



רכבת ישראל בע"מ  
חטיבת תשתיות  
אגף מסילה וסביבה

**מפרט טכני  
לביצוע  
בדיקות ללא הרס  
בפסי מסילה ומפלגים  
באמצעות טרולי ייעודי**

E - 07 – 0007.12

פברואר-מאי 2018

## תוכן עניינים

3.....	כללי	1.
4.....	תקנים רלוונטיים:	2.
4.....	הגדרות	3.
6.....	סוגי הבדיקה:	4.
7.....	ציוד לבדיקה	5.
12.....	גילוי פגמים	6.
15.....	תהליך הבדיקה	7.
16.....	רישום ודווח	8.
17.....	אישור הטרולי ע"י רכבת ישראל	9.
17.....	מידע טכני להגשה	10.

- 1. כללי**
- 1.1 מפרט זה מגדיר את הדרישות לביצוע בדיקות ללא הרס בפסי מסילה ומפלגים, ואת אופן הדיווח על ממצאי הבדיקות.
- 1.2 בדיקות ללא הרס עבור מפרט זה -
- 1.2.1 בדיקה ויזואלית (VT) ב-100% מהפסים וקטעי המפלגים שנדרשו בבדיקה,
- 1.2.2 בדיקה אולטראסונית (UT) ב-100% מהפסים וקטעי המפלגים שנדרשו בבדיקה באמצעות טרולי ייעודי לבדיקת 2 הפסים במקביל,
- 1.2.3 בדיקה בשיטת חלקיקים מגנטיים (MT) במידה ומבצע הבדיקה בהתאם לממצאים בשטח ולניסיונו רואה לנכון לבצע בדיקה זו,
- 1.2.4 בדיקה בשיטת צבע חודר (PT) לבדיקת לב המפלג בהתאם לממצאים בשטח ובאישור מנהל הפרויקט או מי מטעמו.
- 1.3 בדיקות ללא הרס יבוצעו בפסים (לפי תקן אירופאי EN13674-1 ותקן EN13674-2) מהסוגים הבאים:

פרופיל פס	סוג פס (קשיות)	חוזק מינימלי למתיחה	סימון מזהה על צוואר הפס (בהתאם לסוג הפס)
54E1 (UIC 54)	R260	880 MPa	=====
	R350HT	1175 MPa	=====
60E1 (UIC60)/ 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 בו במהלך הבדיקה יהיה מעבר בין פסים בעלי סוגי פרופילים שונים ו/או 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
Treatment of rail	UIC Code 725
Non-destructive testing - Qualification and certification of NDT personnel - General principles	EN 473
Non-destructive testing - Qualification and certification of NDT personnel	ISO9712
Personnel Qualification and Certification of Non-destructive Testing	SNT-TC-1A
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 kgm 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
Technical Specification for the Supply of Cast Manganese Steel Crossing for Switch and Crossing Works	UIC Code 866

(\*) גרסה אחרונה של התקנים

3. הגדרות

לצורך מפרט זה, יהיו לביטויים הבאים המשמעויות הבאות:

3.1 "חומרת הפגם – Defect Category" – 4 קטגוריות לאפיון תאריכי יעד

לתחזוקת הפגמים: 0, I, II ו-III כפי שמוגדר ב-UIC725.

3.2 "מבצע הבדיקה" – עובד מטעם הקבלן, בעל תעודת הסמכה לביצוע בדיקות

ללא הרס רמה 2 לפי תקן EN473 או ISO9712 או SNT-TC-1A לפי

- לתחומים הבאים: בדיקה אולטראסונית (UT), בדיקה ויזואלית (VT), בדיקת צבע חודר (PT), בדיקה בשיטת חלקיקים מגנטיים (MT).
- 3.3 **"מנהל הפרויקט"** – מנהל בכיר מטעם רכבת ישראל ו/או מי מטעמו, שישמש כנציג רכבת בתהליך ניהול ביצוע הבדיקות מול הקבלן הבודק.
- 3.4 **"מעבדה מאושרת"** - מעבדה מוסמכת, שאושרה בכתב ע"י הממונה על התקינה עפ"י סעיף 12 בחוק התקנים, התשי"ג – 1953.
- 3.5 **"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).
- 3.6 **"מפקח תוצאות בדיקה"** – עובד מטעם הקבלן הבודק, שהינו בוחן מוסמך, בעל תעודת הסמכה לביצוע בדיקות ללא הרס רמה 3 לפי תקן EN473 ו/או ISO9712 ו/או SNT-TC-1A, בתוקף, בתחומים הבאים: בדיקה אולטראסונית (UT), בדיקה ויזואלית (VT), בדיקת צבע חודר (PT), בדיקה בשיטת חלקיקים מגנטיים (MT). אחראי על בקרת התוצאות של הבדיקות.
- 3.7 **"פגם בפס - Rail Defect"** – פירוט זיהוי והגדרה בהתאם ל- UIC Code 712.
- 3.8 **"פס מעבר"** – הינו פס שחלקו פס בעל פרופיל מסוג אחד וחלקו השני הינו פס בעל פרופיל מסוג אחר.
- 3.9 **"קבוצת פגם - Defect Types"** – 6 קבוצות פגמים, כפי מוגדרים ב- UIC Code 725:

Transversal crack in rail head;  
 longitudinal horizontal crack;  
 longitudinal vertical crack;  
 head-checking;  
 squat; and  
 bolt hole cracks

- 3.10 "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.
- 3.11 "ריתוך פסול" – הינו כל אחד מהבאים ביחד או לחוד:
- 3.11.1 ריתוך שבהתאם לממצאי בדיקה ויזואלית וגיאומטרית אינו עומד בדרישות, לפי מפרט הטכני 07-0006.1, סעיף 6 ולא ניתן לתקנו; ו/או
- 3.11.2 ריתוך שבהתאם לממצאי הבדיקה אולטראסונית, מוגדר כריתוך פסול, לפי המפרט הטכני 07-0006.1, סעיף 7.11; ו/או
- 3.11.3 ריתוך שבהתאם לממצאי בדיקת חלקיקים מגנטיים חורג מהדרישות במפרט הטכני 07-0008.1, סעיף 8.
- 3.12 "רכבת" - רכבת ישראל בע"מ.
- 3.13 "רמת זיהוי הפגם – Defect Level" – 4 דרגות ליעילות זיהוי של פגמים בפס: A, B, C ו-D כפי שמוגדר ב-UIC725.
4. **סוגי הבדיקה:**
- 4.1 מבצע הבדיקה יהיה אמון על ביצוע כל הבדיקות הבאות:
- 4.1.1 **בדיקה ויזואלית**  
הבדיקות הוויזואליות צריכות להתבצע תוך זיהוי פגמים בפסים ברמה A לפי הגדרתם ב-UIC Code 725.  
יש להקפיד על בדיקות ויזואליות של לשונות המפלג, ולבבות המפלג.
- 4.1.2 **בדיקה אולטראסונית**  
א. פסים במסילה ובמפלגים צריכים להבדק באמצעות ציוד אולטראסוני שיאפשר הבטחת זיהוי פגמים בפסים ברמה A, וזיהוי מקסימלי של פגמים ברמה B לפי הגדרתם ב-UIC Code 725.

- ב. הבדיקה בעזרת הטרולי תבצע במסילה לכל אורך הפסים. במפלגים הבדיקה תבצע עד לאזור מחט המפלג באזור בו ראש הפס קטן עד כ-20 מ"מ. בהמשך לשון הפס יש לבצע בדיקה אולטראסונית ידנית.
- ג. אורכי הבדיקה במפלגים הקיימים ברכבת ישראל כפי שמופיע בנספח א'.
- ד. בכל מקום בו לא ניתן לבצע בדיקה באמצעות הטרולי יש לבצע בדיקה ידנית מלאה לפי הכתוב במפרט זה.

#### 4.1.3 בדיקה ללא הרס לגילוי פגמי פני שטח –

- א. בדיקה ללא הרס בשיטת חלקיקים מגנטיים (MT) (לפי מפרט E-07-0009.1), נועד בכדי לאפיין פרמטרים של פגמי פני שטח בפסים במסילה ובמפלג. את הבדיקה יש לבצע בהתאם לממצאים בשטח ולניסיונו של מבצע הבדיקה.
- ב. בדיקה ללא הרס בשיטת צבע חודר (PT) (לפי מפרט E-07-0010.1), בלב מפלג (בגלל הרכב החומר לא ניתן להשתמש בשיטת חלקיקים מגנטיים בצורה נאותה. את הבדיקה יש לבצע בהתאם לממצאים בשטח ובאישור מנהל הפרויקט או מי מטעמו.

#### 5. ציוד לבדיקה

- 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 תקיים בדיקת ציוד הבדיקה וכיולו בהתאם להוראות האירופאיות EA-04/15, כמפורט בנספח B ; C ; D של ההוראות הנ"ל.

#### 5.3 ציוד לבדיקה האולטראסונית

- לצורך ביצוע בדיקה אולטראסונית בפסים, יהיה ברשות מבצע הבדיקה, 2 טרוליים ייעודיים לביצוע בדיקות אולטראסונית:
- א. לטרולי הייעודי לביצוע בדיקות אולטראסונית, היכולת לנסוע על מסילות הרכבת עם רוחב מסילה נומינלי של 1435 מ"מ. הבדיקה תבצע במקביל על שני הפסים באותו זמן.

- ב. הטרולי צריך להיות בנוי כך שלא ייווצר קצר בין שני הפסים כאשר מניחים אותה על המסילה.
- ג. הטרולי יכול 2 סטים של גששים (סט של גששים לכל פס). בכל סט יהיו לפחות תשעה גששים, עפ"י הפירוט בסעיף 5.3.2.
- ד. משקל המכשיר צריך להיות קל ככול האפשר על מנת שיהיה קל לשאתו מהמסילה במקרה הצורך וזאת ע"י שני עובדים.
- ה. הטרולי יכול תוכנה ייעודית שתפיק קבצי A-scan ו-B-scan.
- ו. הקבלן הזוכה, יעביר לרכבת תוכנה ייעודית לצפייה בקבצי ה-A-scan וה-B-scan.
- ז. הטרולי יוכל לזהות פגמים בפסים משומשים בעלי בלאי לפי הטבלה שלהלן:

**בלאי מקסימאלי בראש הפס**

סוג פס	גובה של פס חדש [מ"מ]	גובה מינימלי של הפס [מ"מ]	בלאי אנכי מקסימאלי [מ"מ]	בלאי אופקי מקסימאלי [מ"מ]
50E6 (U-50)	16	13	140	153
54E1 (UIC-54)	17	14	145	159
60E1 (UIC-60), 60E2	18	17	155	172

יש לשים לב: משטח ראש הפס יכול להיות שונה ומחוספס לעומת פרופיל הפס מקורי.

**5.3.1 מכשיר לבדיקה האולטראסונית**

א. המכשיר יפעל בשיטת ההד החוזר בתדירויות שבין 2 מגהרץ ~~א-ל-4~~ מגהרץ עם סטייה מותרת של  $\pm 0.1$  מגהרץ ביחס לתדירות נומינלית, והמצויד במוניטור קול ובמוניטור אור, כולל אפשרות כיוול לרמות שונות. המכשיר יהיה מסוגל לקבוע את מיקום הפגמים בריתוך עפ"י מערכת קואורדינטות.

כמו כן יעמוד המכשיר בדרישות הטכניות הנוספות הבאות:

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

דרישות טכניות נוספות בהתאם לנדרש בתקן אירופאי EN12668-1,2,3

או שווה ערך.

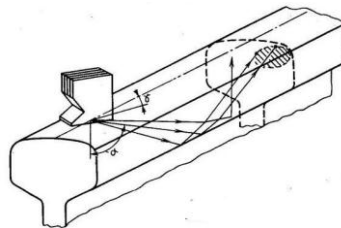


- (יש לשמור על הדרישות הטכניות בכפוף לשינוי בפרמטרי הסביבה החיצונית).
- ב. רגישות המכשיר תהיה כזאת שהגשש  $70^\circ$  יהיה מסוגל לגלות פגם בעל גודל החזר (Equivalent Reflector Size) בשטח שווה ערך ל-4 מ"ר בדגימת פלדה בעלת חתך שגובהו 172 מ"מ, כשהיחס בין אמפליטודת האות ובין אמפליטודת הרעש הינו לפחות 6 דציבל.
- רגישות המכשיר תהיה כזאת שגשש  $0^\circ$  צריך להיות מספיקה כדי לראות על המסך Back Echo שני.
- ג. ניתן יהיה לקבוע את גודל פגם מינימלי (minimum size of defect). דרגת הכיול תהיה לא יותר מ-  $\pm 1$  [dB].
- ד. רגישות המכשיר תהיה כזו שתאפשר גילוי פגמים בעלי הגדלים המינימליים הבאים:
- סדק רוחבי בראש הפס (Transversal cracks at rail head) ושריטות בצד ראש הפס – Head checking – קוטר מינימלי של 4 מ"מ.
  - סדק אופקי לאורך - Longitudinal horizontal cracks – אורך מינימלי של 8 מ"מ.
  - סדקים אלכסוניים (במיוחד באזור קדחי ברגים) Oblique cracks. על מכשיר הבדיקה על כל חלקיו להתאים לתנאי מזג האוויר בישראל. כאשר יש לקחת בחשבון עבודה בתנאי שטח קשים – חום, אבק, סינוור שמש, וכו'.
  - ו. לפיכך על המכשיר להיות בעל IP65 בהתאם לתקן אירופאי EN60529.
  - ז. ועליו להיות בעל מבנה שיבטיח למבצע הבדיקה יכולת חזותית של המסך בכל מזג אוויר.
  - ח. במדידות של אורך הפגם יש לדווח גם על אורך הפגם ( $\Delta X$ ) כאשר הוא נמדד בשני הצדדים ע"י ירידת האמפליטודה ב-6dB.
  - ט. המערכת האולטראסונית תהיה מונחת מחשב, על המסך ניתן יהיה לראות בזמן אמת את ה-B-Scan של כל הגששים.
  - י. ניתן יהיה להפיק פלט הכולל את הנתונים הבאים:

- דיאגרמה של אמפליטודת האות כנגד מיקום גובה הפגם בפס, (A-Scan), במ"מ.
- דיאגרמת פגמים כנגד מיקום לאורך הפס, (B-Scan)
- 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.

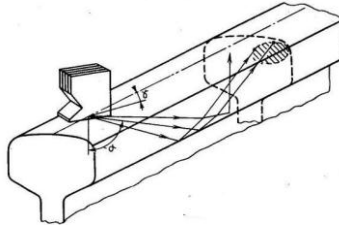
### 5.3.2 גששים

- א. הגששים יתאימו לדרישות התקן EN12668-2.
  - ב. על כל פס יהיו לפחות 9 גששים, הקבלן יגיש את סידור הגששים לאישור מנהל הפרויקט.
  - ג. סטייה מקסימלית מותרת מהתנודות האפקטיביות  $\pm 0.1$  MHz.
  - ד. הגששים יאפשרו רמת זיהוי פגם מירבי ומיטבי של פגמים בדרגה A ומקסימום פגמים מסוג B, לפי UIC725, וכן את אפשרות הזיהוי של פגמים מסוג C ו-D.
  - ה. הגששים יהיו חייבים לגלות את כל הפגמים המופיעים בדוגמת פס הכיול המופיעה בנספח ב'.
- הגששים יורכבו על המתקן לבדיקת הפסים ברצף, וכמו כן יהיה בידי הבודק סט של אותם גששים לבדיקה ידנית מקומית.
- א. כל סט של 9 גששים (כל פס) יכלול את הגששים הבאים:
    - גשש אחד  $0^\circ$ , עם שני גבישים (TR).
    - גשש  $58^\circ$  מוטה בזווית של  $34^\circ$  ביחס למרכז ציר הפס לכיוון פנים המסילה בכיוון בדיקה קדימה, עם סטייה מותרת של  $\pm 2^\circ$ . (ראה איור 1)



איור 1 - הזווית  $\alpha=58^\circ$ ;  $\gamma=34^\circ$

- גשש  $70^\circ$  במרכז ציר הפס בכיוון בדיקה קדימה, עם סטייה מותרת של  $\pm 3^\circ$ .
- גשש  $70^\circ$  במרכז ציר הפס בכיוון בדיקה אחורה, עם סטייה מותרת של  $\pm 3^\circ$ .
- גשש  $70^\circ$  מוטה בזווית של  $14^\circ$  ביחס למרכז ציר הפס לכיוון פנים המסילה בכיוון בדיקה קדימה, עם סטייה מותרת של  $\pm 3^\circ$ . (ראה איור 2)



איור 2 - הזווית  $\alpha=70^\circ$ ;  $\gamma=14^\circ$

- גשש  $70^\circ$  מוטה בזווית של  $14^\circ$  ביחס למרכז ציר הפס לכיוון פנים המסילה בכיוון בדיקה אחורה, עם סטייה מותרת של  $\pm 3^\circ$ .
- גשש  $45^\circ$  במרכז ציר הפס בכיוון בדיקה קדימה, עם סטייה מותרת של  $\pm 2^\circ$ .
- גשש  $45^\circ$  במרכז ציר הפס בכיוון בדיקה אחורה, עם סטייה מותרת של  $\pm 2^\circ$ .

### 5.3.3 בלוק כיוול

א. 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 נודל מגע

א. טרולי בדיקה  
שימוש במים.

ב. בדיקה ידנית

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 כיוול

- א. ציוד הבדיקה האולטרסוני שתואר לעיל, יהיה מסוגל לגלות את הפגמים שמוגדרים בפס הכיוול, לפי נספח ב'.
- ב. הקבלן ידאג לביצוע בפועל של הפגמים המלאכותיים בפס הכיוול, לפי נספח ב'.
- ג. הכיוול יבוצע לפני כל יציאה לשטח על צמד פסים המונחים על אדנים עם הפגמים המלאכותיים, תיעוד הכיוול יישמר אצל הקבלן, ויועבר לרכבת לפי דרישה.

5.4 ציוד לבדיקת פני שטח בשיטת חלקיקים מגנטיים

א. בהתאם למפרט E-07-0009.1

5.5 ציוד לבדיקת פני שטח בשיטת צבע חודר

א. בהתאם למפרט E-07-0010.1

6. גילוי פגמים

6.1 סדק רוחבי בראש הפס - Transversal cracks at rail head -

טרולי הבדיקה יוכל לגלות את הפגמים בראש הפס בכל שטח ראש הפס מלבד שטח של 3 מ"מ מתחת לראש הפס ו-8 מ"מ לרוחב מכל צד של הקו המרכזי של פרופיל ראש הפס (dead zone):

פגם 111/211 – סדק רוחבי מתפתח Progressive transverse crack

פגם 411/421 – פגם רוחבי בפרופיל הפס Transverse cracking of the profile

את הפגם המזוהה יש לקטלג בדו"ח רשימת ממצאי פגמים לפי הקטגוריות:

I קטגוריה	II קטגוריה	III קטגוריה
-----------	------------	-------------

גודל פגם >25mm	גודל פגם <10mm ≤25mm	גודל פגם ≤4mm ≤10mm
----------------	----------------------	---------------------

6.2 סדק אופקי לאורך - Longitudinal horizontal cracks

טרולי הבדיקה יוכל לגלות את הפגמים בשטח ששרוחבו עובי צוואר הפס וגובהו גובה פרופיל הפס פחות 5 מ"מ הקצוות הפרופיל למעלה ולמטה.

פגם 112/212 – סדק אופקי בראש הפס

פגם 1321/2321 – סדק אופקי ברדיוס המעבר בין ראש הפס לצוואר הפס -

Horizontal cracking at the rail head.

פגם 1322/2322 – סדק אופקי ברדיוס המעבר בין בסיס הפס וצוואר הפס -

Horizontal cracking at the web-foot fillet radius

פגם 239 - סדק לאורך בצוואר הפס - Lap

פגם 412/422 – סדק אופקי בצוואר הפס Horizontal cracking of the web.

תחום לאזור back Echo הינו 10 מ"מ מבסיס הפס.

את הפגם המזוהה יש לקטלג בדו"ח רשימת ממצאי פגמים לפי הקטגוריות:

קטגוריה I	קטגוריה II	קטגוריה III
גודל פגם >200 mm	גודל פגם <50mm ≤200mm	גודל פגם ≤8 mm ≤50 mm

6.3 סדק אנכי לאורך Longitudinal vertical cracks

טרולי הבדיקה תוכל לגלות את הפגמים בשטח ששרוחבו עובי צוואר הפס וגובהו גובה פרופיל הפס פחות 5 מ"מ הקצוות הפרופיל למעלה ולמטה.

פגמים 113/213/133/233/153/253 – סדק אנכי לאורך Longitudinal

vertical cracking.

תחום לאזור back Echo הינו 10 מ"מ מבסיס הפס.

את הפגם המזוהה יש לקטלג בדו"ח רשימת ממצאי פגמים לפי הקטגוריות:

קטגוריה I	קטגוריה II	קטגוריה III
ניתן לראות את הפגם באופן ויזואלי	לא ניתן לראות את הפגם באופן ויזואלי >50mm	גודל פגם ≤8 mm ≤50 mm

6.4 שריטות בצד ראש הפס – Head checking

טרולי הבדיקה יוכל לגלות את הפגמים בראש הפס בכל שטח ראש הפס מלבד שטח של 3 מ"מ מתחת לראש הפס ו-8 מ"מ לרוחב מכל צד של הקו המרכזי של פרופיל ראש הפס (dead zone):

פגם 2223 - שריטות בצד ראש הפס Head checking/ Fissuring/ Scaling at the gauge corner.

את הפגם המזוהה יש לקטלג בדו"ח רשימת ממצאי פגמים לפי הקטגוריות:

קטגוריה I	קטגוריה II	קטגוריה III
פגם במרכז ראש הפס >4 mm >20 mm פגם בצד ראש הפס	פגם בצד ראש הפס <5mm	פגם בצד ראש <4 mm

6.5 סידוק ושיקוע מקומי - Squat

טרולי הבדיקה יוכל לגלות את הפגמים בראש הפס בכל שטח ראש הפס מלבד שטח של 3 מ"מ מתחת לראש הפס ו-8 מ"מ לרוחב מכל צד של הקו המרכזי של פרופיל ראש הפס (dead zone):

פגם 227 - סידוק ושיקוע מקומי - Squat

את הפגם המזוהה יש לקטלג בדו"ח רשימת ממצאי פגמים לפי הקטגוריות:

קטגוריה I	קטגוריה II	קטגוריה III
>25 mm עומק פגם או >200 mm אורך פגם	<25 mm עומק פגם או <200 mm אורך פגם	<10 mm עומק פגם או <50 mm אורך פגם

6.6 סדקים אלכסוניים (במיוחד באזור קדחי ברגים) Oblique cracks

טרולי הבדיקה יוכל לגלות את הפגמים בשטח מלבני שרוחבו צוואר הפס וגובהו אורך פרופיל הפס ללא 10 מ"מ מראש הפס ו-10 מ"מ מתחתית הפס.

פגם 135 – סדק בצורת כוכב בחורי מטלות חיבור - Star cracking of fishbolt holes

פגם 235 – סדק בצורת כוכב שלא בחורי מטלות חיבור - Cracking around  
 holes other than fishbolt holes

פגם 236 – סדק אלכסוני רחוק מכל חור Diagonal cracking away from  
 any hole.

את הפגם המזוהה יש לקטלג בדו"ח רשימת ממצאי פגמים לפי הקטגוריות:

קטגוריה I	קטגוריה II	קטגוריה III
גודל פגם >100 mm	גודל פגם <40 mm	גודל פגם ≤12 mm

## 7. תהליך הבדיקה

### 7.1 תהליך הבדיקה היוזואלית

בדיקות ויזואליות יאתרו את הפגמים הבאים: סדקים חיצוניים, חוסר חומר בראש הפס, חורים.

### 7.2 תהליך הבדיקה האולטרסונית

#### 7.1.1 בדיקה אולטרסונית בפסים:

- א. מבצע הבדיקה יגיע לשטח עם כל הציוד במצב תקין ומוכן לביצוע הבדיקה עפ"י מפרט הטכני והוראות יצרן הציוד.
  - ב. לפני יציאה לשטח עם טרולי הבדיקה, יש לבצע כיוול על פסים עם פגמים מלאכותיים במתקני הקבלן הבודק.
  - ג. לא תבוצע בדיקה אולטרסונית כאשר הטמפרטורה בפס גבוהה מ-60 מעלות צלזיוס. (כאשר מודדים את טמפרטורת הפס טרם המדידה יש לבצע זאת בזהירות, היות ואזור הריתוך יכול להיות בעל טמפרטורה גבוהה).
- ויש לוודא את הטמפרטורה ע"י מדידתה במד-חום מגנטי (המדידה תבוצע בחלקו המוצל של הפס).

במידה והטמפרטורה חורגת אין לחמם או לקרר את הפס כדי להביאו לטמפרטורה בתחום הנדרש לביצוע הבדיקה. אלא לחכות את הזמן הנדרש עד שטמפרטורת הפס יורדת מתחת ל-60 מעלות צלזיוס.

#### 7.1.2 בדיקה אולטרסונית במפלגים:

- א. יש לבצע את הבדיקה בהתאם לכול ההוראות שניתנו לצורך בדיקת הפסים.
- ב. בכל מפלג יש לבדוק בתחום המפלג את כול הפסים השייכים למפלג לא כולל לב במפלג (עד לחיבור האנטנות).

ג. בתחום לשון המפלג יש לבדוק את הפס עד לחתך בו רוחב ראש הפס הינו 20 מ"מ.

**1.2 תהליך הבדיקה ללא הרס לפגמי פני שטח**

7.2.1 תהליך בדיקת פני שטח בשיטת חלקיקים מגנטיים

א. בהתאם למפרט E-07-0009.1

7.2.2 תהליך בדיקת פני שטח בשיטת צבע חודר

א. בהתאם למפרט E-07-0010.1

**8 רישום ודווה**

1.3 על מבצע הבדיקה לדעת את סוגי ומאפייני הפגמים ומספריהם כפי שהם מופיעים בתקן UIC Code 712. כמו כן יהיה עליו לדעת את חומרת הפגם בהתאם להגדרתו ב-UIC Code 725.

1.4 את הפגמים שנמצאו בבדיקה ע"י מבצע הבדיקה, כחלק מתהליך הבדיקה, יש לקטלג בדו"ח "רשימת ממצאי פגמים" עפ"י הגדרתם לעיל.

1.5 במקרה ונתגלה פגם כלשהו שנמצא בקטגוריה 0 או I (עפ"י הגדרתם ב-UIC Code 725) על מבצע הבדיקה לדווח מיידית למנהל הפרויקט או מי מטעמו.

**1.6 דו"ח רשימת ממצאי פגמים**

הדו"ח שיוגש בכל לאחר סיום הבדיקה יכלול את הפרמטרים הבאים:

- מספר דו"ח בעל מספר סידורי רץ,
- תאריך הבדיקה,
- תאריך כיוול ציוד האולטראסוני.
- שם מבצע כיוול ציוד אולטראסוני.
- שם קטע המסילה
- מספר קו / מספר מפלג
- פס ימין/שמאל
- מיקום הפגם בפרופיל הפס
- מיקום הפגם לאורך המסילה (ק"מ ומטר)
- מספר הפגם (לפי UIC712)
- גודל הפגם
- חומרת הפגם (לפי UIC725)
- הגשש שזיהה את הפגם
- שם מבצע הבדיקה
- קובץ A-Scan (קובץ JPG או PDF) של הפגמים שנמצאו.
- קובץ A-Scan של הפגמים שנמצאו.
- קובץ B-Scan של כל אורך טווח הבדיקה.



- הדו"ח יכלול את חתימתו של מפקח תוצאות הבדיקה.

**בטרם חתימה על ההסכם יעביר המציע הזוכה את התבנית של הדו"ח, למנהל הפרויקט לאישורו.**

**9. אישור של 2 הטרוליים ע"י רכבת ישראל**

9.1 הטרוליים הינם ייעודיים לביצוע בדיקות אולטראסוניות, הטרוליים יהיו מיצרן שסיפק לפחות 50 טרוליים לבדיקה אולטראסונית זהות או דומות לטרוליים הנרכשים, כולל המלצות מהלקוחות שלהם היצרן סיפק את הטרוליים.

9.2 הטרוליים לבדיקה אולטראסונית ייבדקו באופן מעשי על מסילת הרכבת לבדיקת יכולת זיהוי פגמים מלאכותיים על מסילה של הרכבת. הטרוליים חייבים למצוא את כל הפגמים המלאכותיים.

**10. מידע טכני להגשה לפני חתימה על ההסכם**

10.1 על קבלן הבדיקה להגיש נתונים טכניים של הציוד האולטראסוני ו-2 הטרוליים הייעודיים, כולל עמידה בתקן 1,2,3-12668 או שווה ערך.

10.2 על הקבלן הבדוק להגיש תבנית לדו"ח רשימת ממצאי פגמים.

**נספח א' – אורך בדיקה לפי סוגי המפלגים**

התמורה לתשלום בעבור מפלג הינה למטר בדיקה של 2 פסים במפלג-- 2 פסים של מסילה בכיוון ישר ו-2 פסים של מסילה בכיוון העקלתון.

כאשר אורך מפלגים לצורך חישוב הינו בהתאם לטבלה שלהלן:

סוג מפלג	אורך בדיקה
מפלג 1/8 רגיל	65 מטר
מפלג 1/8 ארוך	75 מטר
מפלג 1/9	80 מטר
מפלג 1/12	100 מטר
מפלג 1/20	150 מטר

מצורפים בנפרד - סכמות של מפלגים עם אורכי המדידה

מעוצב:גופן: 13 נק', גופן עבר עברית ושפות אחרות:  
divaD, 13 נק', לא סמן

מעוצב:ממורכז, כניסה: לפני: 36.0 ס"מ, רווח אחרי: 6 נק', מרווח בין שורות: בודד

מעוצב:גופן: 13 נק', גופן עבר עברית ושפות אחרות:  
divaD, 13 נק', לא סמן

מעוצב:גופן: 13 נק', גופן עבר עברית ושפות אחרות:  
divaD, 13 נק', לא סמן

**נספח ב' – דוגמת פס כיוול**

מצורף בנפרד