



# בחירת ציפוי/צבע טיפול שטח

משה גרף – יעוץ בציפוי וצבע ומניעת קורוזיה

[Graff\\_m@zahav.net.il](mailto:Graff_m@zahav.net.il)

טל' 052-2218982

# מתלבט מה לבחור?



## מספר אפשרויות לבחירה

ציפוי ניקל

תמורה  
לאלומיניום

ציפוי זהב

פסיבציה

אנודיז

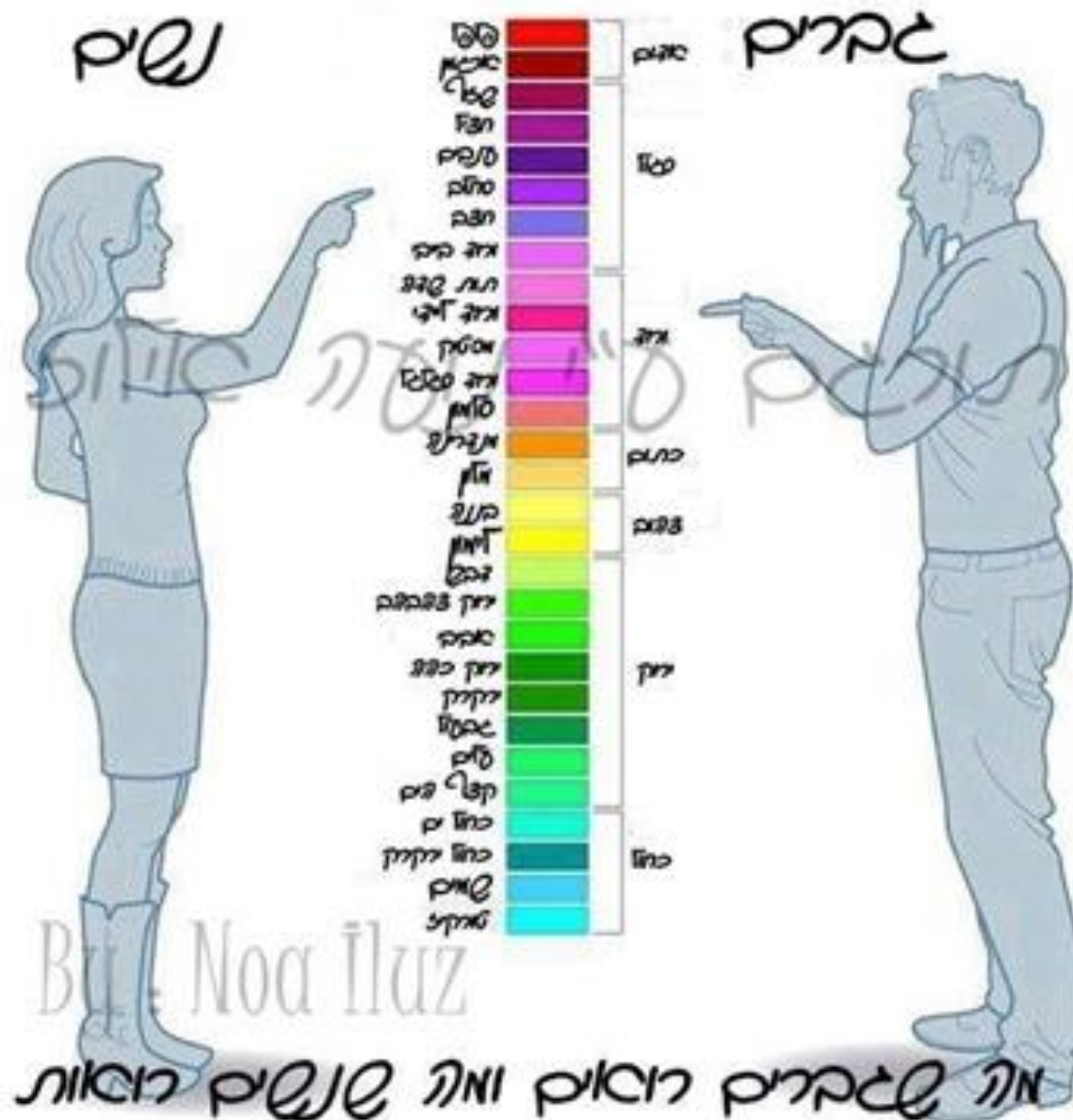
צבע רטוב סיליקון

צבע אבקה

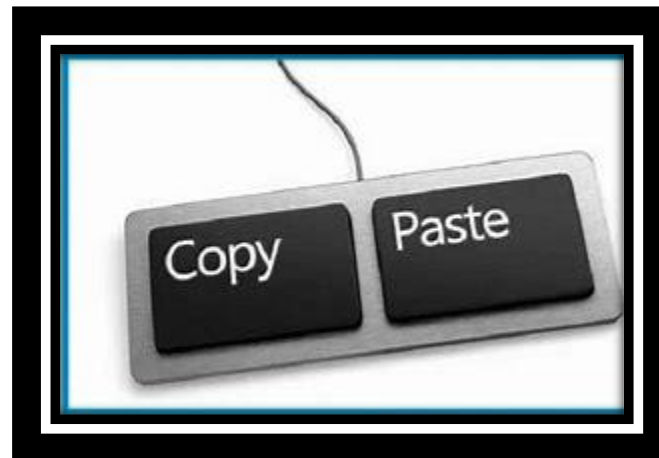
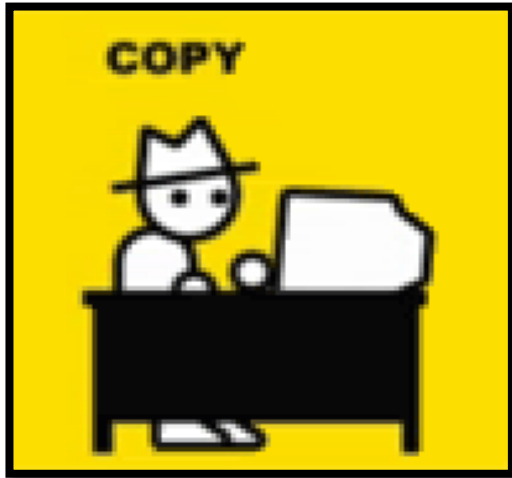
באיזה ציפוי/צבע לבחור???



# בחירת (הגדרת) גוון

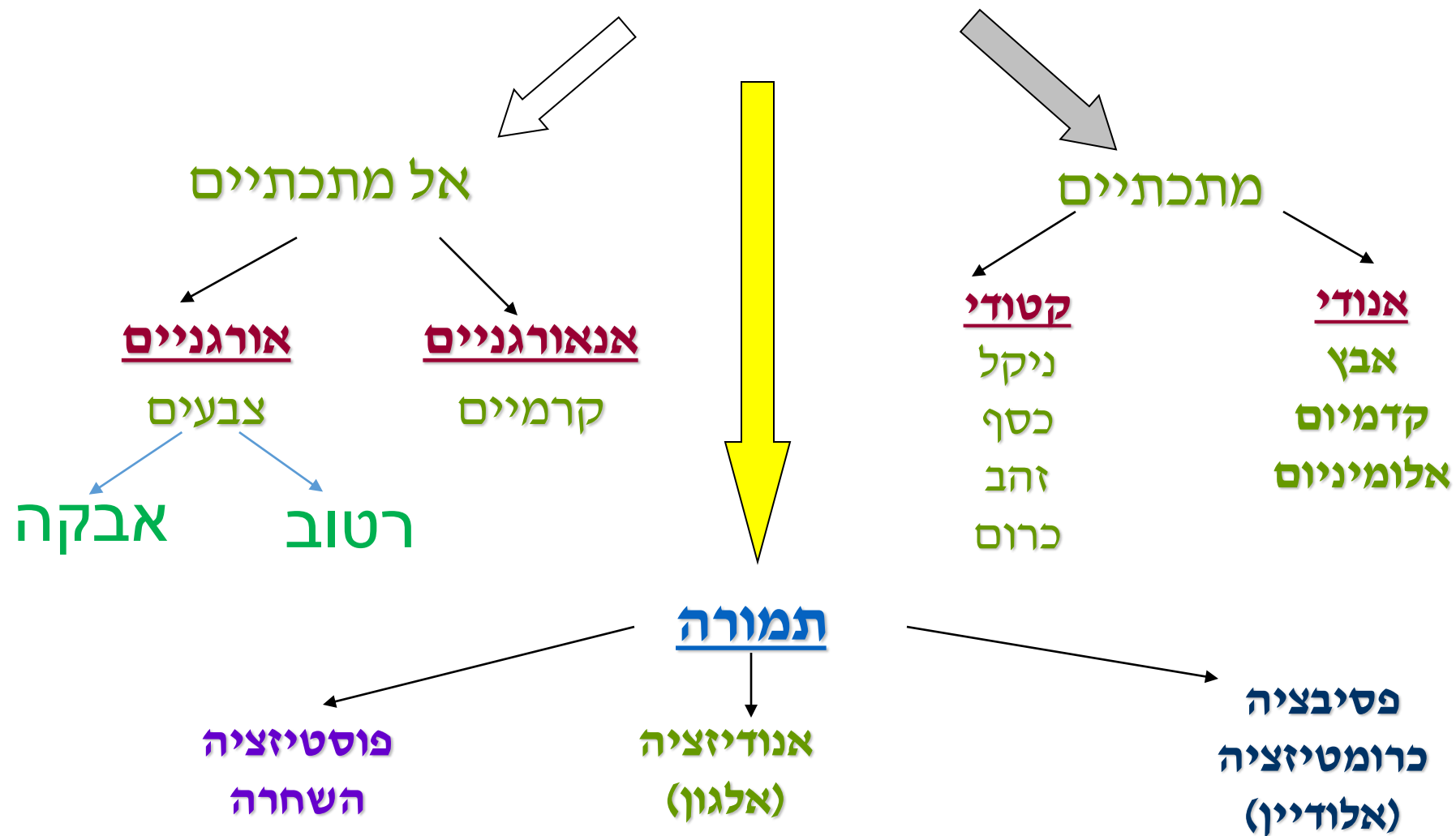


# השיטה הנפוצה



# סוגי ציפויים למתכות

## ציפויים (Coating)





ANODIC END (Less noble, reactive)

|                                                                          | <u>Volts</u> |
|--------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Magnesium                                                                | -1.80        |
| Magnesium alloys                                                         | -1.60        |
| Zinc                                                                     | -1.10        |
| Zinc - hot dip, galvanized steel                                         | -1.05        |
| Aluminum - cast, other than silicon type                                 | -0.95        |
| Cadmium - plated and chromated                                           | -0.80        |
| Aluminum - wrought, other than copper type                               | -0.75        |
| Aluminum - cast, silicon type                                            | -0.75        |
| Iron - wrought carbon or low alloy steels<br>gray or malleable cast iron | -0.70        |
| Aluminum - wrought, copper type                                          | -0.60        |
| Steel, stainless - 13% chromium, active                                  | -0.55        |
| Lead - solid or plated, high lead alloys                                 | -0.55        |
| Steel, stainless - 18% chromium, 8% nickel                               | -0.50        |
| Tin - plate,terneplate, tin-lead solders                                 | -0.50        |
| Chromium - plated                                                        | -0.45        |
| Steel, stainless - 13% chromium, passive                                 | -0.45        |
| Brass - yellow, naval, cartridge, muntz metal                            | -0.40        |
| Brass - red, gilding                                                     | -0.35        |
| Copper - solid or plated                                                 | -0.30        |
| Nickel - solid or plated, passive                                        | -0.30        |
| Monel                                                                    | -0.30        |
| Steel, stainless - 18% chromium, 8% nickel,<br>passive                   | -0.20        |
| Silver, solder                                                           | -0.20        |
| Steel, stainless - 18% chromium, 12% nickel<br>3% molybdenum, passive    | -0.20        |
| Titanium, commercial                                                     | -0.15        |
| Hastelloy C                                                              | -0.10        |
| Silver - solid or plate, high silver alloys                              | 0.0          |
| Rhodium                                                                  | +0.20        |
| Graphite                                                                 | +0.25        |
| Gold - solid or plated, high gold alloys                                 | +0.25        |
| Platinum - wrought, high platinum alloys                                 | +0.25        |

שורה גלונית (MIL-STD-171E)

מי ים

טמפ' 25°C

קטודי (אציל לא פעיל)

21 November 1979

TABLE II. Galvanic series of selected metals in seawater.

PER: Army Missile command Report RS-TR-67-11, Practical Galvanic Series.

|                                    |                                                     |
|------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| Active (Anodic)                    | Nickel (plated)                                     |
| Magnesium (Mg)                     | chromium (plated)                                   |
| Mg Alloy AZ-31B                    | Tantalum                                            |
| MG Alloy HK-31A                    | AM350 (active)                                      |
| Zino (hot-dip, die cast or plated) | Stainless steel 310 (active)                        |
| Beryllium (hot pressed)            | Stainless steel 301 (active)                        |
| Aluminum (Al) 7072 cl. On 7075     | Stainless steel 304 (active)                        |
| Al alloy 2014-T3                   | Stainless steel 430 (passive)                       |
| Al alloy 1160-H14                  | Stainless steel 410 (passive)                       |
| Al alloy 7079-T6                   | Stainless steel 17-7 PH (active)                    |
| Cadmium (plated)                   | Tungsten                                            |
| Uranium                            | Niobium (Columbium) 1% zr                           |
| Al alloy 218 (die cast)            | Brass, yellow, 268                                  |
| Al alloy 5052-0                    | Uranium 8% Mo.                                      |
| Al alloy 5052-H12                  | Brass, Naval 464                                    |
| Al alloy 5456-0, H353              | Yellow brass                                        |
| Al alloy 5052-H32                  | Muntz metal 280                                     |
| Al alloy 1100-0                    | Brass (plated)                                      |
| Al alloy 3003-H25                  | Nickel-silver (18% Ni)                              |
| Al alloy 6061-T6                   | Stainless steel 316L (active)                       |
| Al alloy A360 (die cast)           | Bronze 220                                          |
| Al alloy 7075-T6                   | Copper 110                                          |
| Al alloy 1160-H14                  | Red brass                                           |
| Al alloy 6061-0                    | Stainless steel 347 (active)                        |
| Indium                             | Molybdenum, Comm pure                               |
| Al alloy 2014-0                    | Copper-Nickel 715                                   |
| Al alloy 2024-T4                   | Admiralty brass                                     |
| Al alloy 5052-H16                  | Stainless steel 202 (active)                        |
| Tin (plated)                       | Bronze, Phosphor 534 (B-1)                          |
| Stainless steel 430 (active)       | Monel 400                                           |
| Lead                               | Stainless steel 201 (active)                        |
| Steel 1010                         | Carpenter 20 (active)                               |
| Iron, cast                         | Stainless steel 321 (active)                        |
| Stainless steel 410 (active)       | Stainless steel 316 (active)                        |
| Copper (plated, cast or wrought)   | Stainless steel 309 (passive)                       |
|                                    | Stainless steel 17-7 PH (passive)                   |
|                                    | Silicone Bronze 655                                 |
|                                    | Stainless steel 304 (passive)                       |
|                                    | Stainless steel 301 (passive)                       |
|                                    | Stainless steel 321 (passive)                       |
|                                    | Stainless steel 201 (passive)                       |
|                                    | Stainless steel 286 (active)                        |
|                                    | Stainless steel 316L (passive)                      |
|                                    | AM355 (active)                                      |
|                                    | Stainless steel 202 (passive)                       |
|                                    | Carpenter 20 (passive)                              |
|                                    | AM355 (passive)                                     |
|                                    | A286 (passive)                                      |
|                                    | Titanium 5Al, 2.5 Sn.                               |
|                                    | Titanium 13V, 11Cr, 3Al (annealed)                  |
|                                    | Titanium 6Al, 4V (solution treated and aged)        |
|                                    | Titanium 6Al, 4V (annealed)                         |
|                                    | Titanium 8 Mn                                       |
|                                    | Titanium 13V, 11Cr, 3Al (solution treated and aged) |
|                                    | Titanium 75A                                        |
|                                    | AM350 (passive)                                     |
|                                    | Silver                                              |
|                                    | Gold                                                |
|                                    | Graphite                                            |
|                                    | Noble (Less Active-Cathodic)                        |

MIL-STD-889



## הגורמים בהם יש להתחשב בבחירת סוג ציפוי

1. סוג מתכת הבסיס.
2. מטרת הציפוי: הגנה מפני שיתוך (קורוזיה)- אבץ, אלומיניום הקניית מראה נאה (דקורטיבי)- ניקל, זהב, כסף שיפור המוליכות (אלקטרוניקה)- זהב כסף עמידות בפני שחיקה- ניקל , כרום, אנודייז קשה עמידות בחום- כרום, ניקל, קרמיקים שיפור כושר הלחמה- בדיל, זהב, כסף, ניקל הגדלת מידות- נחושת, ניקל, כרום
3. אפשרויות הביצוע.
4. תנאי שירות ואחסון – סביבת עבודה.
5. מחיר: סוג הציפוי (הכנות השטח, מס' האמבטיות להכנה, טמפ' עבודה, זמן התהליך, גיאומטריה החלק (אנודות פנימיות) כמות בהזמנה או במנה המפעל, קבלן משנה- המתקנים (טרומל, גודל אמבט וגודל מתקן תליה),
6. איכות סביבה - ROHS

## הרכב צבע

- מקשר או שרף (Binder or Resin)

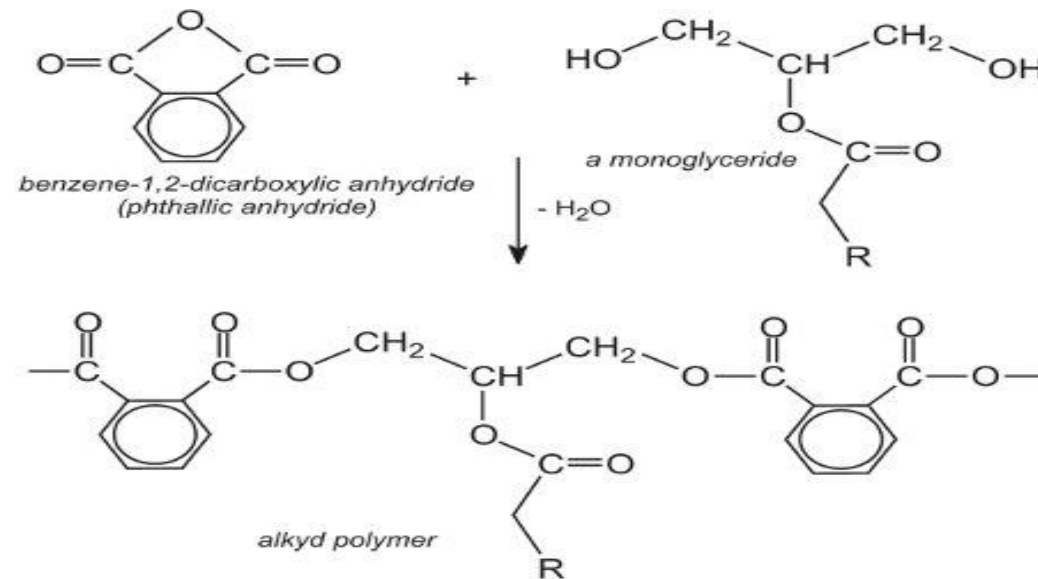
- פיגמנטים (Pigments)

- מדללים (Solvents)

- תוספים (Additives)



## סוגי שרפים



❖ נטרו צללזה

❖ אלקיד פוליאסטר

❖ אפוקסי

❖ פוליארתן

❖ אקרילי

❖ פנולי

❖ סיליקון

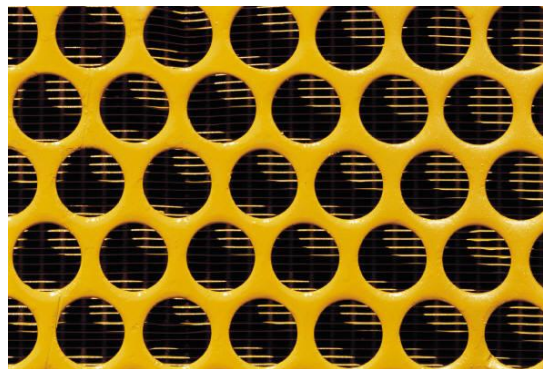
❖ גומי מוכלר

# הכנת שטח לצביעה

## גורם מאד משפיע לאורך חיים של מערכת צבע

### הסרת שומנים- ניקוי מקדים

1. ניקוי אברזבי ידני – בד שמיר, מברשת פלדה
2. ניקוי אברזבי בהתזה.
3. טיפול שטח כימי- פוספט, המרה כימית (אלודיין).
4. ציפויים שונים- גלוון חם, אנודיז לAL .



# בחירת מערכת צבע לפלדות

INTERNATIONAL  
STANDARD

ISO  
12944-5

ת"י 1225

Fourth edition  
2019-09

---

**Paints and varnishes — Corrosion  
protection of steel structures by  
protective paint systems —**

**Part 5:  
Protective paint systems**

*Peintures et vernis — Anticorrosion des structures en acier par  
systèmes de peinture —*

*Partie 5: Systèmes de peinture anticorrosion*

# 1 Select the corrosive environment most suited to your project

| Corrosion category  | Exterior                                                                                             | Interior                                                                                                               |                  |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| <b>C1</b> Very Low  |                                                                                                      | Heated buildings with clean atmospheres, e.g. offices, shops, schools, hotels                                          |                  |
| <b>C2</b> Low       | Atmospheres with low level of pollution; mostly rural areas                                          | Unheated buildings where condensation can occur, e.g. depots, sports halls                                             |                  |
| <b>C3</b> Medium    | Urban and industrial atmospheres, moderate sulfur dioxide pollution; coastal areas with low salinity | Production rooms with high humidity and some air pollution, e.g. food processing plants, laundries, breweries, dairies | → Recommendation |
| <b>C4</b> High      | Industrial areas and coastal areas with moderate salinity                                            | Chemical plants, swimming pools, coastal ships and boatyards                                                           | → Current spec   |
| <b>C5</b> Very high | Industrial areas with high humidity and aggressive atmosphere and coastal areas with high salinity   | Buildings or areas with almost permanent condensation and with high pollution                                          |                  |



# 2 Select

the required lifetime  
of the coating system

| Durability     | Years to first major maintenance |
|----------------|----------------------------------|
| Low (L)        | Up to 7 years                    |
| Medium (M)     | 7 years to 15 years              |
| High (H)       | 15 years to 25 years             |
| Very high (VH) | More than 25 years               |

→ Recommendation

→ Current spec

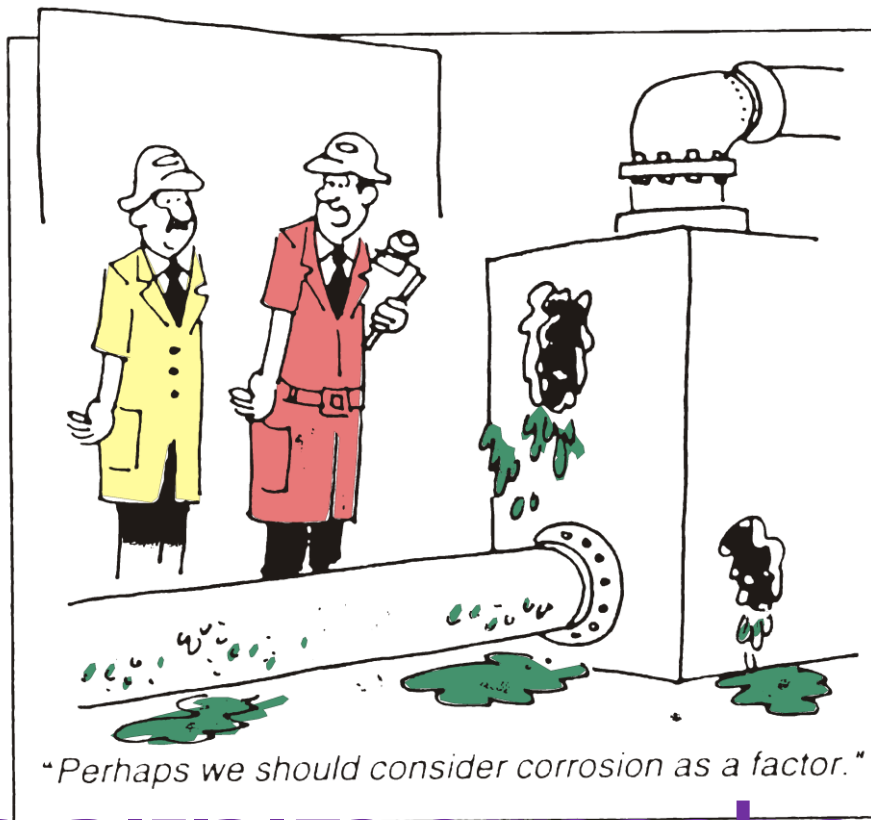
**Table C.5 — Paint systems for carbon steel for corrosivity category C5**

| System No. | Priming coat |                |              |            | Subsequent coat(s) | Paint system |                    | Durability |   |   |   |
|------------|--------------|----------------|--------------|------------|--------------------|--------------|--------------------|------------|---|---|---|
|            | Binder type  | Type of primer | No. of coats | NDFT in μm |                    | Binder type  | Total no. of coats | NDFT in μm | l | m | h |
| C5.01      | EP, PUR, ESI | Misc.          | 1            | 80 to 160  | EP, PUR, AY        | 2            | 180                | X          |   |   |   |
| C5.02      | EP, PUR, ESI | Misc.          | 1            | 80 to 160  | EP, PUR, AY        | 2 to 3       | 240                | X          | X |   |   |
| C5.03      | EP, PUR, ESI | Misc.          | 1            | 80 to 240  | EP, PUR, AY        | 2 to 4       | 300                | X          | X | X |   |
| C5.04      | EP, PUR, ESI | Misc.          | 1            | 80 to 200  | EP, PUR, AY        | 3 to 4       | 360                | X          | X | X | X |
| C5.05      | EP, PUR, ESI | Zn (R)         | 1            | 60 to 80   | EP, PUR, AY        | 2            | 160                | X          |   |   |   |
| C5.06      | EP, PUR, ESI | Zn (R)         | 1            | 60 to 80   | EP, PUR, AY        | 2 to 3       | 200                | X          | X |   |   |
| C5.07      | EP, PUR, ESI | Zn (R)         | 1            | 60 to 80   | EP, PUR, AY        | 3 to 4       | 260                | X          | X | X |   |
| C5.08      | EP, PUR, ESI | Zn (R)         | 1            | 60 to 80   | EP, PUR, AY        | 3 to 4       | 320                | X          | X | X | X |

In addition to polyurethane technology, other coating technologies may be suitable, e.g. polysiloxanes, polyaspartic and fluoropolymer [fluoroethylene/vinyl ether co-polymer (FEVE)].

NOTE For abbreviations see [Table A.1](#).

## הקורוזיה מתחילה בשלב התכנון



**"היינו צריכים להתחשב בקורוזיה בתכנון"**  
**Think on the finish at the beginning**

# תחשוב טוב יהיה טוב





## בחירת טובה ומוצלחת

חג פסח שמח וכשר בריאות ואושר

משה גרף – יעוץ בציפוי וצבע ומניעת קורוזיה

[Graff\\_m@zahav.net.il](mailto:Graff_m@zahav.net.il)

טל' 052-2218982