



ריתוכים בצה"ל ותקן חט"ל 3030

ד"ר יעל טמפלמן
הכינוס השנתי לריתוך 2024



תוכן עניינים

- הצגת יחידת נס"א ומדור מטלורגיה מטה
- ריתוכים בזרוע היבשה
- תובנות מהעבודה מול ארה"ב
- תקן חט"ל 3030 לריתוכים



מדור מטלורגיה מטה

יחידה טכנולוגית מתקדמת ומובילה לביצוע ניסויים מערכתיים, תהליכי הבטחת איכות ומו"פ למערכות אמל"ח רב זרועיות ורב מימדיות ביבשה.

סמכות מטה הנדסית בזרוע היבשה לתחומי הכימיה והחומרים. עוסק באישור טכנולוגיות, אמצעים וחומרים, קביעת תקנים והוראות מקצועיות. מתן פתרונות לצרכים מבצעיים באמצעות חקר, פיתוח, אפיון טכני, ניסויים וייצור בתחומים הטכנולוגיים שבאחריות הענף.

סמכות טכנית להגדרות תקינה ומפרטים בתחום המתכות ובדגש על פלדות ופלדות שריון אישור נהלי ריתוך לכלל פלטפורמות זרוע היבשה.





ריתוכים בזרוע היבשה

ייצור בארץ - תוך צה"ל, חברות אזרחיות, תעשיות בטחוניות



- רכבים ממוגנים
- פריטים אוטומטיים
- רמסעות
- משטחי הרמה



פרויקטים בארה"ב

- תובת כלי האיתן - מיוצרת בחברת אושקוש
- פרויקט רועם - בשיתוף עם חברת אלביט, מיוצר בחברת לייזר אקסס
- תובת נמ"ר - יוצר בעבר בחברת GD.

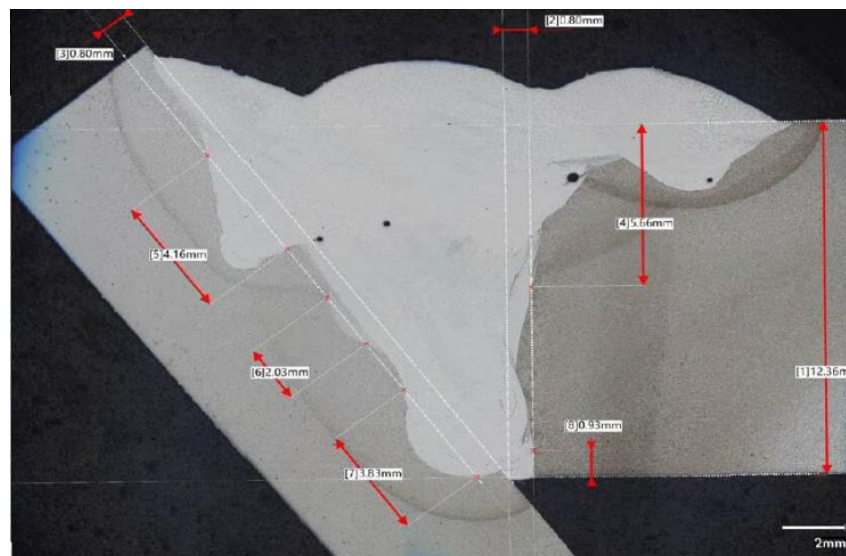
תקינה

- נכון להיום כלל הפרויקטים בארץ ובחול מחויבים לעמוד בתקן 3030 לאיכות המחברים. במקרים מסוימים ניתנת האפשרות לעבוד עם תקנים בינ"ל.



תובות איתן - ייצור באושקוש, ארה"ב

- 22 מחברים אופייניים בדרגות ריתוך שונות
- ריתוך פלדת שריון בזרוע היבשה מחייב שימוש חומר רתך מסוג אוסטניט, לעומת חומר רתך מסוג פריט הנהוג לשימוש בארה"ב





אישור נהלי ריתוך

- כל פרויקט המיוצר עבור זרוע היבשה מחויב **בהסמכת נהלי הריתוך** לפני תחילת ביצוע הפרויקט.
- ההסמכה תתבצע על מחברים אופניים (בעלי אותו חומר גלם, חומר רתך, תנוחה ותחום עובי)
- האישור כולל 2 חלקים עיקריים:
 - **הסמכת רתכים** - "רישיון נהיגה". בהתאם למחברים הרלוונטיים לפרויקט
 - פלדות שריון: מחייב הסמכה לפי **נוהל הסמכת רתכים 11-018-23**
 - פלדות שאינן שריון: תקנים אזרחיים (ת"י 127) תקנים בינ"ל (ISO, AWS)
 - **הסמכת המחברים** – "רישיון רכב". הרתך מייצר דגמון המדמה את המחבר אותו מעוניינים להסמיך והחברה שולחת את הדגמון לבדיקות לבחינת איכות הריתוך לפי תקן 3030



תקן 3030- איכות מחברי ריתוך



- קיים מ-1983, בפועל מיושם ומחויב לפי הוראת קטנא"ר מ-2004 עבור פרויקט המיוצר לזרוע היבשה.
- תקן 3030 הינו תקן חט"לי המגדיר:
 - דרגות הריתוך השונות
 - קובע את הבדיקות הנדרשות וקריטריוני קבלה להסמכת תהליך ריתוך.
- 5 דרגות ריתוך:
 - בתקן הנוכחי קיימות 5 דרגות המדרגות לפי **סוג וחומרת העומסים** וכן **מידת הסיכון לפריט** במקרה של כשל המחבר
 - בעדכון התקן החדש יצומצמו מס' הדרגות לכ-2-3 דרגות.
 - הגוף המתכנן הוא זה שקובע את דרגת הריתוך



הסמכת נוהל ריתוך - תקן 3030



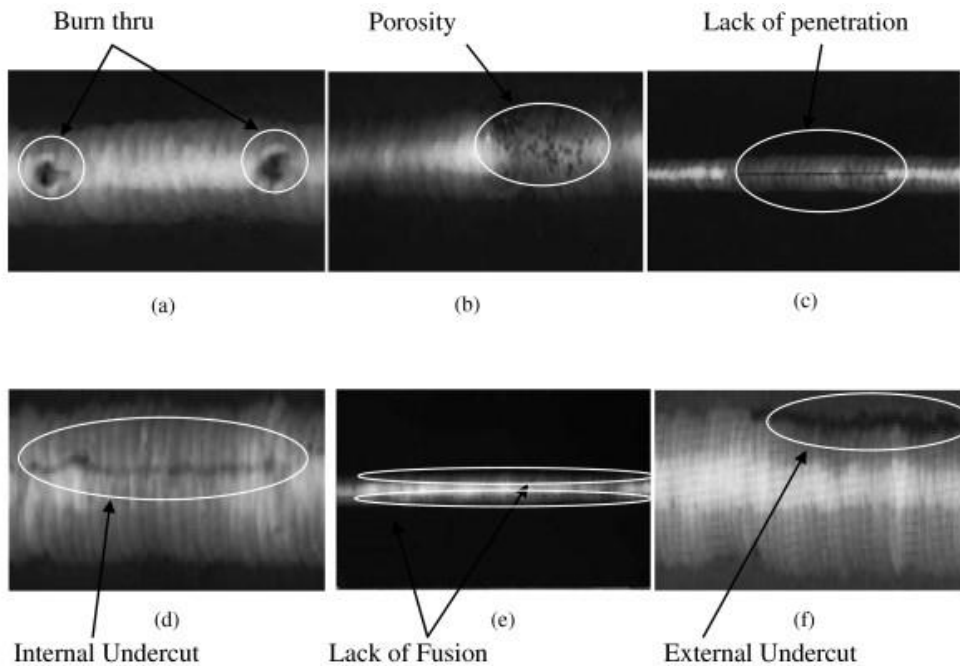
- הבדיקות המתחייבות לפי דרגת הריתוך (בשלב הסמכת תהליך)

בדיקות טיב הריתוך (3)							הסמכת רתכים	דרגות הריתוך
תכונות מכניות			רדיוגרפיה (4)	דגמי טיב הריתוך				
נגיפה (8)	כפיפה (9)	מתיחה (8)		חלקיקים מגנטיים או צבעים (11)	בדיקות שטח-חתך (10)	בדיקה חזותית		
+	+	+	(5)+	+	+	+	+	1
+	+	+	(6)+	+	+	+	+	2
+	+	+	(7)+	+	+	+	+	3
-	-	-	-	+	+	+	+	4
-	-	-	-	+	(12)-	+	+	5

- הבדיקות מתבצעות במעבדה מוסמכת ומאושרת (דוגמא- מורקס, גבי שואף)

גילוי פגמים בנפח החומר

בדיקת רדיוגרפיה - במחבר השקה בחדירה מלאה



בדיקה אולטרסונית (לא נדרשת בתקן, המתכנן יכול לדרוש)

גילוי פגמים בפני השטח

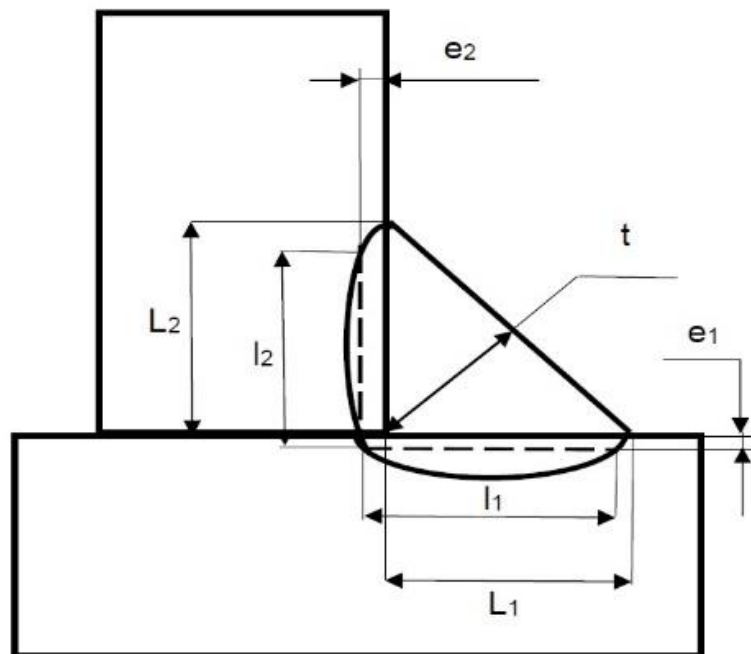
חלקיקים מגנטיים -
לחומר רתך מגנטי (פריטי)

צבעים חודרים (אדום - לבן) -
גם לחומר רתך לא מגנטי (אוסטניטי)

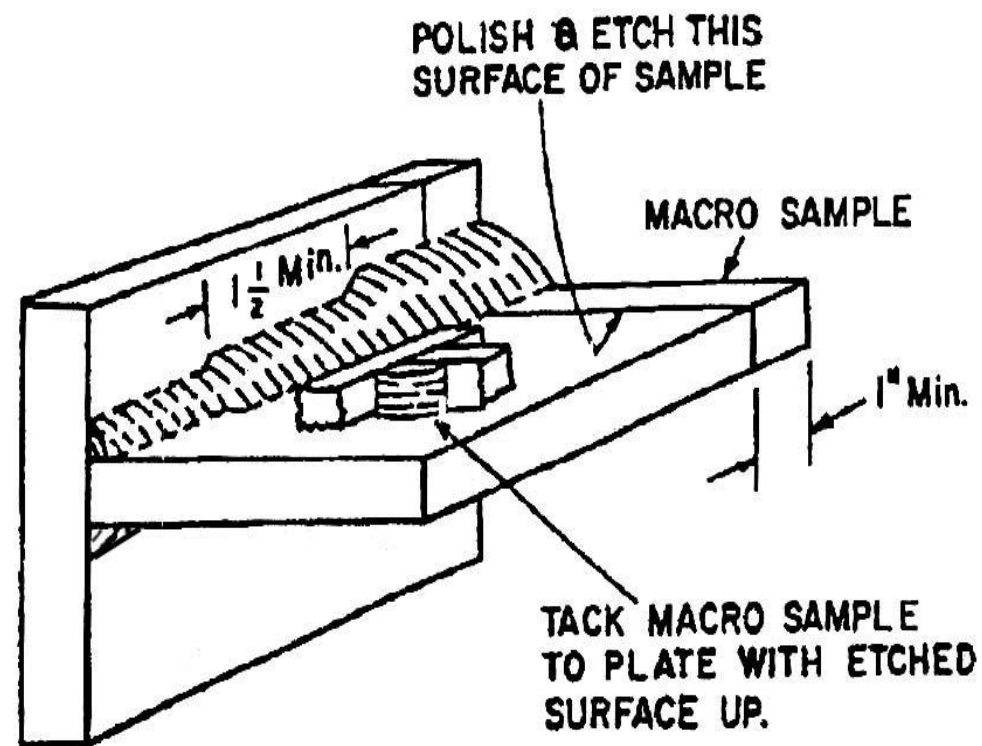




שטח חתך לבדיקת מאקרו



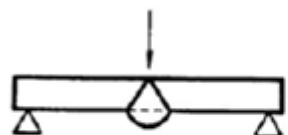
- t = defined size of weld or depth of bevel
- L = Length of joint leg
- l = length of penetration
- e = Depth of penetration in leg
- h = Depth of undercut



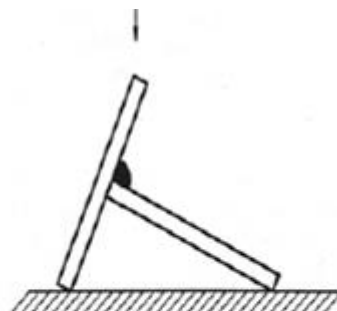


בדיקות מכאניות

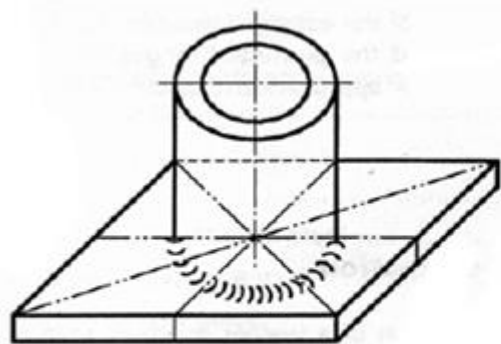
- בדיקות הנדרשות מדרגה 3 ומעלה
- למחברי השקה בחדירה מלאה (CJP) - מתיחה, כפיפה ונגיפה
- שאר סוגי המחברים - בדיקת שבר
- נרצה שהשבר יעבור בתוך חומר הרתך



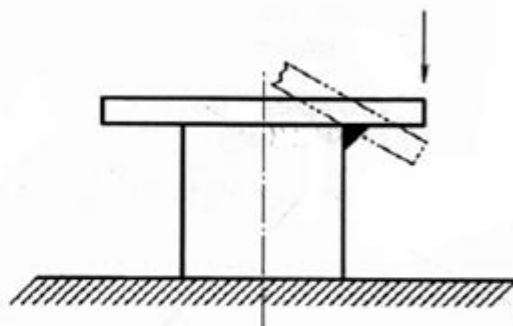
ציור מס' 1: בדיקת שבר לריתוך השקה בלוח



ציור ג2: בדיקת שבר לריתוך מילאת בלוח



ציור מס' 3: בדיקת שבר לריתוך מילאת בצינור





הסמכת נוהל ריתוך - מסמכים

- לצורך קבלת אישור לנוהל ריתוך על היצרן להגיש את המסמכים הבאים:

מסמך	הערות	מבצע
1	הסמכת רתך	מעבדה מוסמכת
2	דוח בדיקות בהתאם לדרגה	מעבדה מוסמכת
3	WPS - "תעודת הזהות" של המחבר	הגוף המרתך
4	שרטוט ריתוך – של כלל המחברים בפרויקט	הגוף המתכנן



הסמכת נוהל ריתוך - אישור

- אישור נוהל ריתוך יינתן לאחר שהגוף הטכני עבר על כל המסמכים ומצא שהם **תקינים**.
- האישור ייתן עבור **כל הפרוייקט** ורק לאחר שכלל המחברים (האופייניים) אושרו.
- האישור הינו ספציפי לחברה שביצעה את תהליך ההסמכה בלבד!
- במידה ולחברה קיים אישור עבור מחבר זהה בפרוייקט אחר (מבחינת חומר גלם, חומר רתך, תנוחה ועובי) ניתן לקבל אישור על בסיס מחבר זה, ללא תהליך הסמכה חדש.
- לאישור נוהל הריתוך אין פגות תוקף.



תקן 3030 - ייצור סדרתי



- מתכנן הפריט רשאי להוסיף או להחסיר בדיקות מסוימות מתוך שיקולי רלוונטיות ליעוד המוצר ובתנאי שיציין זאת במפורש בהערות השרטוט בצמוד לדרגת הריתוך.

- במקרה שלא הוגדר בשרטוט ו\או בנוהל, המדגם, סוג ותדירות הבדיקות הלא הורסות בייצור הסדרתי הינם:

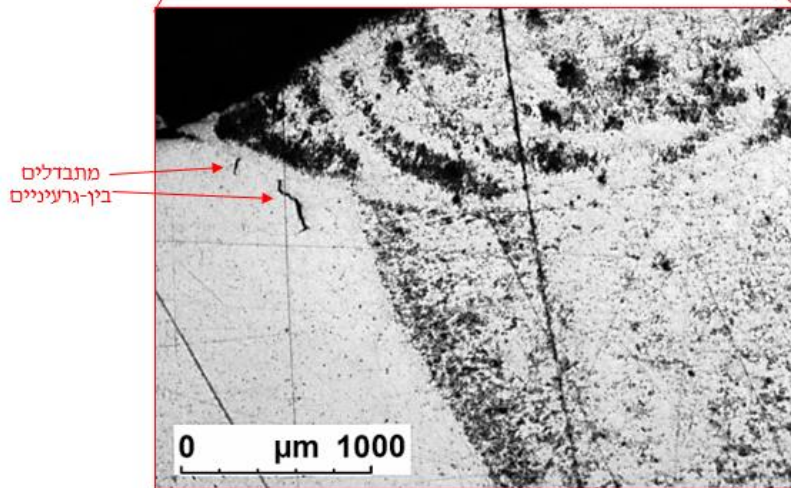
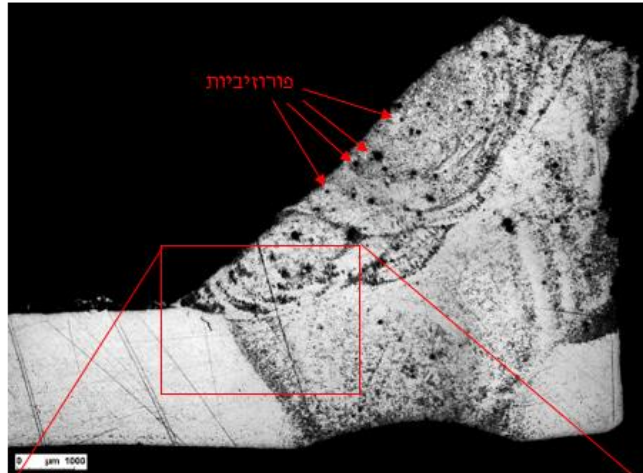
דרגות הריתוך	סוג המחבר	בדיקה חזותית 100%	צבע חודר +100%	חלקיקים מגנטיים 100%	רדיוגרפיה 3)
1	חדירה מלאה	+	+		+
	חדירה חלקית	+	1) +	2) +	
2	חדירה מלאה	+	+		+
	חדירה חלקית	+	1) +	2) +	
3	חדירה מלאה	+	+		+
	חדירה חלקית	+	1) +	2) +	
4	כל הסוגים	+	+		
5	כל הסוגים	+	+		

דוגמאות לכשלים בריתוכים

פריט אוטומטיבי עשוי אלומיניום

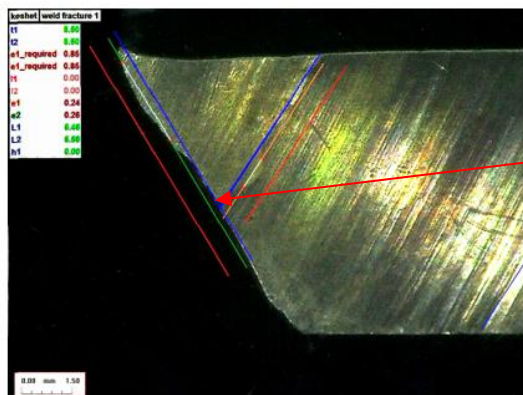
פריט בטיחותי האמור לעמוד בעומסי נגיפה גבוהים. במהלך ניסוי נגיפה של הפריט התרחש כשל במחבר הריתוך מסקנות שעלו מחקר הכשל:

- בעקבות הריתוך נוצר **חימום יתר בחומר** שגרם להיווצרות מתבדלים (חלקיקים של פאזה אחרת) שגורמים לפריכות החומר
- בריתוכים היתה **חוסר התכה של חומר הרתך וחומר האם** שגרם להתנתקות של שניהם.
- **בבדיקת מאקרו התגלתה פורוזיביות בחומר הרתך העולה על המותר בתקו.**





דוגמאות לכשלים בריתוכים



חוסר התכה

פריט במערכת הידראולית

פריט בטיחותי. בעת השימוש בפריט התרחש כשל בתפר הריתוך

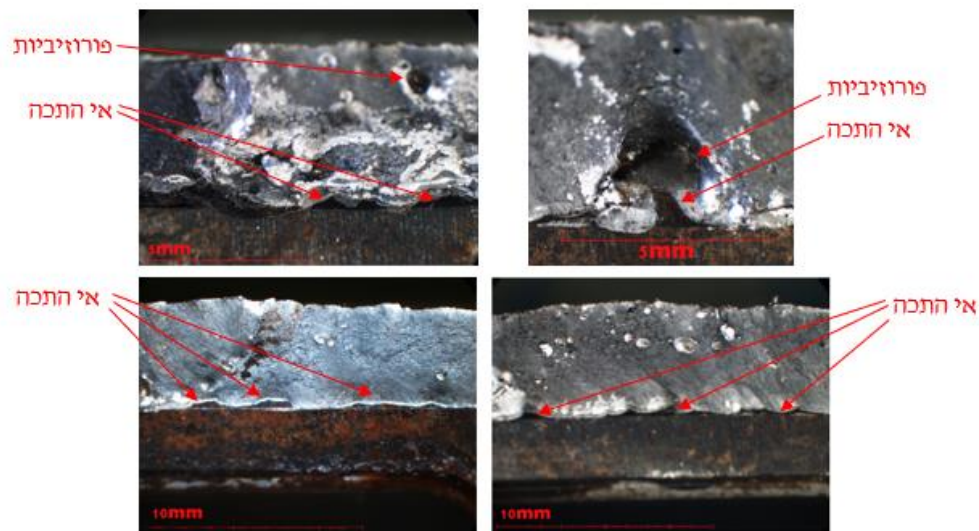
מסקנות שעלו מחקר הכשל:

• ניתן לזהות בפני השבר פגמי ריתוך רבים מסוג **אי התכה ופורוזיביות**.

• **לא הוגדרה דרישה לריתוך ע"פ תקן חט"ל 3030/8.**

• לצורך ניתוח טיב הריתוכים נעשה ניתוח של עומק החדירה לפי דרגה 2.

• מהתוצאות עולה כי הריתוך אף **אינו עומד בדרישות עבור ריתוך בדרגה 4.**





לסיכום

- שואפים להשתפר, להתקדם ולהתפתח
- ייצור שת"פ עם גופים חיצוניים/ אזרחיים.
- ייעוץ והכוונה של פרויקטים עבור צה"ל.
- הטמעת טכנולוגיות ושיטות ריתוך חדישות.