

## מפרט לייצור ואספקת רבד חצץ למנהרות מסילת ברזל

גרסה מס' 1, ספטמבר 2006

**חטיבת פיתוח – אגף תכנון**

## הקדמה

רבד חצץ למנהרות מסילות ברזל צריך להיות מיוצר מחומר גלם טבעי כגון: אבן בזלת חזקה, עמידה לשחיקה ולבלייה, עם דירוג וצורת אבן המאפשרים הידוק נאות, תכולת דקים מינימאלית, ובעלת התנגדות חשמלית נאותה. בין עיקרי תפקידיו של רבד החצץ הנם הצורך להבטיח יציבות ואלסטיות של המסילה, תחזוקה מינימאלית, מניעת יצירת אבק בתוך המנהרה, הפחתת רעש ותנודות. בהתאם לאמור לעיל הוחלט לאמץ את הדירוג ומרבית בדיקות הטיב המוכתבות בתקן האירופאי החדש לרבד חצץ – EN 13450.

## ייצור .1

האגרנט יהיה תוצר של חומר טבעי בלבד ללא עירוב (blending) של חומר גלם ממקורות גיאולוגיים שונים.

## תכונות פיסיקליות ומינרלוגיות של סלע לייצור אגרנט .2

הסלעים מהם ייוצר האגרנט המיועד לרבד חצץ למנהרות מסילות ברזל יעמדו בדרישות המפורטות בטבלאות שלהלן:

### טבלה מס' 2.1

**תכונות כלליות פיסיקליות ומינרלוגיות של סלע לייצור אגרנט שיבוצעו אחת לתקופה ו/או לכמות ייצור כמוגדר בטבלה בנספח א'.**

תדירות בדיקה מינימאלית	חומר גלם	שיטת הבדיקה	התכונה
לפי טבלה מס' א.1	מעל 2.9 גרם/סמ"ק	נ"ב 13.2021 1/0/195	משקל סגולי (מדומה) Apparent specific gravity
	מעל 2.85 גרם/סמ"ק		משקל סגולי (ממשי) Bulk specific gravity
	פחותה מ-1%	EN 1097-6 : 2000 Annex B	ספיגות למים Water absorption
כאשר נדרש	מעל 1000 ק"ג/סמ"ר	ASTM D2166-00	חוזק ללחיצה בלא כלוא Unconfined compressive stress
כאשר נדרש	EN-932-3	-----	מגבלות מינרלוגיות Mineralogical restrictions

## טבלה מס' 2.2

תכונות כלליות פיסיקליות ומינרלוגיות של סלע לייצור אגרגט שיבוצעו כבדיקות מקדימות (מיון פטרוגרפי ע"פ EN 932-3:1997 ע"י גיאולוג מחצבות מוסמך ובעל ניסיון מוכח בארץ ובחו"ל).

התכונה	בזלת
בדיקת Sonnenbrand ("כוויות שמש") Sunburn test	תבוצע בדיקה
גוון	אפור כהה עד שחור
טקסטורה Texture	הסלע לא יהיה וזיקולארי, לא גבישים גדולים, ללא סימני אקספוליאציה
צורת הפקה מותרת Allowable production method	לקט וחציבה מקירות פתוחים

### 2.1 "כוויות שמש" – Sonnenbrand

באם קיים ידע מקדים על סימני "כוויות שמש" במחצבת הבזלת יבוצעו בדיקות איכות בהתאם לדרישות התקן האירופאי EN 1367-3.  
**הערה** – כוויות שמש הן סוג של פגם בסלע המצוי לעיתים במסלע ממקור בזלתי המושפע מהתנאי האטמוספריים. תחילתו בהופעת כתמים אפורים/לבנים. בד"כ מופיעים סדקים נימיים היוצאים החוצה מהכתמים והמחברים ביניהם. תופעה זו מחלישה את חוזק המרקם המינרלי וכתוצאה מכך הסלע מתפורר לחלקים קטנים.

### 3. רכיבים מזיקים

ר בד החצץ לא יכיל רכיבים וחומרים אחרים מאלו המפורטים במפרט זה.

### 4. דרישות גיאומטריות

#### 4.1 גודל רבד החצץ למנהרות מסילות ברזל

גודל רבד החצץ הבזלתי למנהרות מסילות ברזל מוגדר ע"י צמד נפות מילימטריות. המספר הראשון מציין את כינוי נפת ערך הגבול התחתון והמספר השני מציין את כינוי נפת ערך הגבול העליון אשר ביניהן נמצא מרביתו של קו הדירוג.  
גודל רבד החצץ למסילות ברזל הנו 31.5/50.

#### 4.2 דירוג

דירוג רבד החצץ הבזלתי למנהרות מסילות ברזל יבוצע בהתאם לדרישות התקן האירופאי EN 933-1 ויהיה זהה לדרישות מפרט הרכבת לרבד החצץ למסילות ברזל מאוגוסט 2004. תחומי הדירוג הנם כמפורט להלן:

נפה מס', מ"מ	אחוז עובר, %
63	100
50	90÷70
40	65÷30
31.5	25 ÷1
22.4	1÷0
50÷31.5	70 ≤

**הערה** – ייתכנו מצבים בהם תילקחנה דגימות מתוך הקרון ו/או המסילה. במקרים אלו תיושמנה אותן שיטות בדיקה ויחולו אותם ערכי בדיקות כמפורט בסעיפים 5 ו-6. הדגדגציה של רבד החצץ הבזלתי למנהרות מסילות ברזל כתוצאה מהובלה מתבטאת באחוז מקסימאלי השווה ל-2% עובר על נפה 22.4 מ"מ.

#### 4.3 חלקיקים דקים (Fine Particles)

תכולת חלקיקים דקים של רבד החצץ הבזלתי למנהרות מסילות ברזל תוגדר בהתאם לדרישות התקן האירופאי EN 933-1 כמפורט להלן:

מקסימום משקל עובר, %		נפה מס', מ"מ
מערום רכבת	באתר ההפקה	
0.6	0.6	0.5

**הערה** - 0.6% הנו הערך המרבי המותר בדגימת רבד חצץ באתר הפקת חומר הגלם. 0.6% הנו הערך המרבי המותר בדגימת רבד חצץ באתר מערום הרכבת ו/או במערום באתר יישום שכבת רבד החצץ.

#### 4.4 תכולת דקים (Fines)

תכולת הדקים של רבד החצץ הבזלתי למנהרות מסילות ברזל תוגדר בהתאם לדרישות התקן האירופאי EN 933-1 כמפורט להלן:

מקסימום משקל עובר, %		נפה מס', מ"מ
מערום רכבת	באתר ההפקה	
0.5	0.5	0.063 (שטיפה)

**הערה** - 0.5% הנו הערך המרבי המותר בדגימת רבד חצץ באתר הפקת חומר הגלם. 0.5% הנו הערך המרבי המותר בדגימת רבד חצץ באתר מערום הרכבת ו/או במערום באתר יישום שכבת רבד החצץ. אם בבדיקות הבקרה השוטפות, המפורטות בטבלה 1.א בהמשך, יתקבל כי תכולת הדקים של רבד החצץ הבזלתי למנהרות מסילות ברזל שווה בערכו ל-0.3 ויותר, מומלץ לנקוט בצעדי מניעה הכוללים את שטיפת האגרגטים הגרוסים. שטיפה זו תתבצע במפעל ע"י מכשיר ייעודי ו/או לאחר העמסת הרבד בתוך תא המשאית.

- 4.5 **צורת הגרגיר (Particle Shape)**
- 4.5.1 **מדד הפחיסות (Flakiness Index)**  
 צורת הגרגיר הגס הבזלתי המרכיב את רבד החצץ למנהרות מסילות ברזל תוגדר בהתאם לדרישות התקן האירופאי EN 933-3. מדד הפחיסות יהיה בעל ערך השווה ו/או הקטן מ-15.
- 4.5.2 **מדד הצורה (Shape Index)**  
 מדד הצורה יוגדר בהתאם לדרישות התקן האירופאי EN 933-4. מדד הצורה עבור האגרנט הבזלתי המיועד לרבד חצץ למנהרות מסילות ברזל יהיה בעל ערך השווה ו/או הקטן מ-10.
- 4.6 **אורך הגרגיר**  
 גודל הגרגיר יחושב בעזרת מדיד ו/או מחוגה.  
 אחוז הגרגירים לפי משקל שאורכם גדול ו/או שווה ל-100 מ"מ ( $L \geq 100 \text{ mm}$ ) מתוך מדגם מייצג במשקל מינימאלי של 40 ק"ג יהיה קטן ו/או שווה ל-0.5.
5. **דרישות פיסיקאליות**
- 5.1 **התנגדות לשחיקה (Resistance to abrasion)**  
 ההתנגדות לשחיקה של רבד חצץ בזלתי המיועד למנהרות מסילות ברזל מוגדרת באמצעות מקדם לוס-אנגילס (Los Angeles coefficient) תחת התנאים המפורטים בנספח C של התקן האירופאי EN-13450 : 2002 (כמפורט בתקן האירופאי 1998 : EN-1097-2 בפסקה 5).  
 ערך מקדם לוס-אנגילס יהיה שווה ו/או קטן מ: **12.5**.
- 5.2 **התנגדות לבלייה (Resistance to wear)**  
 ההתנגדות לבלייה של רבד חצץ בזלתי המיועד למנהרות מסילות ברזל מוגדרת באמצעות מקדם מיקרו-דוול (Micro Deval coefficient) תחת התנאים המפורטים בנספח E של התקן האירופאי EN-13450 : 2002 (כמפורט בתקן האירופאי 1-EN-1097).  
 ערך מקדם המיקרו-דוול יהיה שווה ו/או קטן מ: **7**.
6. **הבטחת איכות במפעל (Factory quality control)**  
 הספק יקיים במפעל הייצור שלו מערכת הבטחת איכות שמתפקדה יהיה לבצע בדיקות מעבדה ולהוכיח, בכל עת כי רבד החצץ הבזלתי המיועד למנהרות מסילות ברזל עומד בדרישות הטיב שפורטו לעיל (ראה פירוט בנספח א'). במקרה שתתגלה סטייה כלשהי מדרישות אלה, יהיה על הספק להפסיק מיד את הייצור, לתקן את כל הטעון תיקון ורק לאחר שנוכח לדעת כי ביכולתו להמשיך ולייצר רבד חצץ בזלתי המיועד למנהרות מסילות ברזל באיכות העונה לדרישות המפרט, יהיה רשאי להמשיך בייצור. **הספק לא יספק לרכבת ישראל חצץ בזלתי המיועד למנהרות מסילות ברזל אשר הבדיקות שבוצעו על מדגם שנלקח ממנו הראו כי אינו עומד בדרישות מפרט זה.**

## מערכת הבטחת איכות במפעל הייצור

### הקדמה

נספח זה מפרט את מערכת הבטחת האיכות במפעל הייצור לאגרגטים עבור רבד חצץ בזלתי המיועד למנהרות מסילות ברזל במטרה להבטיח את תאימות המוצר לדרישות המפרט.

ביצועי מערכת הבטחת האיכות במפעל הייצור תוערך בהסתמך על העקרונות הבאים לידי שימוש בנספח זה.

### א. ארגון

#### א.1.1. אחריות וסמכות

האחריות, הסמכות וקשרי הגומלין בין כל הגורמים המנהלים, המבצעים והבודקים את השפעת איכות הייצור על טיב המוצר המוגמר צריכים להיות מוגדרים וממוסדים, כולל הגורמים הזקוקים לחופש ארגוני וסמכות בכדי:

I. להתחיל פעילות שתמנע התרחשות של מוצר לא תואם.

II. לזהות, לתעד ולהתמודד עם כל סטייה באיכות המוצר.

#### א.1.2. נציג ההנהלה לבקרת אבטחת הייצור

לכל מפעל לייצור אגרגט לרבד חצץ בזלתי, המיועד למנהרות מסילות ברזל, ימנה היצרן אדם בעל סמכות מתאימה ע"מ להבטיח כי הדרישות המוכתבות בנספח זה תמולאנה ותשמרנה לאורך זמן.

#### א.1.3. בקרת הניהול

מערכת אבטחת הייצור של המפעל, שאומצה בכדי לספק את דרישות נספח זה, תבוקר ותבחן במרווחי זמן מתאימים ע"י ההנהלה בכדי להבטיח את התאמתו המתמשכת והאפקטיביות שלו. תיעוד ביצועי בקרות מעין אלו יהיו זמינים.

### א.2. תהליכי בקרה

היצרן ימסד ויעדכן מדריך לתהליכי בקרת הייצור במפעל כך שיסופקו דרישות אבטחת הייצור במפעל.

#### א.2.1. מסמכים ובקרת מידע

מסמכים ובקרת מידע יכללו את אותם מסמכים ומידע שהנם רלבנטיים לדרישות מפרט זה ואשר מכסים את תחומי הרכישה, ייצור, בדיקת החומרים ומסמכי בקרת האיכות במפעל הייצור.

הליך הנוגע לניהול מסמכים ומידע יתועד במדריך בקרת הייצור המכסה תהליכים ותחומי אחריות לאישור, הוצאה, הפצה וניהול של תיעוד ומידע פנימי וחיצוני וכן את ההכנה, הוצאה ותיעוד של שינויים בדוקומנטציה.

#### א.2.2. שירותי קבלן משנה

במקרה שחלק מהתהליך הנו בקבלנות משנה של היצרן יוקמו אמצעי בקרה. היצרן יחזיק באחריות הכוללת עבור כל חלק מהפעילות בקבלנות משנה.

### 2.3.א מידע על חומר הגלם

יהיה קיים תיעוד המפרט את אופי חומר הגלם, מקורו ובמקרים המתאימים, מפה אחת ו/או יותר המפרטת את המיקום ואת תכנית ההפקה. באחריות היצרן להבטיח כי אם יזוהו חומרים מסוכנים הרי שתכולתם לא תהיה מעבר לגבולות שנקבעו כמותרים במקום יישומם.

### 3.א ניהול הייצור

- מערכת בקרת הייצור במפעל תמלא אחר הדרישות המפורטות להלן:
- (א). יהיו בנמצא הליכים לזיהוי ובקרת החומרים. ניתן לכלול הליכים לתחזוקה והתאמת ציוד ייצור, עריכת בדיקות ו/או ניסיונות במדגמי חומר במהלך תהליך הייצור, שיפור תהליך הייצור במשך מזג אוויר גרוע וכד'.  
(ב). יהיו בנמצא הליכים לזיהוי ובקרה עבור כל החומרים המסוכנים שזוהו בסעיף 2.3.א על מנת להבטיח שתכולתם לא תהיה מעבר לגבולות שנקבעו כמותרים במקום יישומם.  
(ג). יהיו בנמצא הליכים על מנת להבטיח כי החומר יונח בערימה בצורה מבוקרת ומקומות האחסון ותכולתם יזוהו.  
(ד). יהיו בנמצא הליכים על מנת להבטיח כי החומר שנלקח מהמערום לא הדרדר באופן כזה שתאימותו מוטלת בספק.  
(ה). החומר יהיה בר זיהוי עד לנקודת השיווק בכל הנוגע למקורו וסוגו.

### 4.א פיקוח ובדיקה

#### 4.1.א כללי

היצרן אחראי לכך שיהיו ברשותו כל המתקנים הנחוצים, ציוד וצוות מיומן לביצוע הפיקוח והבדיקות.

#### 4.2.א ציוד

באחריות היצרן לבקרה, כיול ותחזוקה של ציוד המדידה, הבדיקה והפיקוח. דיוק ותדירות הכיול יהיו בהתאם לתקן האירופאי EN 932-5. כל שימוש בציוד יהיה בהתאם להליכים מתועדים. הציוד יהיה בר זיהוי חד ערכי. יישמרו רשומות הכיול.

#### 4.3.א תדירות ומיקום הדגימה, הבדיקות והפיקוח

- מסמכי בקרת הייצור יכילו תיאור של תדירות ואופי הפיקוח. תדירות הדגימה והבדיקות במידת הצורך יבוצעו בהתאם למפורט בטבלה מס' א.1.
- הערות** - תדירות הבדיקות קשורה בד"כ לתקופות הייצור. תקופת ייצור מוגדרת כשבוע שלם, חודש או שנה של ימי עבודת ייצור.
- הדרישות לבקרת הייצור במפעל יכולות לכלול גם בדיקה ויזואלית.
  - כל סטייה המצוינת ע"י בדיקות אלו יכולה להוביל להגדלת תדירות הבדיקות.
  - כאשר הערך המדוד קרוב לגבול המפרט הזה, יכול להיות שיש צורך בהגדלת התדירות.
  - תחת תנאים מיוחדים ניתן להקטין את תדירות הבדיקות מתחת לאלו המופיעות בטבלה מס' א.1. תנאים אלו יכולים להיות כמפורט להלן:

- (א). ציוד ייצור בעל מיכון גבוה.  
 (ב). ניסיון ארוך טווח עם עקביותן של תכונות מיוחדות.  
 (ג). מקורות בעלי תאימות גבוהה.  
 (ד). ביצוע מתמשך של מערכת ניהול איכות.
- היצרן יכין לוחות זמנים לתדירות הבדיקות תוך התחשבות בדרישות המינימאליות המפורטות

בטבלה מס' א.1.

סיבות להקטנת תדירות הבדיקות יתוארו במסמכי בקרת הייצור במפעל.

**טבלה מס' א.1**

**תדירויות בדיקה מינימאליות לשימוש כללי**

תדירות בדיקה מינימאליות	שיטת הבדיקה	תכונה	
בדיקה אחת בשבוע ו/או כל 2000 טון	EN 933-1	דירוג - Grading	1
בדיקה אחת בשבוע ו/או כל 2000 טון	EN 933-1	חלקיקים דקים – Fine particles	2
בדיקה אחת בשבוע ו/או כל 2000 טון	EN 933-1	תכולת דקים – Fines	3
בדיקה אחת בחודש	EN 933-3 EN 933-4	צורת הגרגיר – Particle shape	4
בדיקה אחת בחודש	-----	אורך הגרגיר – Particle length	5
בדיקה אחת בשבוע ו/או כל 2000 טון	EN 1097-2	התנגדות לשחיקה - לוס אנג'לס Resistance to fragmentation (Los Angeles)	6
בדיקה אחת בשבוע ו/או כל 2000 טון	EN 1097-1	התנגדות לבלייה (מיקרו-דוול) Resistance to wear (micro Deval)	7
בדיקה אחת בחודש ו/או כל 2000 טון	EN 1097-6 : 2000 Annex B	צפיפות הגרגיר – Particle density	8
בדיקה אחת בחודש ו/או כל 2000 טון	EN 1097-6 : 2000 Annex B	ספיגות למים – Water absorption	9
ארבע בדיקות בשנה	EN 1367-3	Sunburn - Sonnenbrand	10
כאשר נדרש ו/או כשיש ספק	-----	שחרור חומרים מסוכנים Release of Dangerous substances	11

**5.א תיעוד**

תוצאות בקרת הייצור במפעל יתועדו כולל מיקומן של הדגימות, תאריכים ומועדים ומוצרים שנבדקו בכל מידע רלבנטי אחר, לדוגמא, תנאי מזג האוויר. כאשר המוצר הנבדק ו/או הנבחן אינו מספק את הדרישות המופיעות במפרט, או אם יש אינדיקציה שכך עומד להתרחש, תירשם הערה בתיעוד הצעדים שנקטו במטרה לטפל במצב (כלומר, ערכת בדיקה חדשה ו/או מדידות לתיקון הליך הייצור). המסמכים הדרושים ע"י כל הפסקאות של נספח זה יהיו כלולים. המסמכים יישמרו למשך כל "התקופה הסטטוטורית" לפחות. **הערה** – "התקופה הסטטוטורית" הנה תקופת הזמן שבה קיימת דרישה לשמירת מסמכים בהתאם לנהלים התקפים במקום הייצור.



## 6.א. בקרת מוצר לא-תואם

- לאחר ביצוע הבדיקה ו/או הניסוי המצביעים על כך שהמוצר אינו תואם יבוצעו אחד מההלכים הבאים:
- (א). תהליך עיבוד חוזר, ו/או;
- (ב). ניתוב החומר ליישום אחר אליו הוא מותאם, ו/או;
- (ג). דחייה וסימון כלא מתאים.
- כל מקרי אי-ההתאמה יתועדו ע"י היצרן, ייבדקו ובמידת הצורך יינקטו פעולות תיקון.
- הערה** – פעולות התיקון יכולות לכלול:
- (א). בדיקת הסיבה לאי-התאימות כולל בחינת תהליך הבדיקה וביצוע כל ההתאמות הנדרשות.
- (ב). אנליזת התהליך, הביצועים, מסמכי האיכות, מסמכי השירות ותלונות הצרכן ע"מ לאתר ולמנוע סיבות אפשריות לאי-התאמה.
- (ג). אתחול פעולות מונעות במטרה להתמודד עם בעיות לרמה המתאימה לסיכונים האפשריים.
- (ד). הוספת בקרים במטרה להבטיח כי פעולות מתקנות ברות השפעה בוצעו.
- (ה). יישום ותיעוד שינויים בתהליכים הנובעים מפעולות מניעה.

## 7.א. שינוע, אחסון והתניות באזורי הייצור

- היצרן ינקוט בכל ההסדרים הנחוצים ע"מ לשמור על איכות המוצר במשך תהליך השינוע והאחסנה.
- הערה** – הסדרים אלו ייקחו בחשבון את הנושאים המפורטים להלן:
- (א). זיהום המוצר.
- (ב). סגרגציה.
- (ג). ניקיון ציוד השינוע ואזורי האחסון.

## 8.א. שילוח ואריזה

### 8.1.א. שילוח

- מערכת בקרת הייצור במפעל של היצרן תגדיר את תחום אחריותו בכל הקשור לאחסון והובלה.
- הערה** – כאשר האגרגטים מובלים בתפוזרות ייתכן שיש צורך בכיסוי ו/או בהובלה בצובר במטרה להפחית את הזיהום.

### 8.2.א. אריזה

- באם האגרגטים מובלים בצורת צובר הרי שהחומרים והשיטות הבאות לידי שימוש תהינה כאלה שלא תגרומנה לזיהום או להפחתת איכותם של האגרגטים לרמה כזאת שתביא לשינוי משמעותי בתכונותיהם לפני הוצאת האגרגטים מהצובר.
- כל אמצעי הזהירות הנדרשים במטרה להשיג זאת במשך תהליכי השינוע והאחסון של האגרגטים "הארוזים" יהיו מסומנים על "האריזה" ו/או במסמכים המלווים.

### 9.א. הדרכת הצוות

- היצרן יקים וישמור לאורך זמן הליכים לצורך הדרכת כל אנשי הצוות המעורבים במערכת הייצור במפעל. תיעוד מתאים של הדרכה יישמר לאורך זמן.