

2026.07.22

ח' מנחם-אב ה'תשפ"ו

פרוייקט: גשר המע"ר – מעלה אדומים

מפרט מיוחד: עבודות צביעה

1. דרישות סף מקבלי ומפעלי הצביעה

- **אישורים מראש:** יש לאשר מראש ובכתב מול המזמין והפיקוח את קבלת מערכות הצבע, חומרי הגלם ומפעל הצביעה. אין להעביר את עבודות הצביעה לקבלני משנה ללא קבלת אישור מראש.
- **הסמכת איכות:** קבלן הצבע ומפעל הצביעה יהיו בעלי מערכת בקרת איכות מאושרת ומסומכת לפי תקן ISO 9002 (או ISO 9001).
- **נוכחות מקצועית:** חל איסור מוחלט לבצע עבודות צביעה במפעל או באתר ללא נוכחות מנהל עבודה (מנ"ע) מקצועי במקום. זאת בנוסף לפעילותה השוטפת של מחלקת בקרת האיכות של הקבלן.
- **תיקונים והשלמות באתר:**
 - ככלל, כל האלמנטים יגיעו לאתר כשהם צבועים במלואם.
 - ברכיבים המיועדים לריתוך בשטח לאחר הצביעה, יש להשאיר מרווח של 5 ס"מ מהקצה. מרווח זה ייצבע במדורג בשכבות מערכת הצבע הרלוונטית.
 - באחריות הקבלן ועל חשבונו להשלים את כל עבודות תיקוני הצבע הנדרשים באתר לאחר ההרכבה או הריתוך, לרבות תיקון פגיעות מכניות שנגרמו על ידי צדדים שלישיים.
- **בקרת איכות ומסמכים להגשה:** מערכת בקרת האיכות של הקבלן תגיש לכל מנת ביצוע את המסמכים הבאים:
 - טופסי בחינת צביעה מלאים.
 - אישורי התאמה (COC) של חומרי הגלם ובדיקת תוקפם.
 - תעודות מעבדה רשמיות מיצרן הצבע לכל מנת צבעים.
 - עבור צבע יסוד אפוקסי עשיר אבק: תעודת מעבדה המאשרת תכולת אבק של 77% לפחות במשקל הפילם היבש.
 - תעודת מעבדה המעידה כי שכבת הצבע העליונה היא פוליאוריטן אליפטי. כל הצבעים במערכת יהיו מסוג הניתן לצביעה חוזרת (Re-coatable).
- **טופס שחרור להובלה:** לא ישוחרר אף רכיב להובלה לשטח ללא אישור חתום על "טופס שחרור להובלה", הכולל רשימת מעקב (Check List) על מילוי טפסי הבחינה, אישורי ההתאמה והתוקף.

חתימת קבלן

רח' מרכוס 6 ירושלים 92233 טל: 02-5612463 פקס: 02-5612459
 דוא"ל: office@groucho-eng.com

בס"ד

- **אחריות הקבלן:** פיקוח מכל סוג שהוא אינו בא במקום בקרת האיכות הפנימית של מפעל הצביעה, ואינו פוטר את קבלן הצבע מאחריותו המלאה והבלעדית לטיב העבודה, לאיכותה ולעמידות מערכת ההגנה נגד קורוזיה.

חתימת קבלן

רח' מרכוס 6 ירושלים 92233 טל: 02-5612463 פקס: 02-5612459
דוא"ל: office@grouchko-eng.com

2. תנאים סביבתיים וניהול סביבת העבודה (במפעל)

- **איכות חומרים ובטיחות:** הצביעה תבוצע אך ורק בחומרים המאושרים על ידי הרשויות המוסמכות בהיבטי בטיחות, אקולוגיה וגיהות, ושעברו את אישור המזמין מבחינה מקצועית.
- **הפרדת אזורי עבודה:** חובה לקיים הפרדה מוחלטת ומבנית בין אזור הניקוי בגרגירים שוחקים (הכנת השטח) לבין אזור יישום הצבע.
- **סביבת הצביעה:** עבודות הצביעה יבוצעו באולם סגור או בשטח מקורה ומקומם מתחת לסככה, ללא חשיפה לרוחות, גשם, שמש או אבק.
- **אחסון וציוד במפעל:** החלקים יונחו על גבי מעמדים מתאימים מעל רצפת בטון או אספלט נקייה, בגובה של 40-60 ס"מ מהרצפה. למפעל יהיה אזור מסודר ומיועד לאחסון צבעים, מדללים וכלים. ברשותו יהיו מכשירי בדיקה לבקרת איכות בעלי אישור תקינות וכיול תקף על ידי גורם חוץ מוסמך.
- **איסור ציפוי אלקטרוניטי:** חל איסור מוחלט על שימוש בברגים, אומים ודיסקיות המצופים באבץ קר (גלון אלקטרוניטי).

3. דרישות כלליות לעבודות מתכת וצביעה

בקרת איכות ותנאי יישום

- **דו"חות בחינה:** מערכת ביקורת האיכות של המפעל תנהל דו"חות בחינה מפורטים הכוללים באופן שוטף: רישום תנאים סביבתיים (מזג אוויר, טמפרטורה, לחות ונקודת טל במהלך כל שלבי העבודה), בדיקות הכנת שטח, עובי צבע, הידבקות ובדיקות חזותיות (בדיקה חזותית של 100% לכל שכבה ושכבה).
- **מידת עובי צבע יבש (DFT):**
 - אין לקבל קריאות עובי צבע יבש בודדות הנופלות מ-80% מעובי הצבע היבש הנומינלי המוכתב.
 - ניתן לקבל ערכים בודדים בין 80%-ל-100% מעובי הפילם היבש הנומינלי, בתנאי שהעובי הממוצע שנמדד באותו אזור שווה לעובי הנומינלי או עולה עליו.
- **עבודה נקייה ומוגנת:** העבודה תבוצע בלבוש מלא, נקי, לבן ומתאים (בד שאינו משיר חוטים או סיבים), הכולל שרוולים ארוכים, כפפות נקיות וכיסויי נעליים לבן חדש. זאת על מנת למנוע לחלוטין זיהום של השטח לפני הצביעה ובין השכבות (מזיעה, שומן וכו'). יש לנקות רסס יתר (Over Spray) בין השכבות ולמנוע הצטברות אבק צבע יבש על השכבה העליונה.
- **הובלה, אריזה ואחסון:** באחריות קבלן הצביעה לארוז את כל החלקים למשלוח באופן מקצועי עם הפרדה מתאימה ביניהם כדי למנוע פגיעות מכניות בהובלה. הרמות והנפות של אלמנטים צבועים יבוצעו אך ורק באמצעות רצועות וחגורות לא מתכתיות (חל איסור על שימוש בכבלים או שרשראות מתכת).

חתימת קבלן

טיפול בפלדה והכנת שטח (באחריות המסגר/קבלן המתכת)

- **שלביות:** כל עבודות הריתוך יסתיימו לחלוטין לפני תחילת עבודות הכנת השטח והצביעה.
- **איכות הריתוך והשחזה (תקן ISO 8501-3 Grade P3):**
 - עבודות המתכת וטיפול בפגמי שטח יהיו לפי דרגה **Grade P3** של תקן **ISO 8501-3**.
 - הריתוכים יהיו מלאים, רציפים וחלקים. יש להסיר באופן מוחלט את כל שלקות הריתוך, נתזי הריתוך, הפיקים והקשקשת. יש להשחז ולעגל את תפרי הריתוך.
 - יש לבצע ריתוכי אטימה מלאים ורציפים ב-100% מהמרווחים הצרים והנקיקים למניעת חדירת לחות.
 - חל איסור להשאיר חללים פנימיים פתוחים לאטמוספירה כדי למנוע קורוזיה פנימית; כל החלקים הללו ייאטמו בריתוך מלא.
- **עיגול קצוות:** יש לעגל פינות חדות, שפות קונסטרוקציה וקצוות (**Edges**) לרדיוס של **3 מ"מ**
- **לפחות** לפני התזת הגרגירים והצביעה. תכנון הרכיבים יבטיח גישה נוחה לכלי ההתזה והצביעה בכל הפינות וצלעות ההקשחה.
- **פתחי שחרור בצלעות הקשחה (Notches):** פתחי שחרור, במידה ויבוצעו, יהיו בעלי רדיוס של **50 מ"מ לפחות** כדי לאפשר גישה לניקוי וצביעה בתוכם, ויירתמו מכל צדדיהם בריתוך מלא ורציף.
- **מניעת כיסי מים:** יש להימנע מיצירת שטחי חפייה ומרווחים צרים, ולוודא ניקוזים מתאימים למניעת הצטברות מים עומדים ולכלוך. במידת הצורך, יש לאטום נקיקים ולעגל זוויות חדות באמצעות חומר אטימה או מרק אפוקסי/פוליאסטר שיאושרו מראש ובכתב על ידי המהנדס.

תנאים אטמוספריים (במהלך הכנת השטח והצביעה)

- הלחות היחסית באזור העבודה תהיה **נמוכה מ-85%**.
- טמפרטורת המתכת תהיה **מעל 15°C**.
- טמפרטורת המתכת תהיה לפחות **3°C מעל נקודת הטל**.
- במהלך יישום הצבע, טמפרטורת המתכת לא תעלה על **35°C**, והצביעה תבוצע במקום מקורה ומוצל בלבד.

חתימת קבלן

ניקוי אברזיבי (התזת גרגרים) לרמת ניקיון Sa 2.5 לפי תקן ISO 8501-1

- הניקוי האברזיבי יבוצע בסככה סגורה ומעל רצפת בטון.
- יש להשתמש באוויר דחוס יבש ונקי לחלוטין משמן ומים, באמצעות מייבש אוויר מתאים ומלכודות ייעודיות.
- הניקוי יבוצע באמצעות גרגרים משוננים (Grits) המאושרים מראש ובכתב על ידי משרד העבודה והמפקח, ליצירת דרגת החספוס והניקיון הנדרשת.
- **חומרים מאושרים לדוגמה:** גרגרי פלדה GH 40-50 (כדור שבור), גרנט (Garnet), גרגרי אלומיניום סיליקט, או J-Blast / Copper Slag Grit. **חל איסור מוחלט על שימוש בבזלת.**
- שימוש בחומרי שחיקה אחרים יותנה באישור ספציפי בכתב ולאחר ביצוע בדיקות מעבדה (פילוג גדלים, רמת מלחים, חומר נמס בחומצה וכד') ומסירת תעודות טיב מהספק.
- הניקוי האברזיבי יבוצע תוך שימוש במסכות מגן ייעודיות המוזנות באוויר ומזגן, תאורת בטיחות של 24 וולט וציוד מוגן פיצוץ ושריפה.
- **פרופיל חספוס:** יצירת חספוס של **50-70 מיקרון**. באזור מדברי חשוב במיוחד להקפיד על ניקוי יסודי של שאריות אבק מהשטח המותז (באמצעות שאיבה או אוויר דחוס יבש) לפני יישום שכבת היסוד, שכן אבק מדברי פוגע קשות באדהזיה (הידבקות הצבע).

יישום הצביעה במפעל

- יש למרוח שכבות פספוס (Stripe Coats) באמצעות מברשת על גבי ריתוכים, פינות חדות ואזורים קשים להתזה בכל שכבות המערכת (יסוד, ביניים ועליון).
- אין להרשות נזילות צבע. מספר השכבות בפועל יותאם להשגת עובי הפילם היבש הכולל המוגדר במפרטים.
- זמן הייבוש וההקשיה הסופי של החלקים לפני הובלתם לשטח יהיה **4 ימים לפחות**.

כדי להבטיח עמידות של מערכת צבע למשך **25 שנה ללא תיקון** (המוגדרת בתקינה הבינלאומית כעמידות גבוהה מאוד עד קיצונית, **Very High / Extreme** לפי תקן ISO 12944-5), יש להתחשב באקלים של אזור מעלה אדומים.

בהתחשב באקלים של מעלה אדומים – המתאפיין בלחות נמוכה מאוד, אך מנגד בקרינת UV קיצונית ושחיקה פיזיקלית מתמדת כתוצאה מרוחות המסיעות אבק וחול מדברי – אנו זקוקים לשכבה עליונה קשיחה, עמידה במיוחד לשחיקה (Abrasion Resistant) ובעלת יציבות כימית פנומנלית תחת שמש מדברית קופחת, כדי להבטיח שהמערכת לא תתקלף, תסדוק או תישחק לאורך 25 שנה.

חתימת קבלן

רח' מרכוס 6 ירושלים 92233 טל: 02-5612463 פקס: 02-5612459
דוא"ל: office@groucho-eng.com

מבנה שכבות הצבע (מערכת פוליסילוקסן מתקדמת)

כדי לעמוד ב-25 שנות שמש ושחיקת חול במדבר, נדרשת מערכת המבוססת על טכנולוגיית פוליסילוקסן (Polysiloxane) בשכבה העליונה:

שלב / שכבה	סוג החומר	תפקיד הנדסי	עובי פילם יבש מומלץ (DFT)
1. שכבת יסוד (Primer)	אפוקסי עשיר אבץ דו-רכיבי (Zinc-Rich Epoxy)	הגנה קתודית והקרבתית על הפלדה. מונעת התפתחות חלודה מתחת לצבע במקרה של שריטה או פגיעה פיזית מחלוקי נחל או אבנים.	70–80 מיקרון
2. שכבת ביניים (Intermediate)	אפוקסי בילד גבוה משוריין (High-Build Epoxy)	שכבה מקשרת המעניקה נפח ועובי מכני למערכת, תוך הגנה על שכבת היסוד.	100–120 מיקרון
3. שכבה עליונה (Topcoat)	אקריליק-פוליסילוקסן (Acrylic Polysiloxane) או פוליאורטן אליפטי בעל קשיחות גבוהה	שכבת הדגל לתנאי מדבר. פוליסילוקסן הוא שרף היברידי (אורגני-אי-אורגני) המציע עמידות חסרת תקדים לקרינת UV (אינו דוהה או מתקרטון כלל), קשיחות פיזיקלית קיצונית נגד שחיקת אבק וחול, ועמידות מעולה בהפרשי טמפרטורה.	80–100 מיקרון
סה"כ עובי מערכת	מערכת הגנה אקלימית מותאמת שמש ושחיקה	עמידות מקסימלית לקרינת UV ושחיקה פיזיקלית	250–300 מיקרון

חתימת קבלן