



**רכבת ישראל בע"מ
חטיבת תשתיות
אגף מסילה וסביבה**

**מפרט טכני
לביצוע
בדיקות ללא הרס
בפסים המחוברים עם
מטלות וברגים**

E - 07 – 0008.1

פברואר 2018

תוכן עיניינים

2	כללי	1
3	תקנים רלוונטיים	2
4	הגדרות	3
5	סוגי בדיקות	4
5	הציוד לבדיקה אולטראסונית	5
7	הציוד לבדיקה בדיקה בשיטת חלקיקים מגנטיים	6
8	תהליך הבדיקה האולטראסונית	7
9	תהליך רישום ודיווח	8
9	מידע טכני להגשה	9
11	נספח א' – איורי אופן ביצוע הבדיקה האולטראסונית לפי סוג הגשש ומיקום הבדיקה	11

1. כללי

- 1.1 מפרט זה מגדיר את הדרישות לביצוע של הבדיקות ללא הרס בפסים המחוברים ע"י מטלות וברגים: מטלות רגילות (fishplates), מטלות מעבר (transition fishplates) ומטלות בידוד (insulated fishplates), לצורך בדיקת קצוות הפס במיוחד באזור צוואר הפס וקדחי הברגים, ואת אופן הדיווח על ממצאי הבדיקות.
- 1.2 בדיקות ללא הרס עבור מפרט זה:
- 1.2.1 בדיקה ויזואלית (VT) ב-100% מקצוות הפסים המחוברים עם מטלות שנדרשו בבדיקה;
- 1.2.2 בדיקה אולטראסונית (UT) ב-100% מקצוות הפסים המחוברים עם מטלות שנדרשו בבדיקה;
- 1.2.3 בדיקה בשיטת חלקיקים מגנטיים (MT) במידה ומבצע הבדיקה בהתאם לממצאים בשטח ולניסיונו רואה לנכון לבצע בדיקה זו.
- 1.3 בדיקות ללא הרס יבוצעו בפסים (לפי תקן אירופאי EN13674-1) מהסוגים הבאים:

פרופיל פס	סוג פס (קשיות)	חוזק מינימלי למתיחה	סימון מזהה על צוואר הפס (בהתאם לסוג הפס)
54E1 (UIC54)	R260	880 MPa	=====
	R350HT	1175 MPa	=====
60E1 (UIC 60) / 60E2	R260	900 MPa	=====
	R320cr	1080 MPa	=====
	R350HT	1175 MPa	=====
50E6 (U50)	R220	680 MPa	=====
	R260	880 MPa	=====
46E2 (U33)	R220	680 MPa	=====

1.4. יתכן מצב שבמהלך הבדיקה יהיה צורך לבדוק פסים עם 2 סוגי פרופילים שונים ו/או שני סוגי קשיות שונים.

1.5. הבדיקות תתבצענה בכל הארץ, לאורך כל תוואי המסילה.

2. תקנים רלוונטיים

שם התקן	מספר תקן (*)
Rail Defects	UIC Code 712
Non-destructive testing - Qualification and certification of NDT personnel - General principles	EN473
Non-destructive testing - Qualification and certification of NDT personnel	ISO 9712
Personnel Qualification and Certification of Non-destructive Testing	SNT-TC-1A
Railway applications - Track - Aluminothermic welding of rails - Part 2 - Qualification of aluminothermic welders, approval of contractors and acceptance of welds	EN14730-2
Railway applications - Track - Flash butt welding of rails - Part 2 New R220, R260, R260Mn and R350HT grade rails by mobile welding machines at sites other than fixed plant	EN14587-2
Railway applications - Track - Rail - Part 1 Vignole railway rails 46 kg/m and above	EN13674-1
Railway applications - Track - Rail - Part 2 Switch and crossing rails used in conjunction with Vignole railway rails 46 kg/m and above	EN13674-2
Non-Destructive testing – Characterization and verification of ultrasonic examination equipment – Part 1:Instruments	EN12668-1
Non-Destructive testing – Characterization and verification of ultrasonic examination equipment – Part 2:Probes	EN12668-2
Non-Destructive testing – Characterization and verification of ultrasonic examination equipment – Part 3:Combined Equipment	EN12668-3
Accreditation for Non-Destructive Testing	EA-04/15

(*) גרסה אחרונה של התקנים

- 3. הגדרות**
- לצורך מפרט זה, יהיו לביטויים הבאים המשמעויות הבאות:
- 3.1 **"מבצע הבדיקה"** – עובד מטעם הקבלן, בעל תעודת הסמכה לביצוע בדיקות ללא הרס רמה 2 לפי תקן EN473 ו/או ISO9712 ו/או SNT-TC-1A לפי לתחומים הבאים: בדיקה אולטראסונית (UT), בדיקה ויזואלית (VT), בדיקה בשיטת חלקיקים מגנטיים (MT) ובדיקה בשיטת צבע חודר (PT). הינו אחראי על ביצוע הבדיקות בפועל ואמינותם של התוצאות.
- 3.2 **"מנהל הפרויקט"** – מנהל בכיר מטעם רכבת ישראל ו/או מי מטעמו, שישמש כנציג רכבת בתהליך ניהול ביצוע הבדיקות מול הקבלן הבודק.
- 3.3 **"מעבדה מאושרת"** - מעבדה מוסמכת, שאושרה בכתב ע"י הממונה על התקינה עפ"י סעיף 12 בחוק התקנים, התשי"ג – 1953.
- 3.4 **"מעבדה מוסמכת"** - מעבדה, לרבות-גוף בודק, מכייל או מודד העוסק בעבודת מעבדה, בעל הסמכה לפי ISO17025 מטעם הרשות הלאומית להסמכת מעבדות או מטעם גוף הסמכה אחר המוכר ע"י האיגוד הבינלאומי להסמכת מעבדות (ILAC).
- 3.5 **"מפקח תוצאות בדיקה"** – עובד מטעם הקבלן הבודק, בעל תעודת הסמכה לביצוע בדיקות ללא הרס רמה 3 לפי תקן EN473 ו/או ISO9712 ו/או SNT-TC-1A בתחומים הבאים: בדיקה אולטראסונית (UT), בדיקה ויזואלית (VT), בדיקה בשיטת חלקיקים מגנטיים (MT). אחראי על אבטחת בקרת התוצאות של הבדיקות.
- 3.6 **"קבלן בודק/ קבלן"** – הגוף אשר איתו תתקשר רכבת ישראל בחוזה לביצוע בדיקות עפ"י מפרט זה. הגוף חייב להיות מעבדה מוסמכת ומאושרת, בעל הכרה רשמית, בתוקף, ביכולת ובכשירות המקצועית בתחום בדיקות ללא הרס של הרשות הלאומית להסמכת מעבדות של ישראל, לפי ISO17025 או שווה ערך.
- 3.7 **"רכבת"** - רכבת ישראל בע"מ.

4. סוגי בדיקות

- 4.1 מבצע הבדיקה יהיה אמון על ביצוע כל הבדיקות הבאות:
- 4.2 בדיקה ויזואלית, אולטראסונית ובדיקה ללא הרס לגילוי פגמי פני שטח. **הבדיקה הויזואלית** - בדיקה של מבצע הבדיקה כי כל הברגים והמטלות מהודקים לצוואר הפס.
- 4.3 **בדיקה אולטראסונית** של קצוות הפסים המחוברים באמצעות מטלות – תכלול בדיקה בעזרת ציוד בדיקה אולטראסוני מתאים (ראה סעיף 5) של קצוות הפסים ובמיוחד באזור צוואר הפס וקדחי הברגים.
- 4.4 **בדיקה ללא הרס לפגמי פני שטח** – בדיקה ללא הרס בשיטת חלקיקים מגנטיים (MT) (ראה מפרט E-07-0009.1), בכדי לאפיין פרמטרים של פגמי פני שטח, וזאת במידה ומבצע הבדיקה בהתאם לממצאים בשטח ולניסיונו רואה לנכון לבצע בדיקה זו.

5. הציוד לבדיקה אולטראסונית

- 5.1 הבודק ישתמש רק בציוד לפי דרישות המפרט הטכני שאושר ע"י מנהל הפרויקט או מי מטעמו. הבודק לא ישתמש בציוד שלא אושר ועליו יהיה להחליפו בציוד מתאים.
- 5.2 על קבלן הבדיקה להבטיח כי תתקיים בדיקת ציוד הבדיקה וכיולו בהתאם להוראות האירופאיות EA-04/15, כמפורט בנספח B של ההוראות הנ"ל.
- 5.3 לצורך ביצוע בדיקה אולטראסונית גילוי פגמים בצורת סדקים כוכביים פגם 135 לפי UIC712 המאופיין בסדקים המתפשטים מקדחים בצוואר הפס, בדרך כלל בזוית של 45 מעלות, ויכולים לגרום לשבירת הפס. יחזיק מבצע הבדיקה את הציוד הבא:

5.3.1 מכשיר לביצוע בדיקה אולטראסונית,

- א. מכשיר לביצוע בדיקה אולטראסונית, הפועל בשיטת ההד החוזר בעל תדירות של 2 ו/או 4 מגהרץ והמצויד במוניטור קול ובמוניטור אור. המכשיר יהיה מסוגל לקבוע את מיקום הפגמים בריתוך עפ"י מערכת קואורדינטות.

ב. המכשיר יתאים לבדיקת הפסים, כאשר הטמפרטורה שלהם נמוכה מ-60 מעלות צלזיוס.

כמו כן יעמוד המכשיר בדרישות הטכניות הנוספות הבאות:

Gein (fine): in steps of 1dB; tolerance < 0.1dB

ג. ודרישות טכניות נוספות בהתאם לנדרש בתקן אירופאי EN12668-1,2,3. רגישות המכשיר תהיה כזאת שגשש של 45° יהיה מסוגל לגלות פגם בשטח שווה-ערך ל-2 מ"ר בדגימת פלדה בעלת חתך שגובהו 172 מ"מ, כשהיחס בין אמפליטודת האות ובין אמפליטודת הרעש הינו לפחות 6 דציבל.

ד. על מכשיר הבדיקה על כל חלקיו להתאים לתנאי מזג האוויר בישראל. כאשר יש לקחת בחשבון עבודה בתנאי שטח קשים – חום, אבק, סינוור שמש, וכו'. לפיכך על המכשיר להיות בעל IP65 בהתאם לתקן אירופאי EN60529. ועליו להיות בעל מבנה שיבטיח למבצע הבדיקה יכולת חזותית של המסך בכל מזג אוויר.

ה. אין מניעה לכך כי הבודק יבצע את עבודתו באמצעות מספר צוותי בדיקה, כשכל צוות מצויד במכשיר משלו לבדיקה אולטראסונית. במקרה כזה, חייבים כל המכשירים להיות מאותו סוג ואותו הדגם.

ו. המערכת האולטראסונית תהיה מונחת מחשב ותוכל להפיק את הפלט הכולל את הנתונים הבאים:

- דיאגרמה של אמפליטודת האות כנגד מיקום גובה הפגם בפס, (A-Scan), במ"מ.

- רשימת נתונים הכוללת את הפרמטרים של הבדיקה (תאריך, שעה, מיקום הריתוך במסילה, שם הבודק, מאפייני המכשור, רגישות, תדירות, סוג הגשש וכיו"ב) וכן התוצאות המספריות שנתקבלו במהלך הבדיקה.

5.3.2 גששים

א. גשש מסוג 45° , עם סטייה מותרת של $\pm 2^\circ$

ב. גשש מסוג 0° , עם סטייה מותרת של $\pm 2^\circ$

ג. התדירות הנומינלית של הגששים בעלי התדירות 2 ו-4 מגהרץ, עם סטייה מותרת של ± 0.1 מגהרץ

ד. על הקבלן הבודק לוודא כי יש לו מערכת סטים של גששים לפי מספר הצוותים וכן סט גששים נוסף לגיבוי.

5.3.3 בלוק כיוול

לכל מכשיר, יהיה מותאם בלוק כיוול של INTERNATIONAL ,INSTITUTE OF WELDING ושימוש בדיאגרמות DGS וסקלות מתאימות או שימוש בשיטה שווה ערך שנותנת לקבל ERS (Equivalent Reflector Size)

5.3.4 נוזל מגע

נוזל מגע מיוחד ייעודי לבדיקות אולטרסוניות בעל צמיגות גבוהה, בלתי מחליק ע"ג משטחים אנכיים, ניתן למיהול במים, ניתן להסרה במים או כוהל, חופשי מגופרית, הלוגן או מוספים אנאורגניים אחרים. הנוזל יהיה מתוצרת יצרן המסוגל להמציא נתונים טכניים מספקים בקשר לנוזל, וכי נוזל זה נמצא בשימוש לביצוע בדיקות אולטרסוניות בפלדה.

5.3.5 מד חום

מד-חום מגנטי למדידת טמפרטורת הפס.

- יש להבטיח כי יתקיים כיוול, ותדירויות הכיוול של ציוד הבדיקה

יתבצעו בהתאם להוראות האירופאיות EA-04/15, כמפורט בגספח

B של ההוראות הלל.

- בכל מקרה טעון הציוד אישור מנהל הפרויקט. מבצע הבדיקה לא

ישתמש בציוד שלא אושר ועליו יהיה להחליפו בציוד מתאים.

6. הציוד לבדיקה בדיקה בשיטת חלקיקים מגנטיים

לפי מפרט טכני E - 07 - 0009.1

- יש להבטיח כי יתקיים כיוול, ותדירויות הכיוול של ציוד הבדיקה יתבצעו בהתאם להוראות האירופאיות EA-04/15, כמפורט בנספח C של ההוראות הנ"ל.
- בכל מקרה טעון הציוד אישור מנהל הפרויקט. מבצע הבדיקה לא ישתמש בציוד שלא אושר ועליו יהיה להחליפו בציוד מתאים.

7. תהליך הבדיקה האולטראסונית

- 7.1 מבצע הבדיקה יגיע לשטח עם כל הציוד במצב תקין ומוכן לביצוע הבדיקה עפ"י מפרט הטכני והוראות יצרן הציוד.
- לפני תחילת העבודה בשטח יודא בעזרת בלוק הכיוול כי ציוד הבדיקה מכוויל. עליו לחזור על ביצוע הכיוול אחרי כל הפסקה בתהליך הבדיקה.
- את רגישות הבדיקה יש לקבוע ע"י מדידה על דגם סטנדרטי V1 או V2 אל מול פגם תיאורטי בזווית ובמרחק נתון (לפי הטבלה להלן) תוך שימוש בדיאגרמות DGS מתאימות או שימוש בשיטה שווה ערך שנותנת לקבל ERS (Equivalent Reflector Size).

גשש 45°	
2 מ"מ	קוטר פגם FBH – Flat Bottom Hole
250 מ"מ	מרחק תנועת הגל בפלדה MTD – Metal Travel Distance

רגישות של גשש 0° צריך להיות מספיקה כדי לראות על המסך Back Echo שני.

- 7.2 לפני ביצוע כל בדיקה, ימרח הבודק תמיסת מגע על גבי השטח הנבדק.
- 7.3 חתך התחום הנבדק יהיה שטח שרוחבו עובי צוואר הפס ואורכו גובה הפס ללא 8 מ"מ מהקצה העליון ומהקצה התחתון של הפרופיל.
- 7.4 נפח הבדיקה ייבדק בשלמותו לאורך הציר האקוסטי של הגששים.

- 7.5 הבדיקה אולטראסונית תכלול את השלבים הבאים:
- 7.6 בדיקת אזור ציר הפס בשיטת Echo (על המשטח העליון של ראש הפס לאורכו של ציר הפס), באמצעות גשש של 45° , כמתואר באיור מס' 6א. (יש לבדוק משני הצדדים).
- 7.7 יש לגלות פגמים המתפתחים לאורך, שאורכם יותר מ-5 מ"מ מפאת הקדח.
- 7.8 הבדיקה תכלול שימוש בגשש 0° כמתואר באיור מס' 8.

8. תהליך רישום ודיווח

- 8.1 כחלק מתהליך הבדיקה ימלא דו"ח שיכלול לפחות את הפרטים הבאים:
- 8.1.1 שם הבודק
- 8.1.2 חתימת הבודק
- 8.1.3 תאריך הבדיקה
- 8.1.4 קטע/תחנה
- 8.1.5 מספר קו
- 8.1.6 פס שמאל/ ימין
- 8.1.7 תצלום אזור הבדיקה
- 8.1.8 חומרים שהשתמש בבדיקה
- 8.1.9 סוג הפגם שהתגלה
- 8.1.10 אורך הפגם שהתגלה
- 8.1.11 שם מפקח תוצאות הבדיקה וחתימת ידו
- 8.2 בכל מצב בו מתגלה בבדיקה אולטראסונית פגם העולה על 12 מ"מ יש להודיע באופן מיידי למנהל הפרויקט או מי מטעמו.

9 מידע טכני להגשה לאחר חתימה על ההסכם

- 9.1 במהלך התארגנות לעבודה, (זמן התארגנות לעבודה, כפי שמוגדר בהסכם) על המציע הזוכה לספק רשימת ציוד לבדיקה אולטראסונית כולל: יצרן הציוד, דגם הציוד, שנת ייצור (לא יוחלף ציוד ללא הסכמה ואישור מנהל הפרויקט או מי מטעמו).

- 9.2 במהלך התארגנות לעבודה על המציע הזוכה לספק דרכוני יצרן של הגששים בשימוש.
- 9.3 במהלך התארגנות לעבודה על המציע הזוכה לספק נתונים טכניים עבור נוזל מגע מיוחד ייעודי לבדיקות אולטרסוניות.
- 9.4 על המציע הזוכה לתת דוגמת פלט של דיאגרמת הפגם ב-A-Scan.
- 9.5 במקרה של שימוש בשיטה אחרת מדיאגרמות DGS על הקבלן להעביר את כל המידע הטכני של השיטה ואופן ביצועה בפועל, בנוגע לשיטה בה ישתמש.

נספח א' – איורי אופן ביצוע הבדיקה האולטראסונית לפי סוג הגשש ומיקום הבדיקה

איור מס' 6 א' – אופן ביצוע הבדיקה האולטראסונית של אזור ציר הפס בשיטת Echo לאורך המשטח העליון של ראש הפס, באמצעות גשש של 45° לגילוי פגם 135



