

Η ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΗΣ ΓΩΝΙΑΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ ΣΤΗ ΦΕΡΟΥΣΑ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΣΥΓΚΟΛΛΗΤΩΝ ΣΥΝΔΕΣΣΕΩΝ ΔΟΜΙΚΟΥ ΚΑΙ ΑΝΟΞΕΙΔΩΤΟΥ ΧΑΛΥΒΑ

Μάριος Θεοφάνους
Λέκτορας (ΠΔ 407/80)
Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Α.Π.Θ.
Θεσσαλονίκη, Ελλάδα
e-mail: mariosgt@civil.auth.gr

Φωτεινή Πρεφτίτση
Δρ. Πολιτικός Μηχανικός
Τεχνική Υπηρεσία του Αλεξάνδρειου Τ.Ε.Ι.Θ
e-mail: fotpreft@teithe.gr

Ευάγγελος Χαρίσης
Διπλ. Πολιτικός Μηχανικός
e-mail: vxarisis@hotmail.com

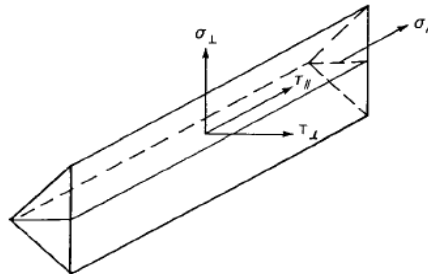
Κίμων Θωμόπουλος
Καθηγητής
Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Α.Π.Θ.
Θεσσαλονίκη, Ελλάδα
e-mail: kthomop@civil.auth.gr

1. ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο υπολογισμός της φέρουσας ικανότητας των εξωραφών στα πλαίσια των διατάξεων του Ευρωκώδικα 3 EN 1993-1-8 [1], βασίζεται στην απλοποιητική παραδοχή ότι το επίπεδο αστοχίας της συγκόλλησης δεν εξαρτάται από τη γωνία που σχηματίζει ο άξονας της με την ασκούμενη δύναμη, αλλά ταυτίζεται σε κάθε περίπτωση με το επίπεδο ελάχιστου εμβαδού, το οποίο ορίζεται ως το γινόμενο του μήκους συγκόλλησης επί το πάχος συγκόλλησης. Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται 15 πειραματικές δοκιμές που διεξήχθησαν σε δοκίμια δομικού χάλυβα S235, S355 καθώς και ανοξείδωτου χάλυβα EN1.4301 με εξωραφές, που φορτίζονται υπό γωνία 45^0 , 60^0 και 90^0 , σε σχέση με τους άξονες συγκόλλησης. Τα πειραματικά αποτελέσματα επιβεβαιώνουν προγενέστερες πειραματικές και αναλυτικές μελέτες [2-9] και χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση εμπειρικών σχέσεων της βιβλιογραφίας μέσω των οποίων λαμβάνεται υπόψη η επιρροή της γωνίας φόρτισης στην φέρουσα ικανότητα των εξωραφών. Τέλος, προτείνεται να ληφθεί υπόψη στον Ευρωκώδικα 3 [1] η επιρροή της γωνίας φόρτισης (η οποία αγνοείται) στη φέρουσα ικανότητα των εξωραφών, τόσο για κατασκευές από δομικό όσο και για κατασκευές από ανοξείδωτο χάλυβα.

2. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Για τον σχεδιασμό εξωραφών δομικού χάλυβα ο Ευρωκώδικας EN 1993-1-8 [1], ορίζει δύο εναλλακτικές μεθόδους σχεδιασμού, τη μέθοδο συνιστωσών (direction method) και την απλοποιημένη μέθοδο (simplified method). Τις ίδιες μεθόδους προτείνει και ο EN 1993-1-4 [10] για τον σχεδιασμό εξωραφών ανοξείδωτου χάλυβα. Η ανάλυση των τάσεων μιας εξωραφής στο επίπεδο του λαιμού της συγκόλλησης φαίνεται στο Σχ. 1. Η σχέση σχεδιασμού με βάση τη μέθοδο των συνιστωσών δίνεται από την Εξ. (1), ενώ η σχέση σχεδιασμού για την απλοποιημένη μέθοδο δίνεται από την Εξ. (2).



Σχ.1: Αναπτυσσόμενες τάσεις στο επίπεδο του λαιμού της συγκόλλησης

$$\left[\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2) \right]^{0.5} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}} \quad \text{και} \quad \sigma_{\perp} \leq 0,9 \frac{f_u}{\gamma_{M2}} \quad (1)$$

$$F_{w,Ed} \leq F_{w,Rd} = \frac{\alpha \cdot f_u}{\sqrt{3} \beta_w \gamma_{M2}} \quad (2)$$

Και οι δύο μέθοδοι βασίζονται στην παραδοχή ότι το επίπεδο αστοχίας της συγκόλλησης δεν εξαρτάται από τη γωνία που σχηματίζει ο άξονας της με την ασκούμενη δύναμη. Η ανωτέρω παραδοχή είναι ακριβής για διαμήκεις συγκολλήσεις (παράλληλες με την ασκούμενη δύναμη) ενώ γίνεται συντηρητική όσο αυξάνεται η γωνία φόρτισης, καθώς έχει τεκμηριωθεί τόσο πειραματικά όσο και αναλυτικά, ότι η φέρουσα ικανότητα μιας συγκόλλησης καταπονούμενης κάθετα προς τον άξονά της, είναι ως και 50% μεγαλύτερη από την φέρουσα ικανότητα της ίδιας συγκόλλησης όταν αυτή καταπονείται παράλληλα με τον άξονά της.

Αναλυτικές μελέτες του Kamtekar [2, 3] βασιζόμενες σε προγενέστερα πειραματικά αποτελέσματα [4] απέδειξαν ότι η φέρουσα ικανότητα των λοξών συγκολλήσεων είναι μεγαλύτερη από τη φέρουσα ικανότητα των συγκολλήσεων, με άξονα παράλληλο προς τη φορτίζουσα δύναμη.

Βασιζόμενοι σε προγενέστερες πειραματικές έρευνες [5, 6], οι Lesik and Kennedy [7] έλαβαν υπόψη την επιρροή της γωνίας φόρτισης θ στη φέρουσα ικανότητα των εξωραφών προτείνοντας την Εξ. (3), η οποία έχει υιοθετηθεί, τροποποιημένη, τόσο από τον Καναδικό [11] όσο και από τον Αμερικάνικο [12] κανονισμό.

$$\frac{P_{\theta}}{P_0} = (1 + 0,5 \cdot \sin^{1,5} \theta) \quad (3)$$

όπου P_{θ} η αντοχή της συγκόλλησης για φορτίζουσα δύναμη, που σχηματίζει γωνία θ (σε μοίρες) με τον άξονα της συγκόλλησης και P_0 η αντοχή της αντίστοιχης διαμήκουσ συγκόλλησης. Οι τροποποιήσεις αφορούν τόσο στην ενσωμάτωση συντελεστών ασφάλειας όσο και στην θεώρηση των ειδικών χαρακτηριστικών του υπολογισμού των συγκολλήσεων των κανονισμών αυτών.

Η αξιοπιστία της Εξ. (3) τεκμηριώθηκε πειραματικά για μεγάλο εύρος μετάλλων συγκόλλησης δομικού χάλυβα, τεχνικών συγκόλλησης [8] αλλά και για διαφορετικές γωνίες άξονα συγκόλλησης σε σχέση με τη φορτίζουσα δύναμη [9]. Οι υπάρχουσες πειραματικές μελέτες εξωραφών ανοξειδωτού χάλυβα [13, 14] περιορίστηκαν στην εξέταση διαμήκων και εγκαρσίων συγκολλήσεων, όπου διαπιστώνεται η υψηλότερη φέρουσα ικανότητα των εγκαρσίων συγκολλήσεων, εντούτοις όμως δεν προτείνεται καμία μέθοδος υπολογισμού της φέρουσας ικανότητας αυτών. Στην παρούσα εργασία περιγράφονται πειράματα, που πραγματοποιήθηκαν τόσο σε δομικό όσο και σε ανοξειδωτο χάλυβα με σκοπό την εκτίμηση της αξιοπιστίας της Εξ. (3).

2. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ

Η παρούσα εργασία αφορά σε πειράματα, που πραγματοποιήθηκαν σε συγκολλήσεις δομικού και ανοξειδωτού χάλυβα υπό διάφορες γωνίες φόρτισης, σε δοκιμές των, προς συγκόλληση, υλικών καθώς και του υλικού συγκόλλησης. Όλες οι δοκιμές πραγματοποιήθηκαν στο πιστοποιημένο εργαστήριο της εταιρείας EBETAM A.E.

2.1 Πειραματικοί έλεγχοι των, προς συγκόλληση, υλικών

Προκειμένου να ελεγχθεί η αντοχή των, προς συγκόλληση υλικών, κατασκευάστηκαν δοκίμια με ορθογωνική διατομή και τυποποιημένες διαστάσεις, κατά DIN 50125 [15], τα οποία καταπονήθηκαν σε μονοαξονική, εφελκυστική φόρτιση. Τα αποτελέσματα, που προέκυψαν, συγκρίθηκαν με τα χαρακτηριστικά του υλικού, που δόθηκαν από τον κατασκευαστή.

Ελέγχθηκαν οι ποιότητες δομικού χάλυβα S355J2 και S235JR καθώς και του ανοξειδωτού χάλυβα EN1.4301 για δύο διαφορετικά πάχη λεπίδων (10mm και 15mm). Τυπικές μορφές αστοχίας των δοκιμών απεικονίζονται στο Σχ. 2, ενώ τα αποτελέσματα των δοκιμών συνοψίζονται στον Πίν. 1.



Σχ.2: Τυπική μορφή αστοχίας δοκιμών

Ποιότητα/ πάχος (mm)	S355J2 /10 mm	S355J2 /15 mm	S235JR 10 mm	S235JR /15mm	EN1.4301 /10 mm	EN1.4301 /15 mm
Τάση διαρροής f_y (MPa)	406	403	315	317	365	365
Τάση θραύσης f_u (MPa)	549	553	441	445	601	555
Παραμόρφωση θραύσης ϵ_u %	23,77	23,69	35,50	33,80	54,70	55,70

Πίν. 1: Μηχανικές ιδιότητες των, προς συγκόλληση, υλικών

2.2 Πειραματικοί έλεγχοι του υλικού συγκόλλησης

Στην παρούσα έρευνα χρησιμοποιήθηκαν δύο ποιότητες υλικού συγκόλλησης της εταιρείας ΕΡΛΙΚΟΝ Α.Β.Ε. Το υλικό συγκόλλησης Carbofil 1 χρησιμοποιήθηκε για τη συγκόλληση του δομικού χάλυβα, ενώ το υλικό BOHLER SAS 2-IG χρησιμοποιήθηκε για τη συγκόλληση του ανοξείδωτου χάλυβα. Από τις δοκιμές εφελκυσμού του υλικού συγκόλλησης προκύπτουν οι μηχανικές ιδιότητες, που δίνονται στον Πίν. 2.

Υλικό συγκόλλησης	Τάση διαρροής f_y (MPa)	Τάση θραύσης f_u (MPa)	Παραμόρφωση θραύσης ϵ_u %
Carbofil 1	405	580	38
BOHLER SAS 2-IG	480	590	40

Πίν. 2: Μηχανικές ιδιότητες υλικού συγκόλλησης

2.3 Πειραματικοί έλεγχοι συγκολλήσεων

Οι, προς σύνδεση λεπίδες, συνδέθηκαν με δύο εξωτερικά ελάσματα σύνδεσης, πάχους 10mm και εξωραφές σε τρεις διαφορετικές γωνίες θ (45° – 60° – 90°) σε σχέση με τη διεύθυνση φόρτισης, όπως φαίνεται στο Σχ.3. Το πάχος συγκόλλησης είναι $a=5$ mm και το ονομαστικό μήκος συγκόλλησης είναι $l_w=40$ mm. Για τις συγκολλήσεις των δοκιμών χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος MAG. Όλες οι συγκολλήσεις πραγματοποιήθηκαν στο τμήμα συγκολλήσεων της εταιρίας ΜΕΤΚΑ Α.Ε.



Σχ.3: Δοκίμια λοξών συγκολλήσεων

Ελέγχθηκαν δύο ποιότητες δομικού χάλυβα, η S235JR και η S355J2 με την ίδια ποιότητα υλικού συγκόλλησης. Για την κατηγορία S235JR κατασκευάστηκαν τρία δοκίμια πάχους 15mm ενώ για την κατηγορία S355J2 κατασκευάστηκαν τρία δοκίμια πάχους 10mm και 6 δοκίμια πάχους 15mm. Επίσης ελέγχθηκαν και δοκίμια ανοξείδωτου χάλυβα κατηγορίας EN 1.4301 με πάχος των, προς σύνδεση ελασμάτων, ίσο με 15mm.

Στο Σχ. 4 παρουσιάζονται τυπικές μορφές αστοχίας ενώ στον Πίν. 3 δίνονται το φορτίο αστοχίας, καθώς και η περιοχή αστοχίας των δοκιμίων και για τις τρεις γωνίες φόρτισης για τα δοκίμια δομικού και ανοξείδωτου χάλυβα. Υπολογίζεται επίσης η κρίσιμη επιφάνεια συγκόλλησης, η οποία ορίζεται ως ο μέσος όρος του γινομένου του μήκους επί το πάχος της συγκόλλησης, όπως αυτά μετρήθηκαν.

Δοκίμιο	Υλικό	Γωνία φόρτισης θ°	Κρίσιμη επιφάνεια συγκόλλησης (mm^2)	Φορτίο αστοχίας P_u (kN)	Περιοχή αστοχίας
ΔΟΜΙΚΟΣ ΧΑΛΥΒΑΣ					
TS2-15	S 235 JR	90°	196,0	327	συγκόλληση
SS2-15	S 235 JR	60°	201,2	270	συγκόλληση
FS2-15	S 235 JR	45°	216,0	263	συγκόλληση
TS3-10	S 355 J2	90°	-	257	συνδεδεμένο υλικό
SS3-10	S 355 J2	60°	-	239	συνδεδεμένο υλικό
FS3-10	S 355 J2	45°	215,6	257	συγκόλληση
TS3-15	S 355 J2	90°	209,1	302	συγκόλληση
SS3-15	S 355 J2	60°	212,7	274	συγκόλληση
FS3-15	S 355 J2	45°	218,9	263	συγκόλληση
ΑΝΟΞΕΙΔΩΤΟΣ ΧΑΛΥΒΑΣ					
TIN-15	1.4301	90°	192,2	242	συγκόλληση
SIN-15	1.4301	60°	198,5	214	συγκόλληση
FIN-15	1.4301	45°	202,0	209	συγκόλληση

Πίν. 3: Φορτίο και τύπος αστοχίας για τα δοκίμια δομικού και ανοξείδωτου χάλυβα



Σχ.4: Τυπική μορφή αστοχίας δοκιμίων

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Από τα πειραματικά αποτελέσματα επιβεβαιώνεται η επιρροή της γωνίας φόρτισης στη φέρουσα ικανότητα των εξωραφών. Στον Πίν. 4 παρουσιάζεται ο λόγος των φερουσών

ικανοτήτων για τις διάφορες γωνίες φόρτισης, τόσο για τα δοκίμια του δομικού, όσο και για τα δοκίμια του ανοξειδωτού χάλυβα. Τα αποτελέσματα για τα δοκίμια του δομικού χάλυβα S 355 J2 για πάχος συνδεδεμένων λεπίδων ίσο με 10mm παραλείπονται διότι η αστοχία επήλθε στα συνδεδεμένα ελάσματα και όχι στη συγκόλληση.

Δοκίμια	P_{90}/P_{60}	P_{90}/P_{45}	P_{60}/P_{45}
ΔΟΜΙΚΟΣ ΧΑΛΥΒΑΣ			
S2-15	1,21	1,24	1,03
S3-10	-	-	-
S3-15	1,10	1,15	1,04
ΑΝΟΞΕΙΔΩΤΟΣ ΧΑΛΥΒΑΣ			
IN-15	1,13	1,16	1,02

Πίν. 4: Σύγκριση λόγων αντοχής για τις διάφορες γωνίες φόρτισης

Στον Πιν. 5 υπολογίζεται η φέρουσα ικανότητα των συγκολλήσεων για τις διάφορες περιπτώσεις φόρτισης σύμφωνα με τους τρεις κανονισμούς [1] και [11, 12] τόσο για δομικό όσο και για ανοξειδωτο χάλυβα. Για τον ανοξειδωτο χάλυβα υιοθετήθηκαν οι εξισώσεις σχεδιασμού του κοινού δομικού χάλυβα λαμβάνοντας υπόψη τις μηχανικές ιδιότητες του ανοξειδωτου χάλυβα. Για τους υπολογισμούς με τον Ευρωκώδικα 3 χρησιμοποιήθηκε η απλοποιημένη μέθοδος σχεδιασμού.

Δοκίμιο	Γωνία φόρτισης θ	Φορτίο αστοχίας P_u (kN)	Φορτίο σχεδιασμού P (kN)		
			EC3	CSA	AISC
ΔΟΜΙΚΟΣ ΧΑΛΥΒΑΣ					
TS2-15	90 ⁰	327	125,89	153,09	153,47
SS2-15	60 ⁰	270	129,23	153,57	153,95
FS2-15	45 ⁰	263	138,74	145,92	146,27
TS3-15	90 ⁰	302	148,36	163,33	163,73
SS3-15	60 ⁰	274	150,91	155,37	155,75
FS3-15	45 ⁰	263	155,31	147,89	148,25
ΑΝΟΞΕΙΔΩΤΟΣ ΧΑΛΥΒΑΣ					
TIN-15	90 ⁰	242	123,17	152,74	153,11
SIN-15	60 ⁰	214	127,21	147,48	147,84
FIN-15	45 ⁰	209	129,45	138,81	139,15

Πίν. 5: Σύγκριση πειραματικών αποτελεσμάτων δομικού και ανοξειδωτου χάλυβα με εκτιμήσεις

Από τον Πίν. 5 φαίνεται ότι οι εκτιμήσεις του EN 1993-1-8 [1] είναι πολύ συντηρητικές. Οι αντίστοιχες προβλέψεις του καναδικού [11] και του αμερικανικού [12] κανονισμού είναι λιγότερο συντηρητικές ενώ παραμένουν ασφαλείς. Προτείνεται λοιπόν η υιοθέτηση της Εξ. (3) των Lesik and Kennedy, [7], που έχει ληφθεί υπόψη τόσο στον CSA όσο και στον AISC και στα πλαίσια του EN 1993-1-8 [1]. Έτσι θα ληφθεί υπόψη η επιρροή της γωνίας φόρτισης, η οποία διαφοροποιεί αρκετά τον υπολογισμό της φέρουσας ικανότητας των συγκολλήσεων.

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από την ανάλυση των πειραματικών αποτελεσμάτων επιβεβαιώνονται προγενέστερες μελέτες [2-9] περί της επιρροής της γωνίας μεταξύ του άξονα της συγκόλλησης και της διεύθυνσης φόρτισης, στη φέρουσα ικανότητα των συγκολλήσεων. Οι προβλέψεις του EN1993-1-8 [1] συγκρίθηκαν με τις αντίστοιχες του καναδικού [11] και αμερικανικού κανονισμού [12] και διαπιστώθηκε, ότι η αγνόηση της επιρροής αυτής οδηγεί σε συντηρητικά αποτελέσματα. Προτείνεται λοιπόν η υιοθέτηση της Εξ. (3) των Lesik and Kennedy, [7] και στα πλαίσια του EN 1993-1-8 [1], τόσο για τον δομικό όσο και για τον ανοξείδωτο χάλυβα με τις σχετικές τροποποιήσεις, προκειμένου να ληφθούν υπόψη τα διαφορετικά μηχανικά χαρακτηριστικά των δύο υλικών. Το θέμα απαιτεί περαιτέρω διερεύνηση, προκειμένου να εκτιμηθεί η επίδραση περισσότερων παραμέτρων σχεδιασμού (πάχος συνδεόμενων ελασμάτων, ποιότητα υλικού και πάχος και μέθοδος συγκόλλησης).

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Οι συγγραφείς εκφράζουν τις ειλικρινείς ευχαριστίες τους στις εταιρείες SERVISTEEL A.E., METKA A.E. και EVETAM A.E. για την παροχή των δοκιμών και την τεχνική υποστήριξη κατά την εκτέλεση των πειραμάτων.

5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] EN 1993-1-8. Eurocode 3: Design of steel structures - Part 1.8: Design of joints. CEN, 2005.
- [2] Kamtekar, A.G. "A new analysis of the strength of some simple fillet welded connections", Journal of Constructional Steel Research, Vol. 2, No. 2, pp. 33-45, 1982.
- [3] Kamtekar, A.G. "The strength of inclined fillet welds", Journal of Constructional Steel Research, Vol. 7, No. 1, pp. 43-54, 1987.
- [4] Butler, L.J. and Kulak, G.L. "Strength of fillet welds as a function of the direction of load", American Welding Society Journal, Research Supplement 50, pp. 231-234, 1971.
- [5] Kennedy, L and Krivial, G.J. "The strength of fillet welds under longitudinal and transverse shear: a paradox", Canadian Journal of Civil Engineering, Vol. 12, No. 1, pp. 226-231, 1985.
- [6] Miazga, G.S. and Kennedy, D.J.L. "Behaviour of fillet welds as a function of the direction of loading", Canadian Journal of Civil Engineering, Vol. 16, No. 4, pp. 583-599, 1989.
- [7] Lesik, D. F. and Kennedy, D.J.L. "Ultimate Strength of Fillet Welded Connections Loaded in Plane." Canadian Journal of Civil Engineering, Vol. 17, No. 1, pp. 55-67, 1990.

- [8] Deng, K., Grondin, G.Y. and Driver R.G. “Effect of loading angle on the behavior of fillet welds”, University of Alberta, Structural Engineering Report 251, 2003.
- [9] Callele, L.J., Grondin, G.Y. and Driver, R.G. “Strength and behaviour of multi-orientation fillet weld connections”, University of Alberta, Structural Engineering Report 255, 2005.
- [10] EN 1993-1-4. Eurocode 3: Design of steel structures - Part 1.4: General rules- Supplementary rules for stainless steels, 2006.
- [11] CSA. “Limit states design of steel structures.” CSA S16-01, Canadian Standards Association, Rexdale, ON, 2001.
- [12] AISC. “Specification for structural steel buildings.” American Institute of steel construction, Chicago, IL, 2005.
- [13] Baddoo, N.R. and Chinien V.L. “Structural design of cold-worked austenitic stainless steel”, The Steel Construction Institute, RFCS TGS 8 Final Report, 2004.
- [14] Sedlacek, G. and Stangenberg, H. “Design Philosophy of Eurocodes-Background Information”, Journal of Constructional Steel Research, Vol. 54, No. 1, pp. 173-190, 2000.
- [15] DIN 50125, Testing of metallic materials - Tensile test pieces.

THE EFFECT OF LOADING ANGLE ON THE CAPACITY OF CARBON STEEL AND STAINLESS STEEL FILLET WELDS

Marios Theofanous

Lecturer

Department of Civil Engineering, Aristotle University of Thessaloniki

Thessaloniki, Greece

e-mail: mariosgt@civil.auth.gr

Foteini Preftitsi

Dr. Civil Engineer

Technical Department of Alexander Technological Educational Institute of Thessaloniki

Thessaloniki, Greece

e-mail: fotpreft@teithe.gr

Evangelos Charissis

Dipl. Civil Engineer

e-mail: vxarisis@hotmail.com

Kimon Thomopoulos

Professor

Department of Civil Engineering, Aristotle University of Thessaloniki

Thessaloniki, Greece

e-mail: kthomop@civil.auth.gr

ABSTRACT

The determination of the capacity of fillet welds within the framework of EN 1993-1-8 does not account for the effect of the loading angle, relative to the weld axis and assumes that in all cases the failure plane of the weld is the plane of minimum area. This assumption is accurate for longitudinal fillet welds but becomes overly conservative for transverse fillet welds, which display a superior capacity by as much as 50% compared with a similar longitudinal fillet weld, as it has been analytically and experimentally verified. In the present paper, a series of fifteen tests on carbon steel (S235 and S355) and stainless steel (EN1.4301) double lap-spliced joints of varying loading angle (45° , 60° and 90°) are reported in detail. Auxiliary tests on base metal and filler metal are also reported herein. The experimental results are compared to the respective European, Canadian and American codified predictions, verifying the dependence of the loading angle to the overall strength of the weld. It is therefore proposed that the Eurocode design equations might be modified to account for the effect of the loading angle and that the respective Canadian and American design equations can be adopted for both carbon steel and stainless steel fillet welds.