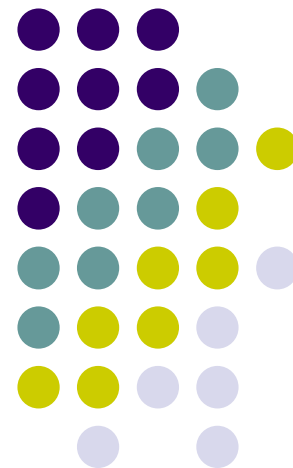


כשלים בצבע שמקורם בהכנת שטח לקויה ותפקידי המפקח המקצועי

שי ליטני

מהנדס צבע וציפויים - צביעה תעשייתית / ימית
ייעוץ-תכנון, מפרטים, פיקוח, בקרת-איכות
יו"ר "הפורום הישראלי לקורוזיה" - לשכת המהנדסים
מפקח ציפויים מוסמך NACE Coating Inspector CIP-3

shay.litani@gmail.com 0523-995797



מדוע נדרשת הכנת שטח

השגת דרגת ניקיון מספקת להידבקות מקסימלית של הצבע.

- הסרת לכלוך ומזהמים (נראים ולא נראים)
- הסרת חלודה
- הסרת קסקסת ושאריות ערגול

חספוס פני השטח

- הכנת חספוס בפני השטח, לאחיזת/הדבקות הצבע על הפלדה.

שלבי הכנת שטח פלדה לצביעה

- שטיפות במים - להסרת מלחים, זיהומים, והסרת/המסת שומנים
- השחזת ריתוכים וקצוות חדים
- ניקוי מכני או אברזיבי – לניקוי וחספוס פני הפלדה
- ניקוי אבק

מלח על הפלדה

מלח - זיהום בלתי נראה אחראי במידה רבה לכשלים בצבע (בד"כ שלפוחיות/בועות).
ברוב המקרים הכשלים מתגלים בצבעים אורגניים בתנאי טבילה.

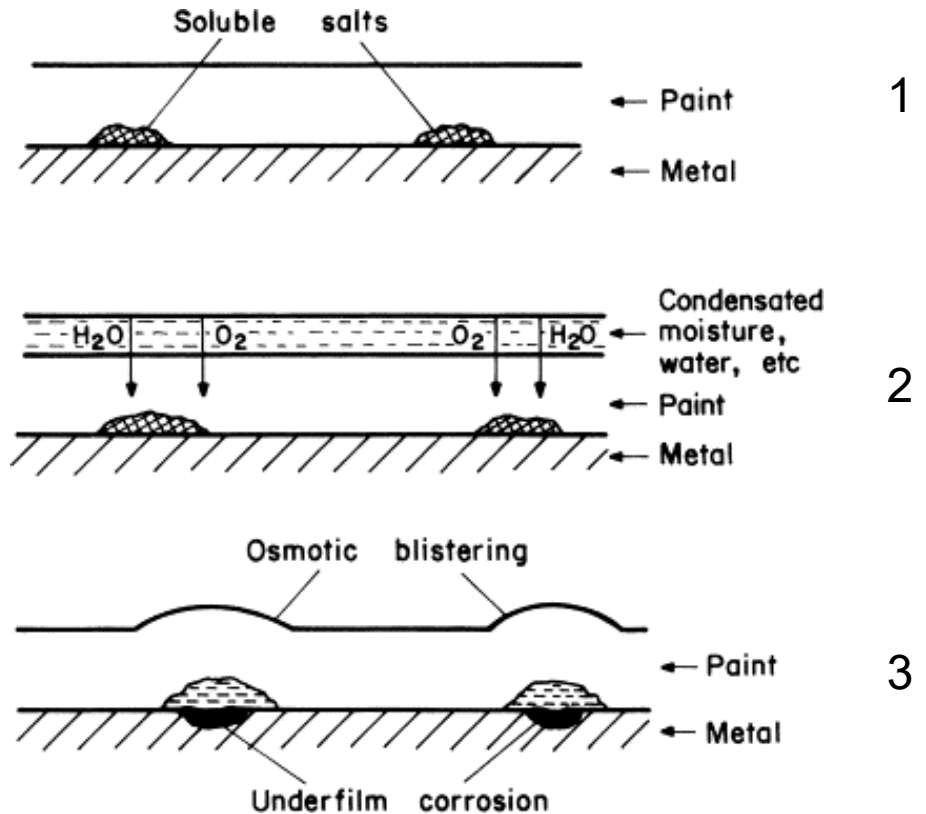
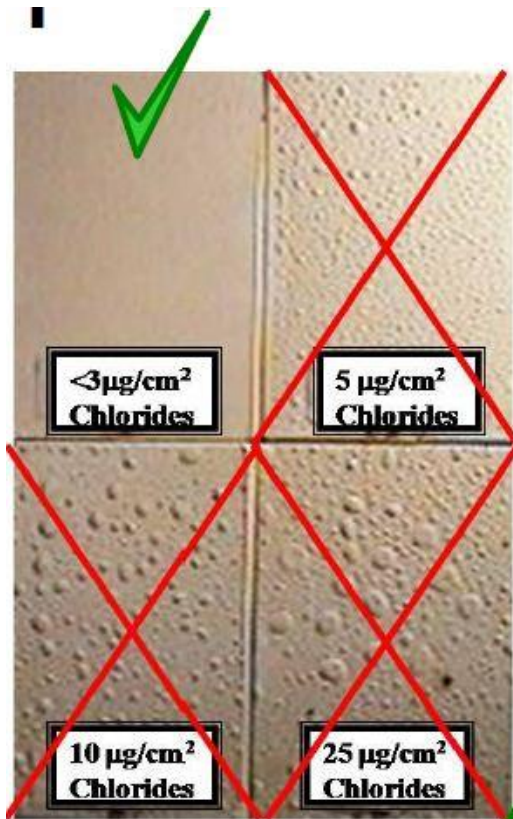
תקן : SSPC SP-1

שטיפות במים להסרת מלחים ושומנים :

שטיפה במים בלחץ גבוה (100-120 אטמ"י) עם דטרגנט להסרת שומנים.

שטיפה במים בלבד – להסרת הדטרגנט ושאריות לכלוך.

מלח על הפלדה מתחת לצבע – יגרום לשלפוחיות !



שיטות למדידת מלח על פני הפלדה

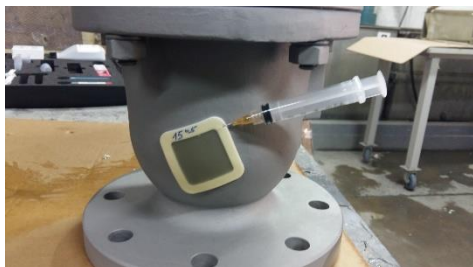


Fig. 1: Bresle patches come in various sizes.

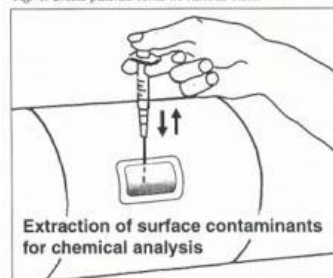


Fig. 2: A syringe is used to perform the sampling.



Bresle Test, ISO 8502-6

מדידת מוליכות חשמלית של המים –
ערך מחושב: כמות מלח לשטח.

מזהה כלורידים, סולפטים וניטריטים
 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$; mg/m^2

Potassium Ferricyanide

זיהוי איכותי של מלחים (לא כמותי)
מתיזים מים מזוקקים, הופעת נקודות כחולות = מלח.

Sleev Test

מזהה כלורידים בלבד.
שפשוף עדין 2 דקות.

שפופרת "Kitagawa", $\text{ppm} = \mu\text{g}/\text{cm}^2$

כמויות מלח "מקובלות"

אין ערך אחיד/תקני.
 נקבע ע"י המתכנן / כותב המפרט.
 ערך זה תלוי בתנאי השירות ובתנאי החשיפה.

$$1 \text{ ppm} = 1 \mu\text{g}/\text{cm}^2 = 10 \text{ mg}/\text{m}^2$$

ערכים "מקובלים":

1. German research..... < **0-1.6** $\mu\text{g}/\text{cm}^2$
2. Swedish Standard..... < **2** $\mu\text{g}/\text{cm}^2$
3. US navy & NASA³..... < **3-5** $\mu\text{g}/\text{cm}^2$
4. Australian standard..... < **5** $\mu\text{g}/\text{cm}^2$
5. International Paints < **10** $\mu\text{g}/\text{cm}^2$
6. SSPC-SC-2 < **7** $\mu\text{g}/\text{cm}^2$
7. Elcometer 130 guide < **4** $\mu\text{g}/\text{cm}^2$

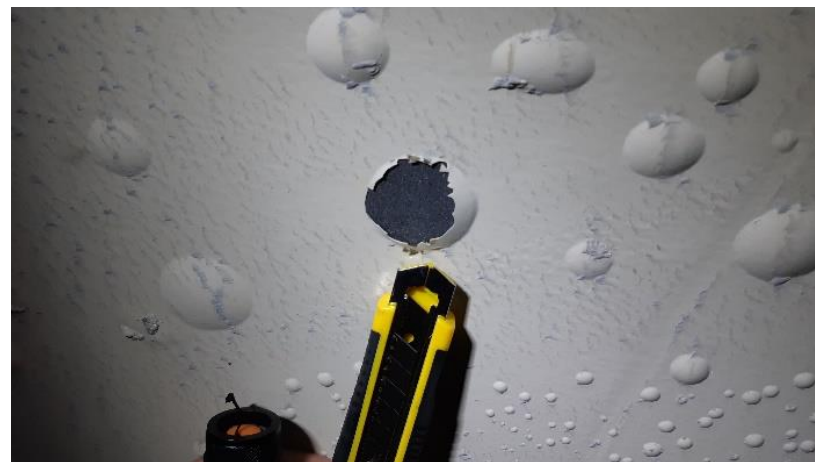
שיטות להסרת המלח מהפלדה

- ❖ מי ברז
- ❖ מים חמים
- ❖ ממיסי מלחים
- ❖ מים נטולי מלחים
- ❖ ניקוי אברזיבי (יבש/רטוב)

צנרת מי קירור – שלפוחיות בצבע



צנרת מי קירור – שלפוחיות בצבע



אנטומיה של כשל - 1

הגדרת הפרויקט : צביעת 2 צינורות "72 תת-קרקעית, עבודה בחלל מוקף. שלבים :

הסרה מלאה של המערכת הקיימת (SSPC SP-1) + ניקוי אברזיבי Sa 2½. יישום שתי שכבות צבע אפוקסי רב עובי, עובי כללי (2x300) 600 μ.

סיפור המעשה :

- הקבלן הראשי העביר את העבודה לקבלן משנה (מיישם מקצועי).
- קבלן המשנה "משך את הזמן" וניסה לבצע הכנת שטח בשיטות שונות.
- הקבלן הראשי "נעלם" - נוצר נתק תקשורתי בין המזמין לקבלן המשנה.
- הצינור היה נתיב קריטי בלויז הפרויקט, ההנהלה דרשה להפעיל את הצנרת.
- בגלל לחץ זמן הקבלן לא שטף במים, יישם שכבה אחת בלבד ויצא מהצינור.

התוצאה : בביקורת אחרי 8 חודשים התגלו בועות וקילופים בצבע.

נדרש לצבוע מחדש !

מפקח (מטעם המזמין) היה מגשר על בעיות התקשורת, מתריע על הלו"ז הקצר ומונע את הכשל.

אנטומיה של כשל - 2

לציתים כשל נכרס מסיבה בודדת,
לציתים מרצף של החלפות ואירועים שדוויים.

פרויקט דוגמה – צביעה בנמל

שלבי הפרויקט:

הסרת צבע ישן מסוג Coal Tar Epoxy מ"פיילים" בנמל.
יישום צבע אפוקסי רב-עובי עשיר מוצקים מתאים לתנאי טבילה בים.

הכנת שטח: ניקוי אברזיבי ל"מתכת כמעט לבנה" Sa-2½ (NACE 2 / SSPC SP-10)
עומק חספוס 50-100 מ.

המפרט מאפשר יישום 3 מערכות צבע עם ניסיון טכני מוצלח מוכח בתנאים זהים
(Successful case history)

אירוע כשל "מתגלגל"

גורם מספר 1

נבחר קבלן בעל ניסיון רב בביצוע עבודות תשתית בנמלים, כולל ניסיון בהתקנת "פיילים" ובביצוע ריתוכים של מבנים ימיים.

הקבלן מוכר לשלטונות הנמל לטובה מפרויקטים קודמים.

לרוע המזל –

לקבלן אין ניסיון בהכנת שטח וביישום צבע.

אירוע כשל "מתגלגל"

גורם מספר 2

העבודה הועברה מהקבלן הראשי לקבלן משנה (מנוסה בעבודות צבע), אך ללא ניסיון בעבודה בסביבה ימית ובנמלים. העבודה התחילה בקיץ, בשמש. הפלדה על המזח הייתה חמה כמצב התחלתי.

מוקדם מאד התעוררו בעיות בגלל השמש והחום הרב הנוצר בניקוי האברזיבי – הצבע מסוג Coal Tar Epoxy התרכך, קצב הניקוי ירד והיה קשה להגיע לרמת הניקיון הנדרשת.

אירוע כשל "מתגלגל"

גורם מספר 3

כצפוי, העבודה לא התקדמה לפי הלו"ז המתוכנן, קבלן המשנה חיפש חלופות לקיצור לוחות הזמנים. התחילו ניקוי אברזיבי רטוב + כלים מכניים, אך לא הגיעו לרמת הניקיון הנדרשת. כדי לפצות על האיכות הנמוכה של הכנת השטח, קבלן הצבע בחר ליישם מערכת צבע "סלחנית" שהכיר מפרויקטים תעשייתיים אחרים (לא ימיים).

לרוע המזל, למרות שלמערכת הצבע החדשה היה יתרון בתהליך האשפרה שבוצע בתנאי סביבה חיצונית, היא לא התאימה לתנאי טבילה במי ים !

אירוע כשל "מתגלגל"

גורם מספר 4

עונות השנה התחלפו, לו"ז הפרויקט התארך וגלש לחורף.
הטמפי ירדו.

חלונות הזמן של הצבעים התארכו.

לקיצור הלו"ז הקבלן הזדרז להכניס את הפיילים למים.

הפיילים הוכנסו למים מוקדם מידיי.

הצבע התקלף ! גם בין שכבת היסוד לפלדה וגם בין השכבות !

אירוע כשל "מתגלגל"

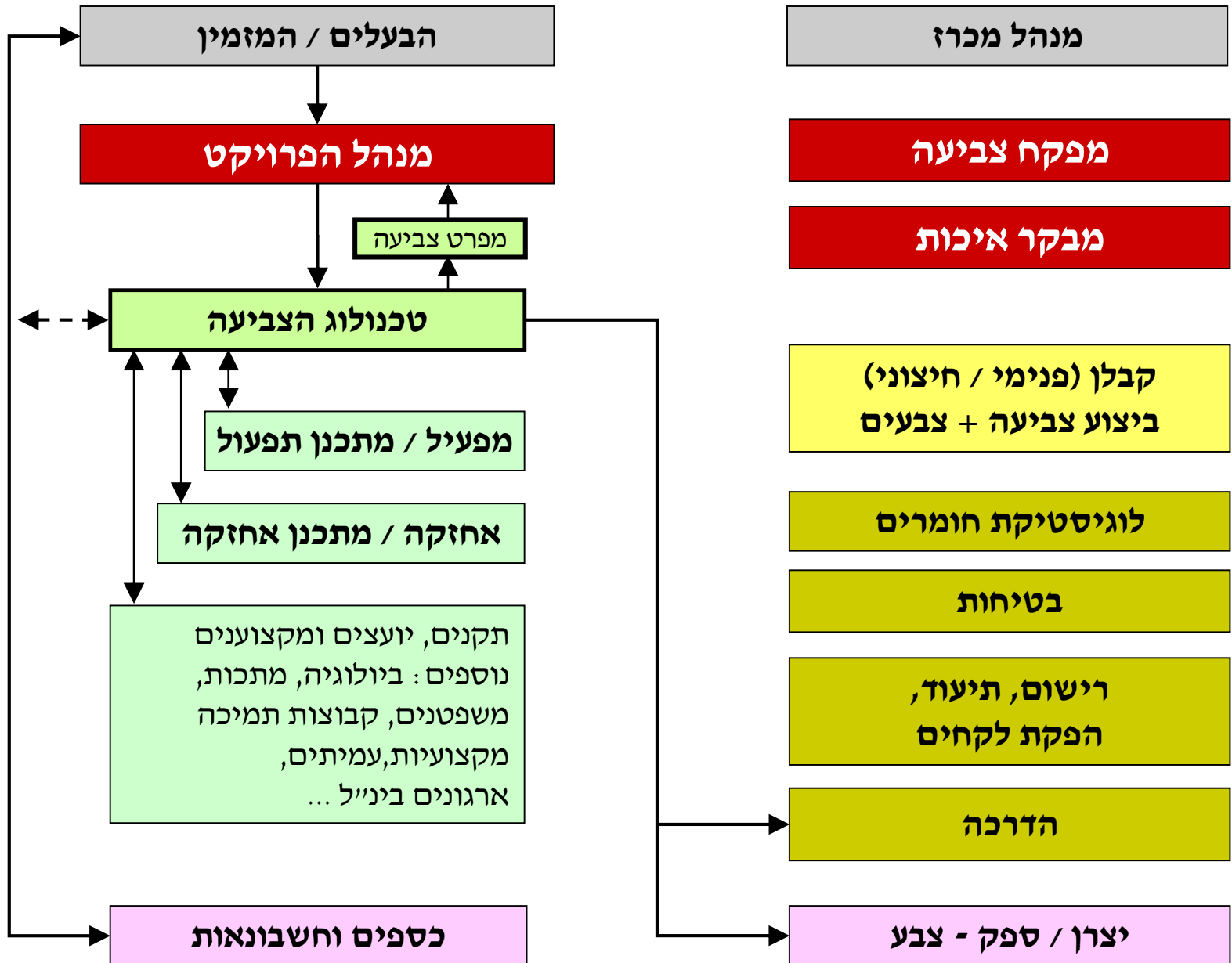
הפרויקט תוכנן טוב ונכון, עם דרישות נכונות מותאמות לסביבה וליישום.
אבל -

בזחילה איטית התנאים בשטח השתנו, בפועל לא התאימו לדרישה !

קבלן הצבע (קבלן המשנה) **קיבל החלטות** שהיו מנותקות מהתכנון המקורי.
העסקת קבלן הצבע בוצעה על סמך הכרות אישית ולא על בסיס מקצועי.
הקבלן לא ידע להתאים את העבודה לתנאי הסביבה המשתנים.

מפקח מקצועי היה צריך את הכסף המתאים

מי ומי בפרויקט צביעה (ISO 12944-8)



מפקח צבע [NACE]

אחריות

- לפעול כחלק מצוות יעיל לקידום איכותי של הפרויקט
- להבטיח עמידה בדרישות המפרט ומסמכי החוזה
- לתעד



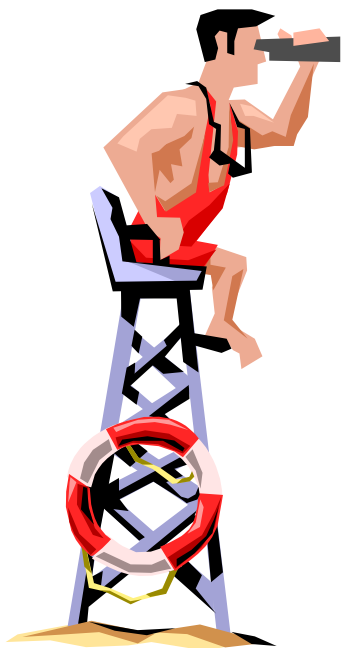
*Keep the Lights Flashing
But Get Out of the Car!*

המפקח חייב

- להתבונן 360°
- לבדוק איכות ("טכנאי בקרת איכות")
- לוודא התאמה לדרישות המפרט
- לדווח

לעיתים קיים פער (יקר) בין הפיקוח הנדרש למפקח המצוי !





תפקיד ותכונות המפקח

1. מקצוען בתחומו

2. אחראי

3. קביעת נוהלי עבודה מול הקבלן

4. התערבות במהלך העבודה

5. קבלת החלטות מול הקבלן

6. הפגנת ביטחון מול הקבלן

7. הקפדה על נהלים

8. עצירת עבודה

✓ סבלנות

✓ נחישות

✓ יושרה – טוהר מידות

למה "פיקוח צבע" אינו מובן מאליו ?

- חוסר מודעות (קורוזיה, נזקים, סיכונים, עלויות)
- חוסר ידע מקצועי - בלבול מושגים
- חוסר הבנה של חשיבות הפיקוח הצמוד בצבע
- זלזול - "זה רק צבע"
- אי ידיעת ה"מחיר" של פרויקט לא מבוקר
- פיקוח עולה כסף ! ...

מפקח מקצועי (מוסמך) מוביל את הפרויקט בהצלחה ומבטיח את משך חיי הצבע להגנה על הפלדה לשנים רבות.

שאלות ?
תשובות ...



תודה רבה