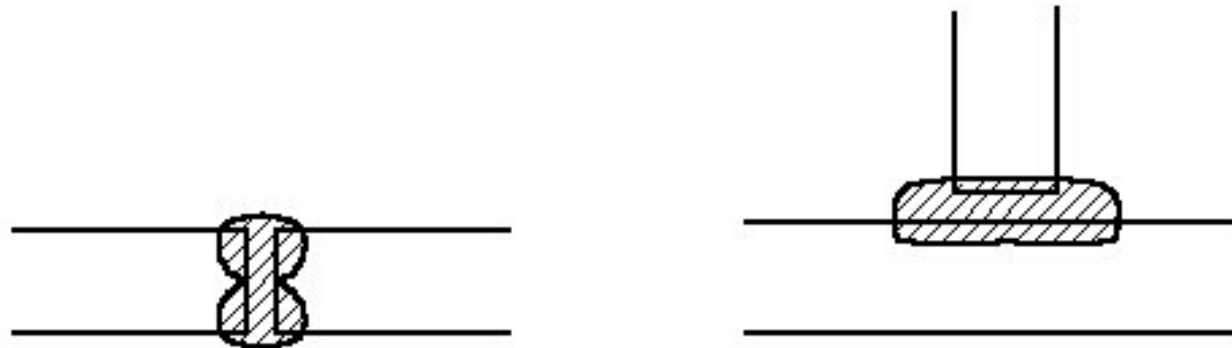




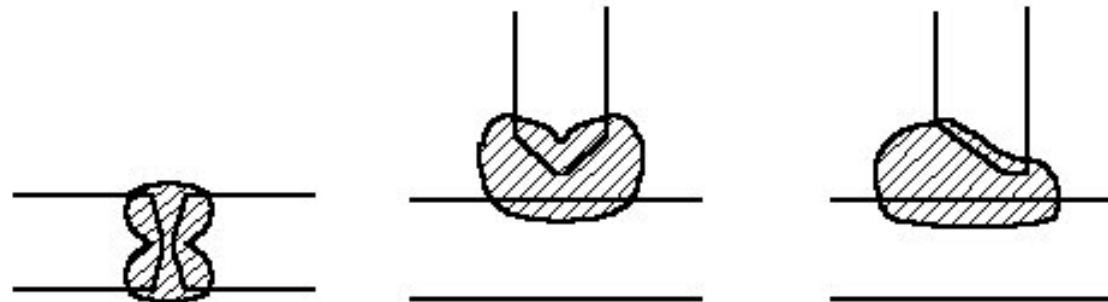
Ε.Μ.Π.

# Εσωραφές πλήρους διείσδυσης

Χωρίς προετοιμασία των ακμών («φρεζάρισμα»)



Με προετοιμασία των ακμών («φρεζάρισμα»)

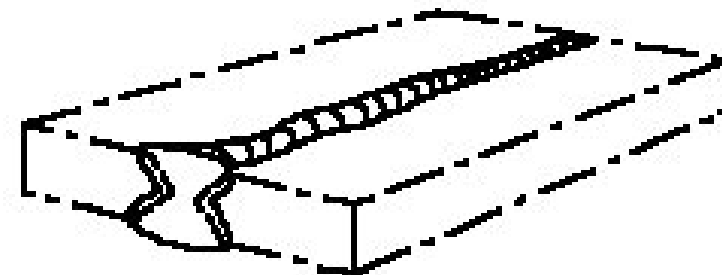
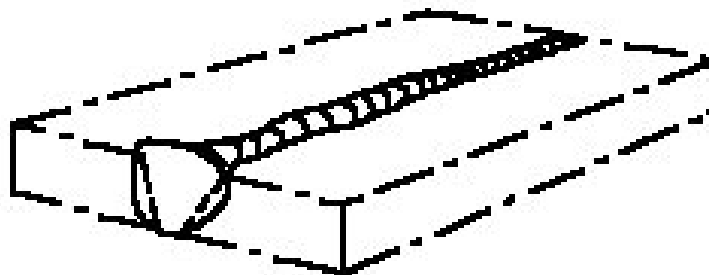
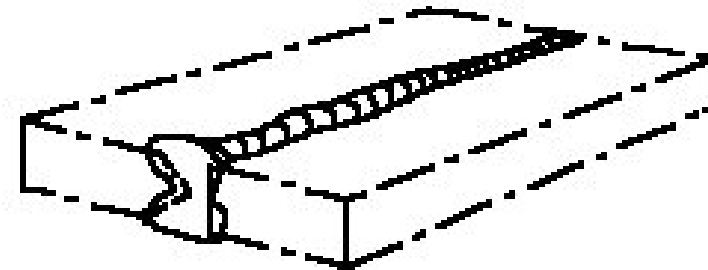
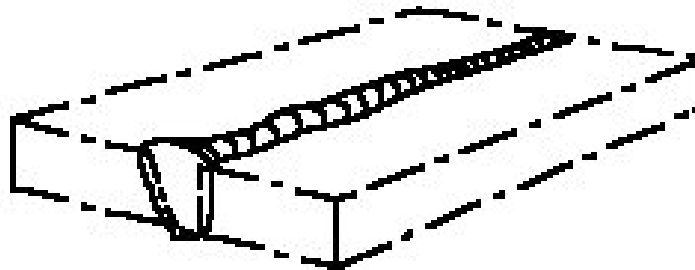




Ε.Μ.Π.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

## Εσωραφές πλήρους διείσδυσης



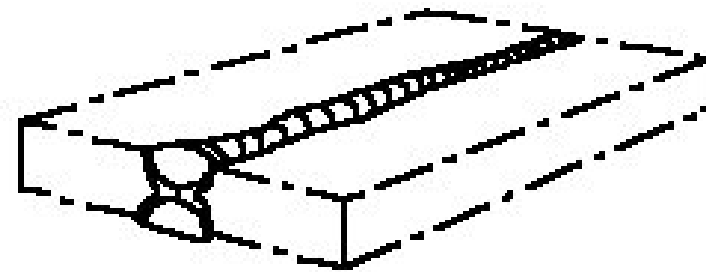
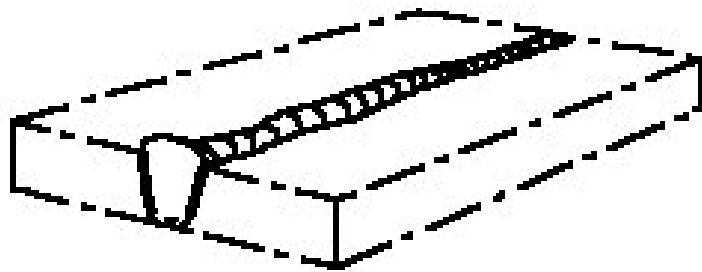
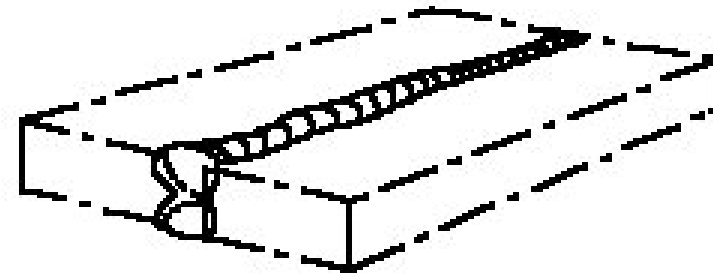
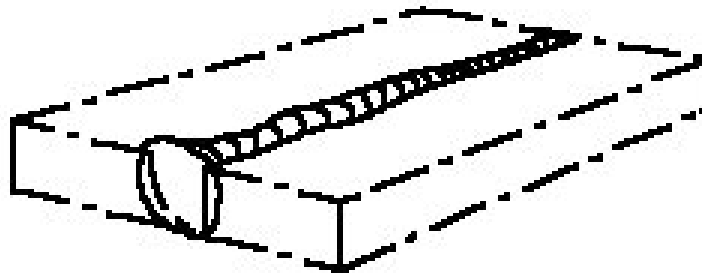




Ε.Μ.Π.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

## Εσωραφές πλήρους διείσδυσης

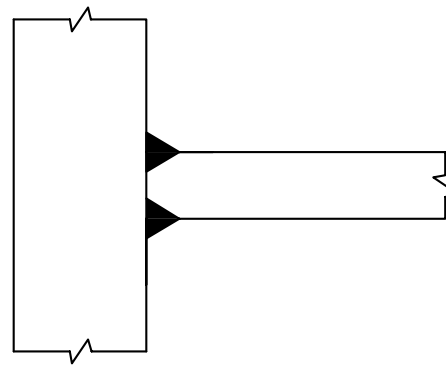




Ε.Μ.Π.

## Εσωραφές μερικής διείσδυσης

Ως εσωραφή μερικής διείσδυσης ορίζεται η συγκόλληση που δεν διαπερνά πλήρως, αλλά προκαλεί τήξη του αναλώσιμου και του μητρικού μετάλλου σε ένα ποσοστό του πάχους της ένωσης.

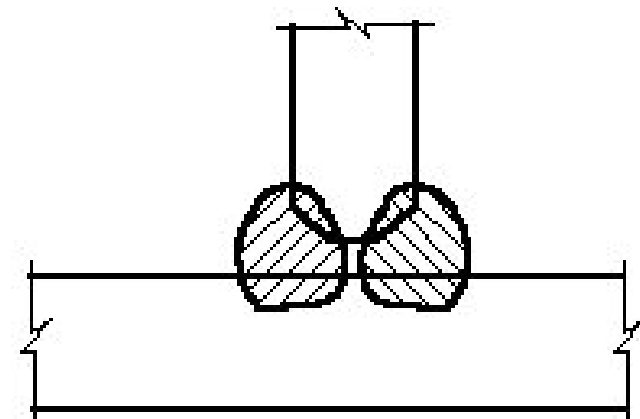
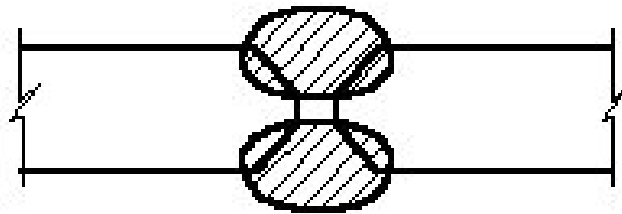




Ε.Μ.Π.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

## Εσωραφές μερικής διείσδυσης





Ε.Μ.Π.

# Εσωραφές πλήρωσης οπής ή σχισμής

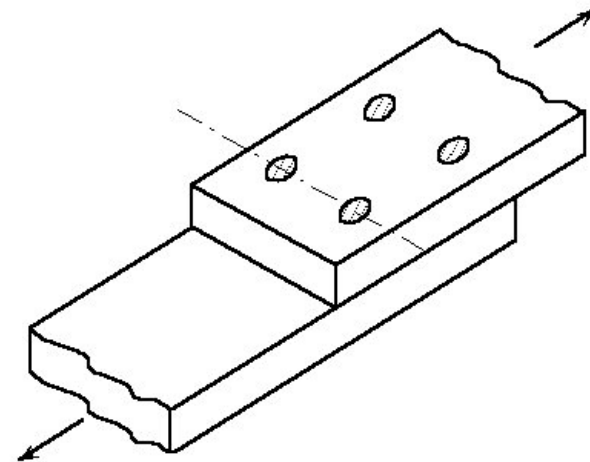
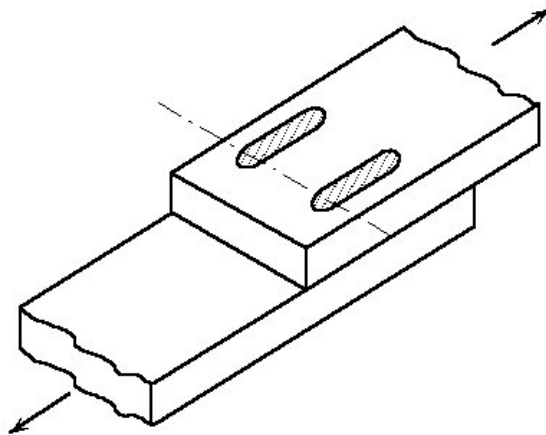
Οι ραφές αυτές επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται:

για τη μεταφορά διατμητικής δύναμης

για την αποφυγή λυγισμού ή αποχωρισμού  
εφαπτόμενων τμημάτων

για τη σύνδεση τμημάτων συγκολλητών μελών

αλλά δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται για την παραλαβή  
δρώσας εφελκυστικής δύναμης





Ε.Μ.Π.

## Εσωραφές πλήρωσης οπής ή σχισμής

Η διάμετρος κυκλικής οπής ή το πλάτος επιμήκους οπής σε μία ραφή οπής-σχισμής πρέπει να είναι τουλάχιστον κατά 8mm μεγαλύτερο του πάχους του ελάσματος με την οπή.

Τα άκρα επιμήκων οπών πρέπει να είναι ημι-κυκλικά ή να σχηματίζουν γωνίες με ακτίνα καμπυλότητας όχι μικρότερη από το πάχος του ελάσματος με την οπή, εκτός της περίπτωσης που επεκτείνονται μέχρι το άκρο του ελάσματος.

Η αξονική απόσταση ραφών διακένου δεν πρέπει να υπερβαίνει την κρίσιμη τιμή για την εμφάνιση τοπικού λυγισμού.



Ε.Μ.Π.

## Εσωραφές πλήρωσης οπής ή σχισμής

**Το πάχος μιας ραφής οπής-σχισμής επί ενός μητρικού μετάλλου πάχους μέχρι 16mm πρέπει να είναι ίσο με το πάχος του μετάλλου.**

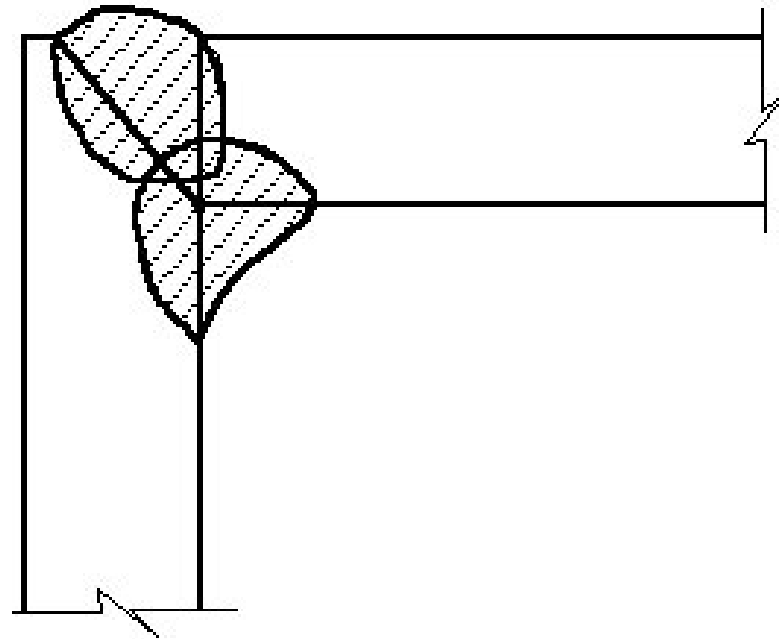
**Το πάχος μιας ραφής οπής-σχισμής επί ενός μητρικού μετάλλου πάχους μεγαλύτερου από 16mm πρέπει να είναι τουλάχιστον ίσο με το μισό πάχος του μετάλλου, αλλά όχι μικρότερο από 16mm.**



Ε.Μ.Π.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

# Συνδυασμένες εσωραφές και εξωραφές



2009



Ε.Μ.Π.

## Διαστολή και συστολή κατά τη συγκόλληση

Η θερμότητα που συσσωρεύεται στη ραφή κατά τη διάρκεια της συγκόλλησης προκαλεί τη διαστολή του μετάλλου, ενώ κατά τη διάρκεια της ψύξεως του θα υπάρξει μία αντίστοιχη συστολή.

Αν η διαστολή των συγκολλούμενων τμημάτων εμποδιστεί μπορεί να προκληθεί στράβωμα εξαιτίας των τάσεων που δημιουργούνται.

Το ίδιο μπορεί να συμβεί αν εμποδιστεί η συστολή των κομματιών.

Για να αποφεύγουμε τις παραμορφώσεις, πρέπει φροντίζουμε οι τάσεις από τη διαστολή και τη συστολή να είναι όσο το δυνατόν μικρότερες.

Έτσι, διατηρείται το επιθυμητό σχήμα αλλά και η αντοχή του συγκολλούμενου μετάλλου.

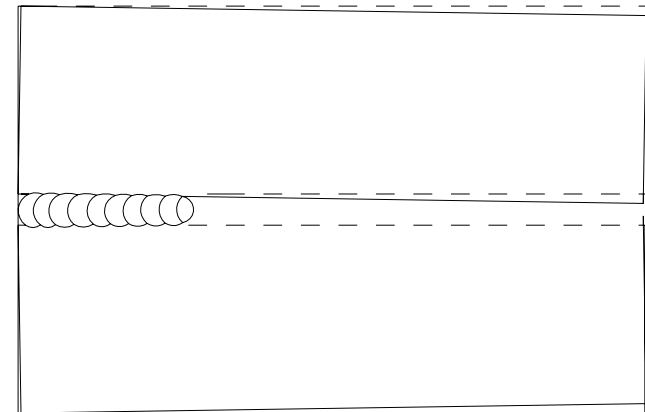
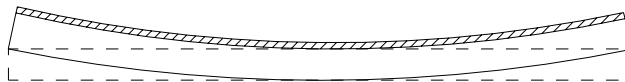
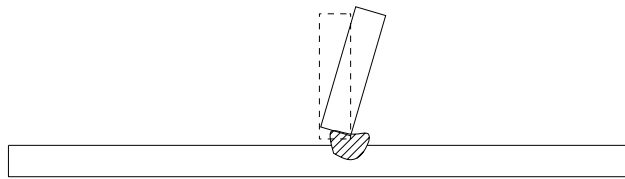




Ε.Μ.Π.

# Διαστολή και συστολή κατά τη συγκόλληση





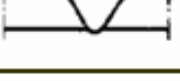
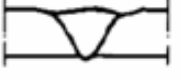


## Παραμορφώσεις ελασμάτων που έχουν προκληθεί μετά τη συγκόλληση τους





Ε.Μ.Π.

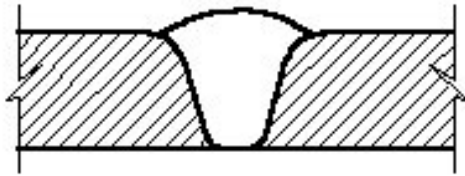
## Σφάλματα συγκολλήσεων

	Ελλειπής διείσδυση	Οφείλεται σε πολύ μικρή απόσταση των άκρων
	Εγκλωβισμός σκουριάς	Οφείλεται σε κακό καθαρισμό
	Μη ευθυγραμμισμένα άκρα	Οφείλεται σε κακή κατάσταση των άκρων ή σε παραμόρφωση κατά τη συγκόλληση
	Ελλειπής εναπόθεση συγκολλητικού υλικού	Οφείλεται σε υπερβολική ένταση ή σε μεγάλη ταχύτητα του ηλεκτροδίου
	Σκάψιμο των πλευρών της συγκολλητικής ραφής	Οφείλεται σε κακό χειρισμό του ηλεκτροδίου ή σε μεγάλη ένταση του ρεύματος
	Φυσαλίδες	Οφείλεται σε κακή ποιότητα του συγκολλούμενου μετάλλου
	Υπερβολική διείσδυση	Οφείλεται σε μεγάλη ένταση του ρεύματος ή σε μεγάλη απόσταση των άκρων
	Ρωγμές	Οφείλεται σε κακή ποιότητα του συγκολλούμενου μετάλλου

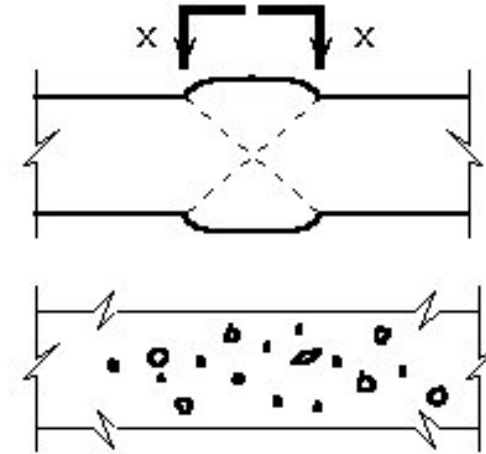


Ε.Μ.Π.

## Σφάλματα συγκολλήσεων



Ελλιπής διείσδυση



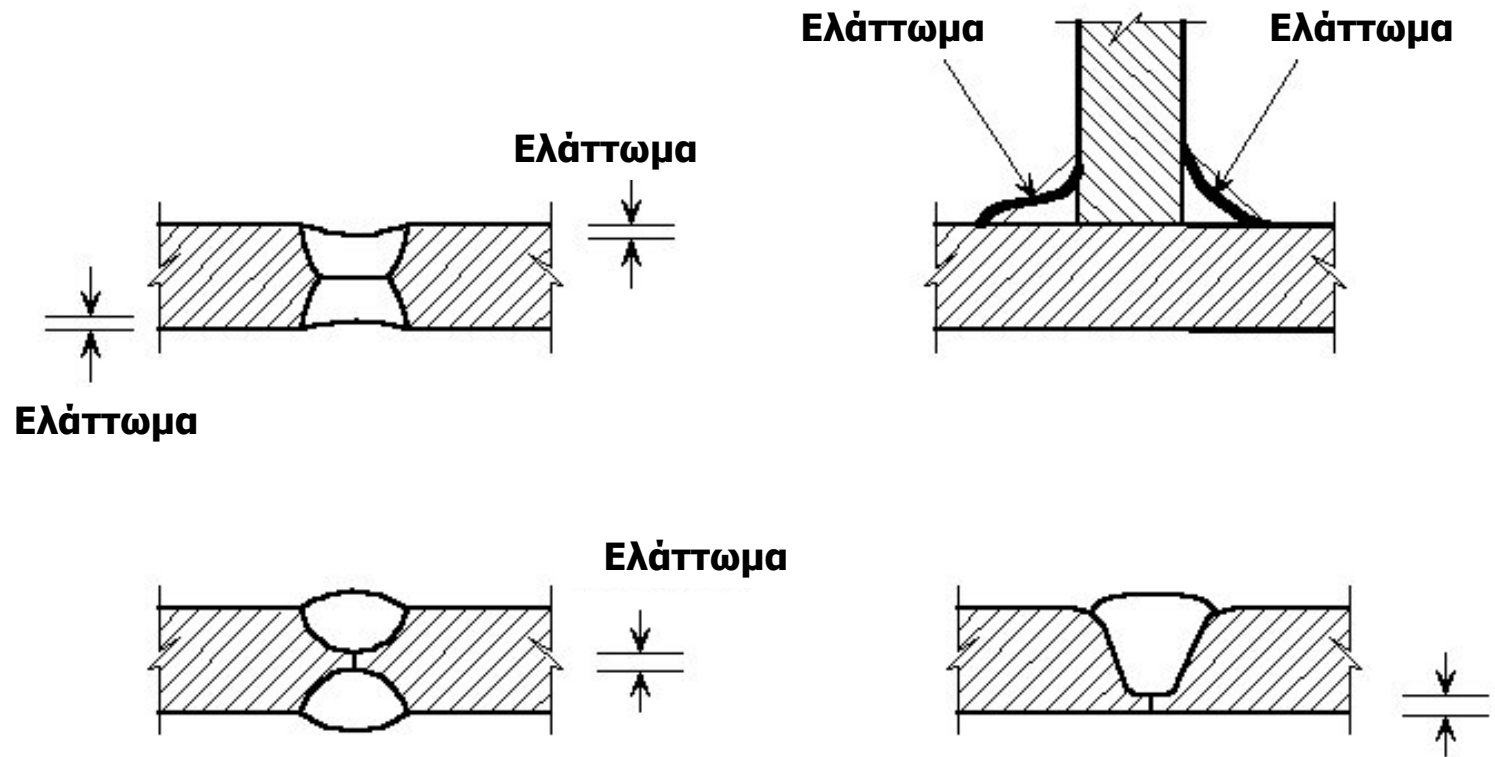
Όψη X-X

Πόροι - φυσαλίδες



Ε.Μ.Π.

# Σφάλματα συγκολλήσεων





Ε.Μ.Π.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

## Έλεγχοι συγκολλήσεων

Ο έλεγχος των συγκολλήσεων γίνεται για να διαπιστωθεί η αντοχή και η καλή ποιότητα της συγκολλητικής ραφής.

Κατ' αρχήν η ραφή μπορεί να εξετασθεί οπτικά από τον ίδιο το συγκολλητή για να διαπιστωθεί αν παρουσιάζει τα γνωστά σφάλματα συγκολλήσεως που φαίνονται εξωτερικά με γυμνό μάτι (αυλακώσεις έλλειψη διεισδύσεως, υπερβολικό υλικό, έλλειψη συγκολλητικού υλικού, ρωγμές που φαίνεται εξωτερικά, εγκλωβισμός σκουριών κτλ).

Επίσης έλεγχος της ραφής μπορεί να γίνει, με οξέα, ραδιογραφικά με ακτίνες Χ και ακτίνες γ και υδροστατικά για τον έλεγχο συγκολληθέντων δοχείων και δεξαμενών.



Ε.Μ.Π.

## Έλεγχοι συγκολλήσεων

Όταν εφαρμόζουμε νέες μεθόδους συγκολλήσεως ή συγκολλούμε νέα υλικά θα χρειασθεί να συγκολλήσουμε ένα άχρηστο κομμάτι (δοκίμιο), το οποίο στη συνέχεια το υποβάλλουμε σε μηχανικές δοκιμασίες για να διαπιστώσουμε αν η συγκόλληση είναι καλής ποιότητας.

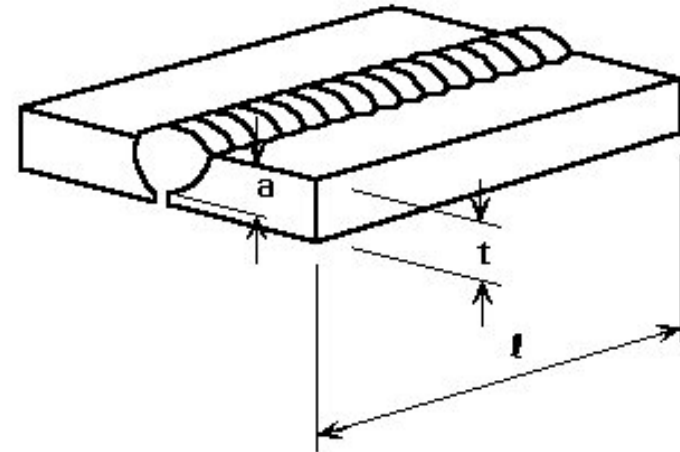
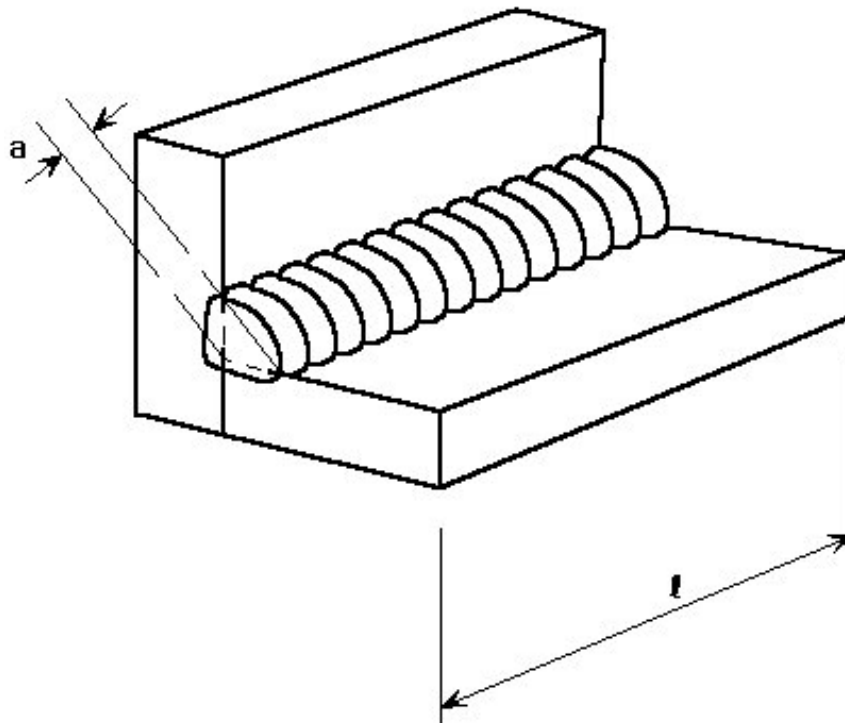
Οι μηχανικές δοκιμασίες που υποβάλλουμε το δοκίμιο είναι δοκιμασίες κάμψεως, εφελκυσμού, διατμήσεως και σκληρότητας.



Ε.Μ.Π.

## Γεωμετρικά μεγέθη υπολογισμού ραφών

Πάχος  $a$  – Μήκος  $\ell$



Η επιφάνεια σχεδιασμού του λαιμού της ραφής  $A_w$  λαμβάνεται από τη σχέση

$$A_w = a \cdot \ell$$

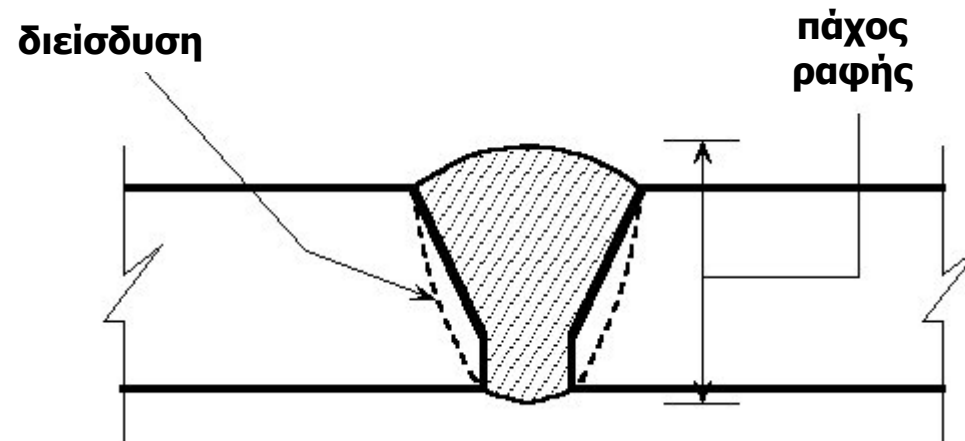
Η θέση της επιφάνειας αυτής θεωρείται ότι είναι συγκεντρωμένη στη ρίζα της συγκόλλησης



Ε.Μ.Π.

## Αντοχή εσωραφών πλήρους διείσδυσης

Η αντοχή σχεδιασμού μιας εσωραφής πλήρους διείσδυσης πρέπει να λαμβάνεται ίση με την αντοχή σχεδιασμού του ασθενέστερου από τα συνδεόμενα μέρη, με την προϋπόθεση ότι η συγκόλληση εκτελείται με κατάλληλα αναλώσιμα υλικά, με ελάχιστο όριο διαρροής και εφελκυστική αντοχή μεγαλύτερη από εκείνη του μητρικού μετάλλου.



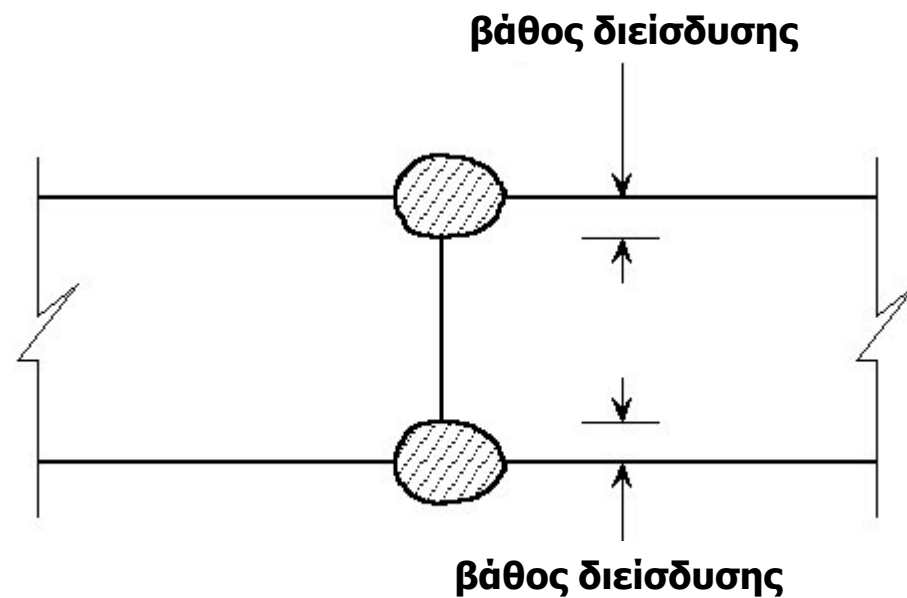
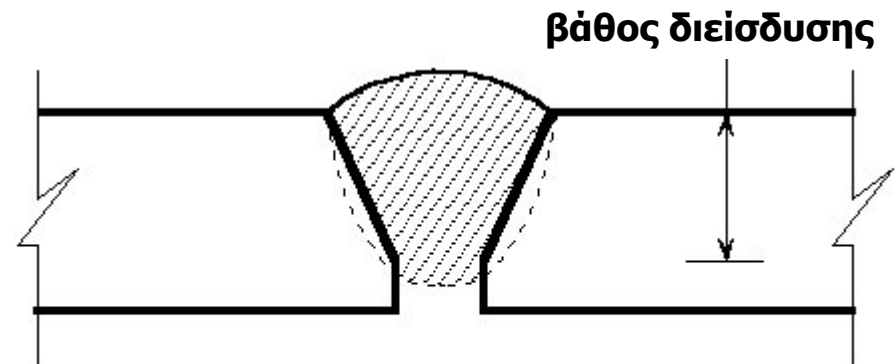




Ε.Μ.Π.

## Αντοχή εσωραφών μερικής διείσδυσης

Η αντοχή σχεδιασμού μιας εσωραφής μερικής διείσδυσης υπολογίζεται για πάχος ίσο με το βάθος διείσδυσης μειωμένο κατά 2mm.





Ε.Μ.Π.

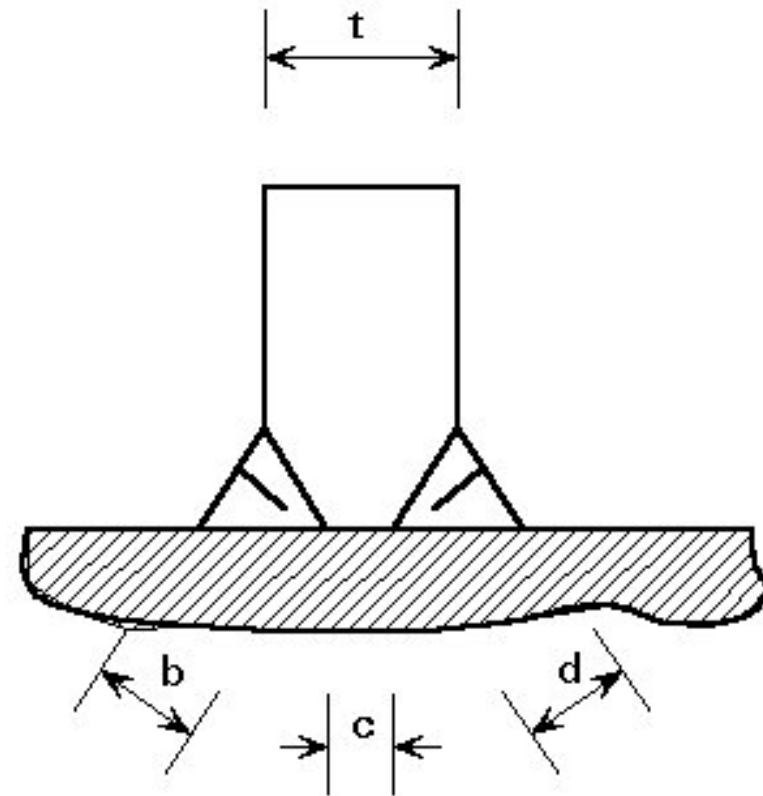
## Αντοχή εσωραφών μερικής διείσδυσης

Οι εσωραφές μερικής διείσδυσης σε συνδέσεις Τ επιτρέπεται να υπολογίζονται ως πλήρους διείσδυσης, αν ισχύει :

$$b + d \geq t$$

&

$$c \leq \min \{t/5, 3\text{mm}\}$$

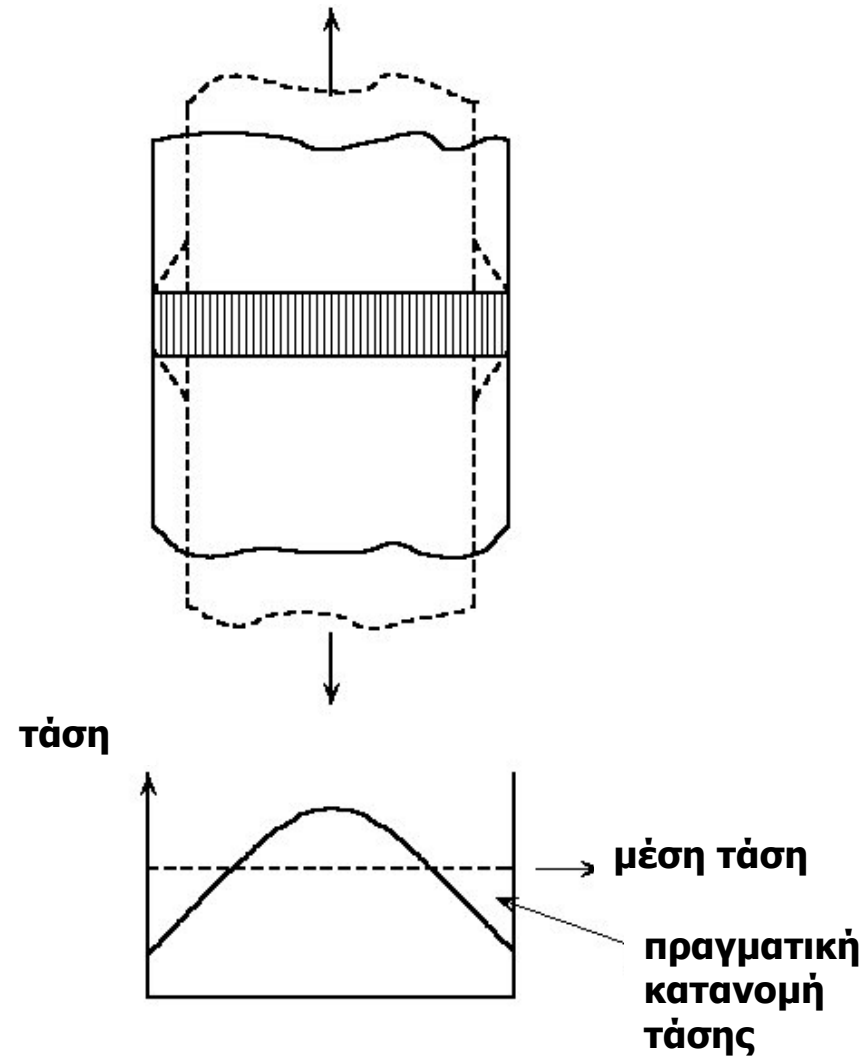




Ε.Μ.Π.

# Κατανομή τάσεων σε εσωραφές

Η ανομοιομόρφη κατανομή μπορεί να είναι σημαντική σε προβλήματα κόπωσης

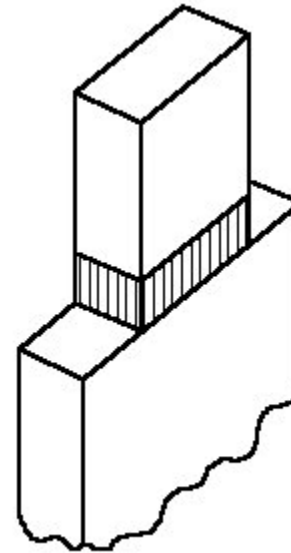




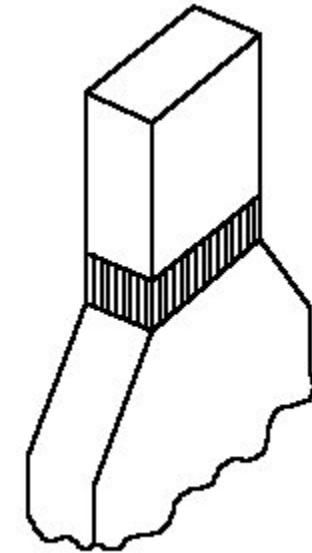
Ε.Μ.Π.

# Κατανομή τάσεων σε εσωραφές

Συγκέντρωση τάσεων

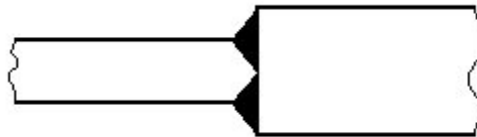


Ομαλή κατανομή τάσεων



**Είναι καλή πρακτική να αποφεύγονται συγκεντρώσεις τάσεων**

Προτείνεται για μικρή διαφορά πάχους



Προτείνεται για σημαντική διαφορά πάχους





Ε.Μ.Π.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ

ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ

ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

## Γεωμετρικά μεγέθη υπολογισμού εξωραφών

Ως **ενεργό μήκος  $l$**  μιας εξωραφής πρέπει να λαμβάνεται το μήκος, στο οποίο η εξωραφή διαθέτει το πλήρες πάχος της.

Το μήκος αυτό μπορεί να θεωρηθεί ίσο με το συνολικό μήκος της ραφής μείον δύο φορές το ενεργό πάχος της  $a$ .

Αν η ραφή διαθέτει το πλήρες πάχος της καθ' όλο το μήκος εφαρμογής της, συμπεριλαμβανομένης της αρχής και του πέρατος, δε χρειάζεται να γίνει απομείωση του ενεργού μήκους εξαιτίας της αρχής ή του πέρατός της.

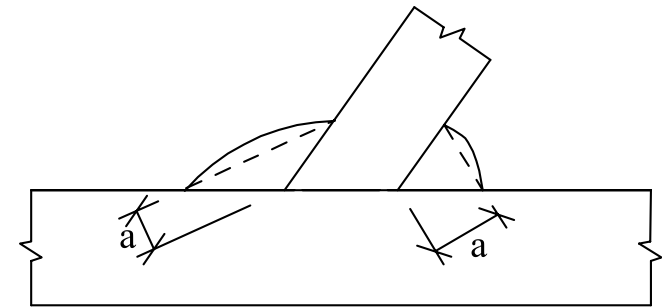
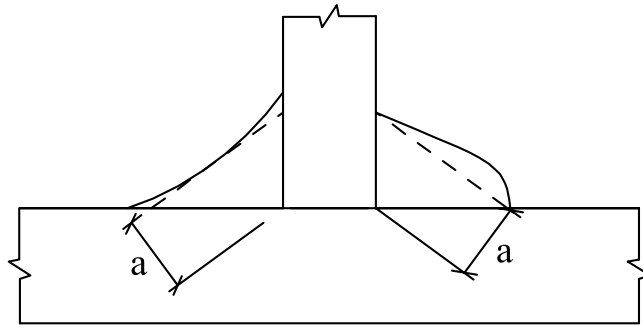
Επίσης δεν πρέπει να σχεδιάζονται για τη μεταφορά φορτίου εξωραφές, με ενεργό μήκος μικρότερο από 30 mm ή μικρότερο από 6 φορές το πάχος τους, το μεγαλύτερο από τα δύο.



Ε.Μ.Π.

## Γεωμετρικά μεγέθη υπολογισμού ραφών

Το **ενεργό πάχος  $a$**  εξωραφής πρέπει να λαμβάνεται ίσο με το ύψος του μεγαλύτερου τριγώνου (όχι απαραίτητα ισοσκελούς), εγγεγραμμένου στις επιφάνειες των ελασμάτων που τήκονται και την επιφάνεια της ραφής, μετρούμενο κάθετα στην εξωτερική πλευρά του.

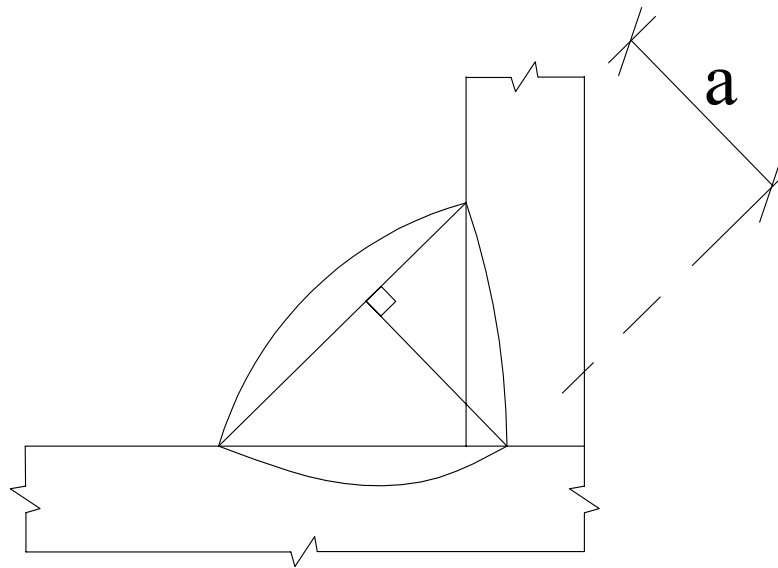




Ε.Μ.Π.

## Γεωμετρικά μεγέθη υπολογισμού ραφών

Για τον προσδιορισμό της αντοχής σχεδιασμού μιας εξωραφής βαθιάς διείσδυσης, μπορεί να λαμβάνεται υπόψη το επαυξημένο πάχος ραφής με την προϋπόθεση ότι προκαταρκτικές δοκιμές αποδεικνύουν ότι η απαιτούμενη διείσδυση μπορεί να επιτευχθεί αξιόπιστα.





Ε.Μ.Π.

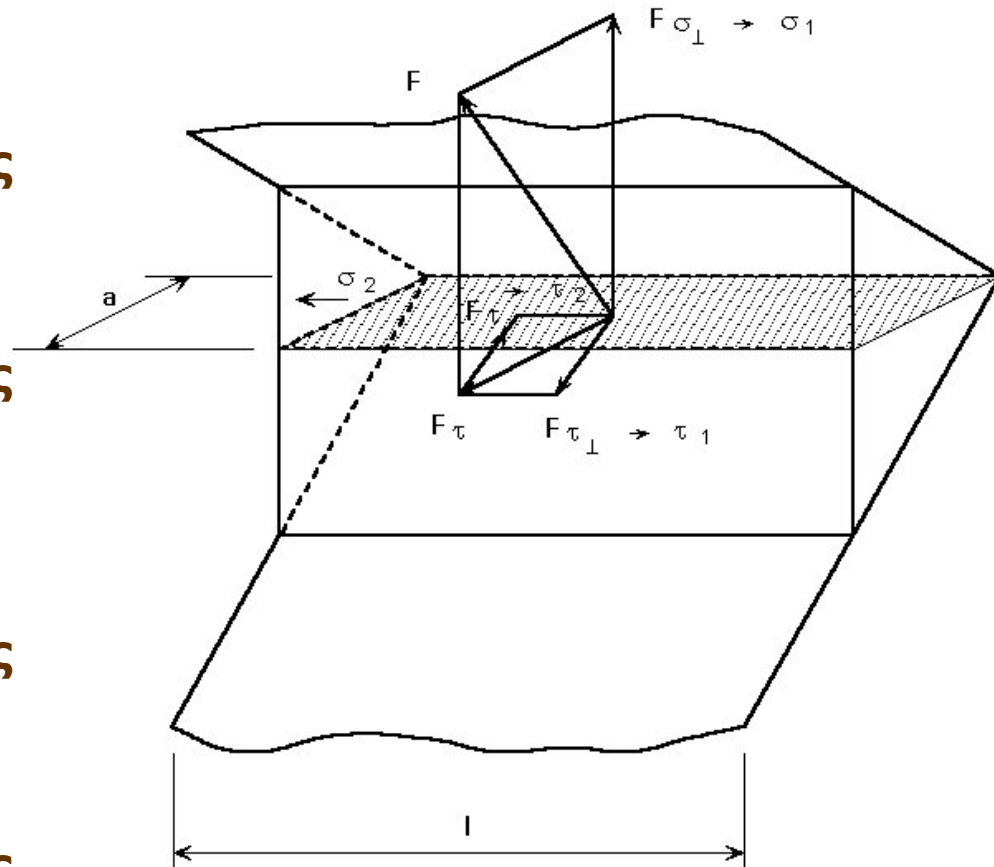
## Συνιστώσες τάσεων σε εξωραφές

$\sigma_1 = \sigma_{\perp}$  ορθή τάση  
κάθετα στον  
άξονα της ραφής

$\sigma_2 = \sigma_{\parallel}$  ορθή τάση  
παράλληλα στον  
άξονα της ραφής  
(αμελείται)

$\tau_1 = \tau_{\perp}$  διατμητική τάση  
κάθετα στον  
άξονα της ραφής

$\tau_2 = \tau_{\parallel}$  διατμητική τάση  
παράλληλα στον  
άξονα της ραφής







Ε.Μ.Π.

## Μέθοδος συνιστωσών για τον υπολογισμό αντοχής εξωραφών

Η αντοχή σχεδιασμού της εξωραφής θεωρείται επαρκής όταν πληρούνται και τα δύο επόμενα κριτήρια:

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

&

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}}$$

$f_u$  ονομαστική εφελκυστική αντοχή του  
ασθενέστερου από τα συνδεόμενα μέρη

$\beta_w$  συντελεστής συσχέτισης



Ε.Μ.Π.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

# Μέθοδος συνιστωσών για τον υπολογισμό αντοχής εξωραφών

## Συντελεστής συσχέτισης

Ποιότητα χάλυβα	S 235	S275	S355	S420 & S460
Συντελεστής συσχέτισης $\beta_w$	0,80	0,85	0,90	1,00



Ε.Μ.Π.

## Απλοποιημένη μέθοδος (μέσης τάσης) για τον υπολογισμό αντοχής εξωραφών

Η αντοχή της συγκόλλησης θεωρείται ίση προς τη διατμητική της αντοχή, ανεξάρτητα από τη διεύθυνση της δρώσας δύναμης.

Δεδομένου ότι η συγκόλληση είναι ασθενέστερη σε καθαρή διάτμηση, η μέθοδος αυτή δίνει πάντοτε αποτελέσματα υπέρ της ασφαλείας.

$$F_{w,Ed} \leq F_{w,Rd}$$

$F_{w,Ed}$  δύναμη σχεδιασμού της συγκόλλησης ανά μονάδα μήκους

$F_{w,Rd}$  αντοχή σχεδιασμού της συγκόλλησης ανά μονάδα μήκους

$$F_{w,Rd} = f_{vw,d} \cdot a$$

$f_{vw,d}$  αντοχή σχεδιασμού σε διάτμηση της συγκόλλησης

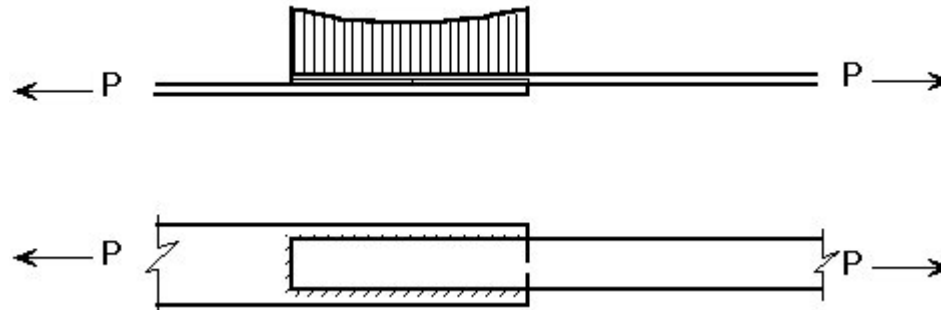
$$f_{vw,d} = \frac{f_u / \sqrt{3}}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}}$$



Ε.Μ.Π.

## Συγκολλήσεις μεγάλου μήκους

Σε εξωραφές μεγάλου μήκους  $L_i$  η αντοχή σχεδιασμού της ραφής πρέπει να πολλαπλασιάζεται με ένα μειωτικό συντελεστή  $\beta_{Lw}$ , με τον οποίο λαμβάνεται υπόψη η μη ομοιόμορφη κατανομή των τάσεων κατά μήκος της.



$$\beta_{Lw} = 1.2 - \frac{0.2 \cdot L_i}{150 \cdot a} \leq 1.0$$