

אינג' נחום נה הנדסת קורוזיה חומרים וצנורות בע"מ
 רח' שרת 23 רמת גן ת.ד. 10437 מיקוד 52003 טל' 03-6724969 פקס. 03-6737694
WWW.CORROSIONSPEC.CO.IL 511108656 פ.נ E mail navehcor@zahav.net.il

דו"ח סופי להערות 10.10.14

חוות דעת של מומחה **NACE** לקורוזיה
 בנושא

**עמידות ארוכת טווח של מערכת ציפוי קירות יבש באריחי גרניט פורצלן
 של חברת SERANIT**

1. כללית

קצב וצורת הקורוזיה של מתכות רבות תלוי במרחק מהים. וזאת מהסיבה הפשוטה:
 הרוחות הנושבות מן הים נוטלות איתן רסיסי מי ים המכילים מלחים קורוזיביים בעיקר מלח
 הבישול (כלורידים) ומסיעות אותן למרחקים. ככל שהרוח חזקה יותר מרחק ההסעה גדול
 יותר. יש כמובן להביא בחשבון כי הרוחות במרבית ימי השנה אינן עוצמתיות ובימים רגילים
 התזת טיפות או רסיסי המלח מוגבלת למרחקים זעירים משפת הים.
 מדובר בכמויות המלח המגיעות אל הקרקע בהנחה שגובה הקרקע אינו גבוה בהרבה מגובה
 פני הים נמדד במקומות רבים בעולם.
 כמובן שבארצות שבהן נושבות רוחות עזות יותר מאלה הקיימים בישראל ובתכיפות גדולה
 יותר - מרחק ההגעה של הכלורידים יהיה גדול יותר.
 תוצאות מחקר אחד שנעשה ב עולם מופיע בתצלום הבא:

Table I Time weighted mean dry depositions from sea spray at different distances of the sea

Sampling Station No.	Distance from the Sea (L) (m)	Time Weighted Mean Dry Deposition						
		Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻ (total)	SO ₄ ²⁻ (ss)	SO ₄ ²⁻ (other)		
		mg m ⁻² d ⁻¹	mg m ⁻² d ⁻¹	mg m ⁻² d ⁻¹	mg m ⁻² d ⁻¹	% of Total	mg m ⁻² d ⁻¹	% of Total
1	93	54.02	0.90	10.90	8.20	75.2	2.70	24.8
2	152	16.10	0.89	3.90	2.40	61.5	1.50	38.5
3	207	13.22	1.20	3.50	2.10	60.0	1.40	40.0
4	452	4.71	1.10	4.22	1.32	31.3	2.90	68.7
5	811	3.93	1.00	4.12	0.92	22.3	3.20	77.7
6	1222	3.11	0.90	4.25	0.85	20.0	3.40	80.0
7	2105	2.62	1.00	4.30	0.80	18.6	3.50	81.4
8	3216	2.10	0.90	2.48	0.68	27.4	1.80	72.6
9	4019	1.71	1.10	4.81	0.51	10.6	4.30	89.4
10	5013	1.42	1.10	4.86	0.46	9.5	4.40	90.5
11	6105	1.31	1.20	4.65	0.45	9.7	4.20	90.3
12	7012	1.32	1.10	4.89	0.39	8.0	4.50	92.0
Deposition up to 207 m (%)*		79.0	24.1	32.2	66.6	-	14.8	-

SO₄²⁻ (total) = Total sulfate deposition = SO₄²⁻ (ss) + SO₄²⁻ (other)
 SO₄²⁻ (ss) = sulfate deposition from sea spray (ss); SO₄²⁻ (other) = sulfate deposition from other sources
 * Deposition up to 207 m as % of total deposition along the entire sampling network

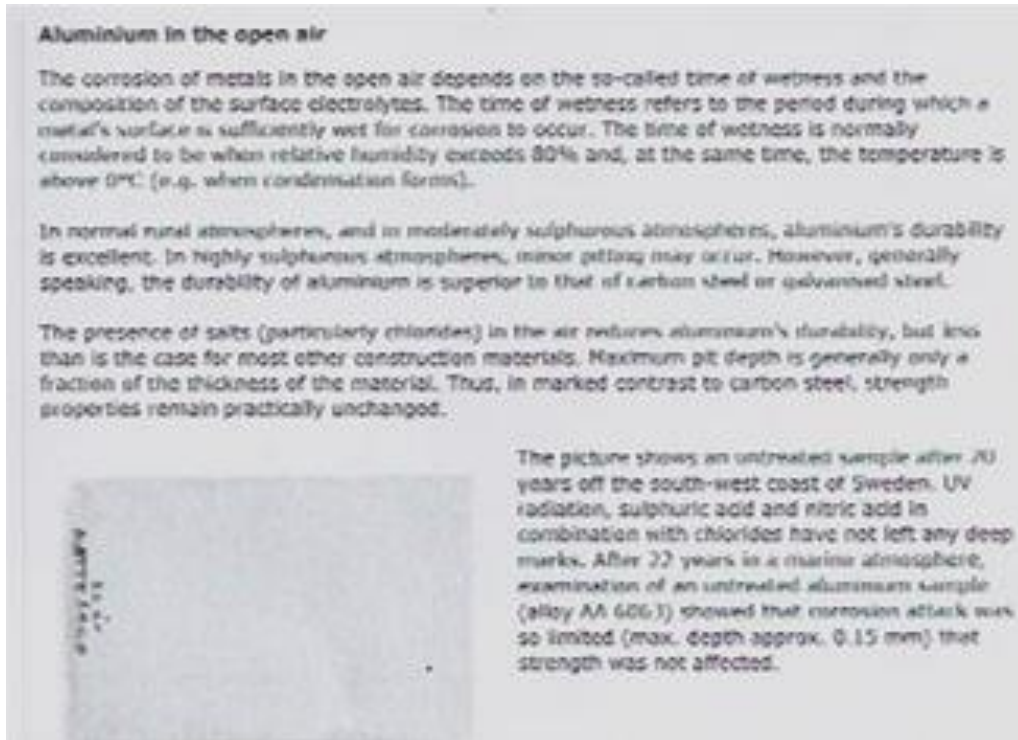
The variation of dry deposition of atmospheric salts that deposited on the wet candle sensors during the six-month sampling period with respect to the distance from the sea is presented in Figs. 4, 5, 6 and 7. Figs. 4 to 7 include the atmospheric salts that originated from the sea spray (chlorides Cl⁻ and part of the sulfates SO₄²⁻ (ss)) and from other sources (nitrates NO₃⁻ and other sulfates SO₄²⁻ (other)). The best fit curves (Figs. 4 to 7) show the trend of the variation of various salt ions with the distance from the seashore. The values of R (correlation coefficient) indicate that only the deposition of ions originating from the sea spray (Cl⁻ and SO₄²⁻ (ss)) show a strong correlation with the distance from the sea. The developed regression equations are as follows:

$$\text{Cl}^- = 4.478 L^{-0.714} \quad (R^2 = 0.93) \quad (2)$$

$$\text{SO}_4^{2-} (\text{ss}) = 1.094 L^{-0.551} \quad (R^2 = 0.90) \quad (3)$$

אנו נתייחס רק לעניין תכולת הכלורידים (מלח הבישול בעיקר). ניתן לראות כי במרחק של 207 מ' משפת הים קטנה תכולת הכלורידים השוקעת קטנה פי 4 מאשר במרחק 93 מ' משפת הים. ובוודאי שקטנה במידה הרבה יותר גדולה מאשר ממש על שפת הים. (ערך שלא נמדד במחקר זה). במרחק של 452 מ' משפת הים ירדה תכולת הכלורידים לרמה נמוכה פי 12 מאשר במרחק 93 מ'. כלומר בפועל הירידה שנמדדה גדולה הרבה יותר מאשר לו נמדדה תכולת הכלורידים האמיתית ממש על שפת הים. ממרחק של 452 מ' והלאה מתחילה ירידה איטית של כמויות הכלורידים המגיעות לקרקע המגיעה לרמה 1.32 מ"ג למ"ר ליום במרחק 7 ק"מ. לכמויות הזעירות המגיעות למרחק של 452 מ' משפת הים אין משמעות כלשהי על הקרוזיה של מתכות רבות כמו פלדה, פלדה מגולוונת, פלדות בלתי מחלידות ועוד. בתקן הישראלי חלקי פלב"מ הנמצאים במגע עם הסביבה נדרש השימוש בפלב"מ 316 עד למרחק של 500 מ' משפת הים. במרחקים גדולים יותר ניתן להשתמש בפלב"מ 304.

הקרוזיה של האלומיניום המרכיב העיקרי בקונסטרוקציה העזר עליה מורכבים לוחות כיסוי חזית המבנה העשויות מפורצלן יאמר: אלומיניום אינו נפגע עקב קורוזיה בעלת משמעות קונסטרוקטיבית גם באווירה ימית ועל חוף הים ממש. גם כאשר התזת רסיסי מי הים עליו גדולה מאד ולכן מעשית אין כל צורך להגן על האלומיניום בשום אמצעי מגן. ראה להלן:



נוצר על פני שטח האלומיניום גימום זעיר שאינו מתעמק עם השנים ואינו פוגע בחוזקו. טיפולי השטח כמו אנודיזציה או צביעה נועדו לשפר את המראה החיצוני החלק כאשר הוא גלוי ולא להגן על חוזקו. במילים אחרות מדובר בטיפולים אסטטיים שאין להם קשר לענין החוזק או ירידתו עם הזמן. במקרה שלנו אין כל צורך להקנות לאלומיניום כל הגנה נוספת.

2. התנאים בהם פועלים הקירות המאווררים של SERANIT

בין הציפוי החיצוני של הלוחות הקרמיים לבין קיר המבנה קיים רווח הגורם לסיחרור אוויר מלמטה כלפי מעלה. סיחרור זה מונע כל תופעה של עיבוי רטיבות על גבי קונסטרוקצית האלומיניום (ועל אבזרי החיבור מפלב"מ) אליה מחוברים הלוחות הקרמיים. וגם אם חדרה כמות מזערית של מי גשם אל הרווח שבין הלוחות לקיר – סיחרור האוויר מיבש את הרטיבות במהירות והשטח נותר יבש. החלק העליון של הקיר מונע חדירת גשם או שקיעת טל לתוך החלל שבין לוחות הכיסוי לבין קיר המבנה. כלומר אין שיקוע של מלחים לתוך הרווח שיכול היה להביא מלחי כלורידים למגע עם קונסטרוקצית האלומיניום וליצירת תאי קורוזיה. כידוע בתורת הקורוזיה באין מלחים ובאין רטיבות אין אלקטרוליט (אלקטרוליט היא תמיסה מוליכת יונים = תמיסה מוליכת חשמל) שהיא התנאי להתפתחות קורוזיה בכלל ולפעולת תאים גלוונים בפרט. באין אלקטרוליט - אין קורוזיה.

3. פרויקט רב הקומות - ליבר

בבדיקות שנערכו מסתבר שמרחקו של רב הקומות של פרויקט **ליבר** מרוחק מחוף הים הוא כ-700 מ'. כמויות המלח המגיעות מהים הן מזעריות ולכן אין כל צורך להשתמש בחלקי חיבור ואבזרי חיבור מפלב"מ 316 כנדרש בת"י 2378 חלק 3. מספיקה בהחלט פלב"מ 304.

4. קורוזיה גלונית בין אלומיניום לפלב"מ

המגע בין ברגי הפלב"מ לבין האלומיניום נעשה רק בתבריג. וגם אם הייתה רטיבות נוכחת בין הפלב"מ לבין האלומיניום בתוך התבריג והייתה נוכחת רטיבות – הרי יחס השטחים הוא 1 ולכן הסיכוי לקורוזיה בעלת משמעות הוא אפסי. אם נוסיף לכך שהאווור מסלק כל רטיבות – הרי גם הקורוזיה האפסית הזו לא יכולה להתקיים אלא לזמן קצר.

לסיכום:

קונסטרוקציית האלומיניום התומכות בלוחות הקרמיים של **SERANIT** הינן בעלות משך חיי שרות ארוך מאד גם ללא שימוש בכל אמצעי הגנה על האלומיניום.

בברכה

נחום נוה מומחה **NACE** לקורוזיה ולהגנה קתודית