

בחירת חומרים ותכנון למניעת קורוזיה

דקלה בן יוסף

מומחית קורוזיה והגנה קתודית



Corrosion Technologist

certification #70110

המשק הישראלי נמצא בעיצומה של מהפכה
בתחום התשתיות הלאומיות.
תשתיות תחבורתיות
בכל שנה מאושרים ומוקמים עשרות פרויקטי
תשתית לאומיים.

תשתיות ימיות



אנרגיות מתחדשות



תחנות כוח והולכת חשמל



התפלת מים



טיפול בשפכים



ההשקעות הכספיות הנדרשות מכתובות עלייה חדה
בשיתופי פעולה בין גופים ציבוריים לגופים פרטיים.

היקף הפרוייקטים מכתוב מבני בעלות ומימון מורכבים
דוגמת PPP, BOT

אז בכמה כסף מדובר?

פרוייקטי תחבורה

23

פרוייקטי אנרגיה

10

מיליארד

מיליארד

פרוייקטי מים

8

מיליארד



עלות הקורוזיה לאורך חיי הפרויקט מוערכת ב-20%-30%

*מקור: מחקר לצבא ארה"ב 2018

בממוצע, עלות הקורוזיה למשק

10 מיליארד

תכנון למניעת קורוזיה יכול לחסוך עד 20%

2

מיליארד שקל חיסכון

תכנון למניעת קורוזיה

מניעת קורוזיה יעילה דורשת מהמתכנן התייחסות בשלב מוקדם של התכנון.

חומרים, שיטות להגנה מפני קורוזיה ויישומם הם אלמנטים תכנוניים שיש להעריך באופן יסודי, וליישם ביעילות כלכלית לאורך חיי הפרויקט.

אורך החיים הנדרש, קצב הקורוזיה הצפוי, אמצעי בקרת קורוזיה או תחזוקה מונעת הם אלמנטים שיש לאזן על מנת להבטיח כי התכנון הוא אמין וחסכוני לאורך כל חיי השירות של המתקן.

כיצד נתכנן למניעת קורוזיה?

01 | תכנון הנדסי

02 | בחירת חומרי מבנה

03 | שימוש באינהיביטורים וחומרים לשינוי הסביבה

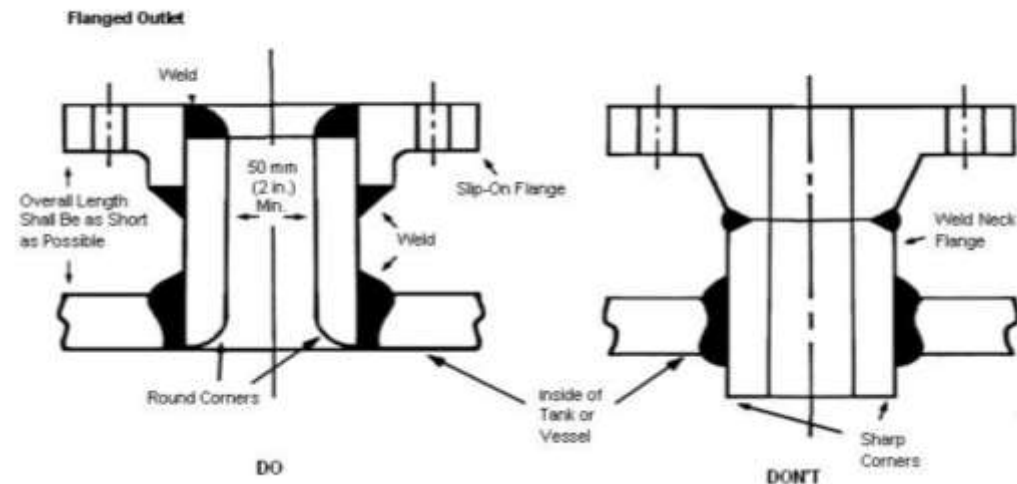
04 | הוספת סיבולת לקורוזיה

05 | הגנה קתודית

06 | ניטור זרמים תועים

תכנון הנדסי

SP0178-2007



התמונה מתקן SP00178 NACE

בשלב התכנון ההנדסי, יש לשים לב לאזורים בעייתיים היכולים ליצור נקיקים או זרימה איטית, לדוגמה בחיבור בין 2 פלטות או תכנון רדיוסר.

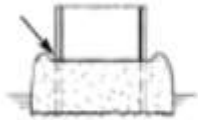
תכנון הנדסי מוקפד ימנע בעיות קורוזיה רבות.



Avoid entrapped
dust and water

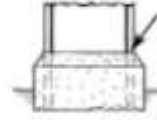


Collection



Pay particular
attention to
column bases

Sealing plate



תכנון הנדסי



Encourage
air movement



Drainage break



Prevention of retention of
water and dirt at junctions
by means of breaks



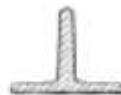
Bad



Continuous weld

Better

Avoid open
crevices

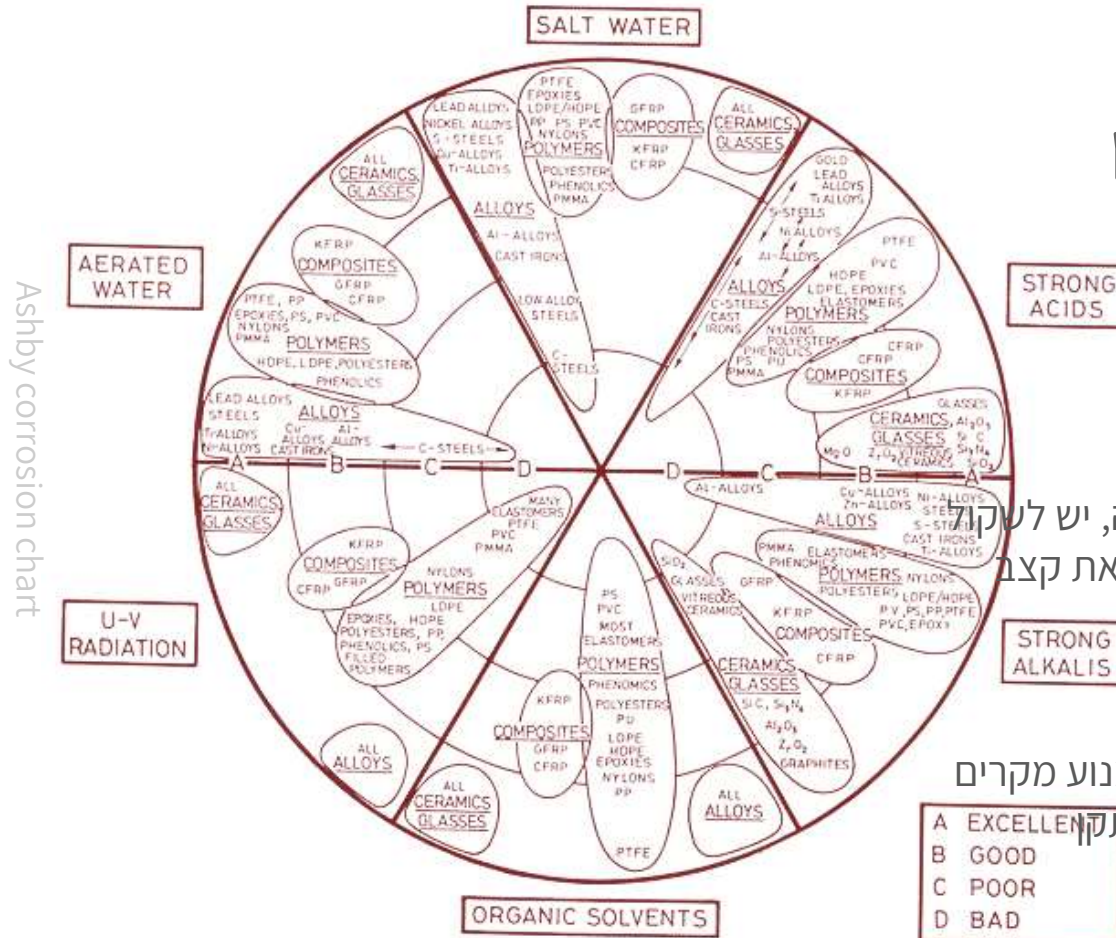


Best

בשלב התכנון ההנדסי, יש לשים לב לאזורים בעייתיים היכולים ליצור נקיקים או זרימה איטית, לדוגמה בחיבור בין 2 פלטות או תכנון רדיוסר.

תכנון הנדסי מוקפד ימנע בעיות קורוזיה רבות.

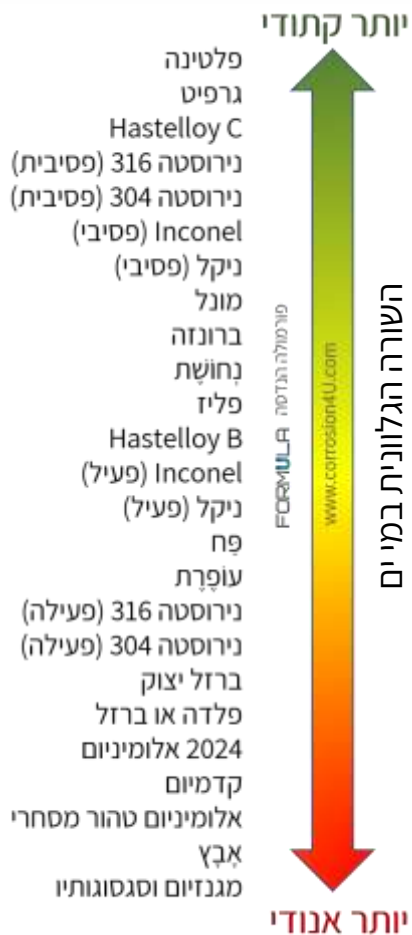
בחירת חומרי מבנה



כאשר באים לבחון את החומר המתאים לסביבה, יש לשקול את אורך החיים המצופה מהחומר בסביבה ואת קצב הקורוזיה הצפוי בסביבה.

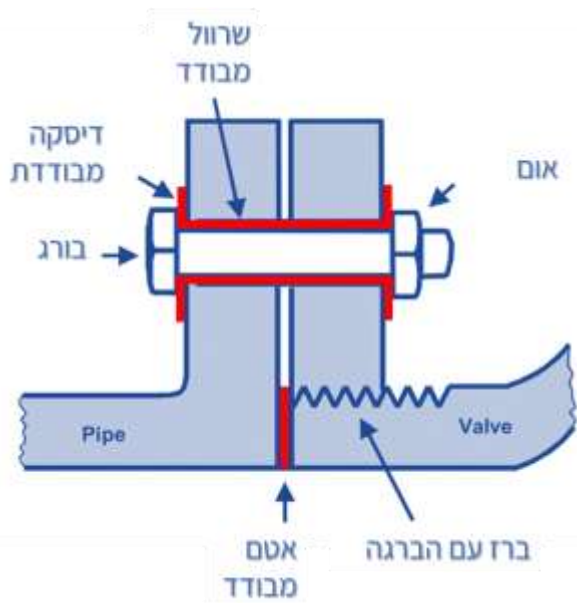
בחירת חומרי מבנה לפרויקט חשובה ויכולה למנוע מקרים רבים של אחזקת שבר או השבתת המתקן

A	EXCELLEN
B	GOOD
C	POOR
D	BAD



בחירת חומרי מבנה-צימוד מתכות

לכל המתכת וסגסוגות המתכת יש פוטנציאל שונה, המתאר את המידה היחסית של הנטייה של המתכת להיות פעילה באלקטרוליט נתון. סגסוגת פעילה יותר (פחות אצילה) תשמש אנודה בסביבה אלקטרוליטית. סגסוגת אצילית יותר תהפוך לקתודה באותה סביבה. המרחק בין הסגסוגות בשורה הגלונית יקבע את קצב הקורוזיה הצפוי. צימוד מתכות בעלות פוטנציאל שונה יגרום לקורוזיה מואצת תכנון ובדיקת צימוד מתכות ימנעו כשל קורוזיה גלונית



בחירת חומרי מבנה-צימוד מתכות

הסיכון להתרחשות קורוזיה גלוונית צריך להיבדק בשלב התכנון. אם לא ניתן למנוע שילוב של מתכות שונות ניתן לנקוט את הצעדים הבאים:

- ✓ השתמשו בחומרים קרובים זה לזה בשורה הגלוונית.
- ✓ הימנעו מפגמים על פני השטח - הקורוזיה של אזור אנודי קטן תהיה מואצת מאוד אם הוא מחובר לאזור קתודי גדול.
- ✓ לבודד היכן שניתן: לשבור את המעגל החשמלי בין 2 הסגסוגות.
- ✓ אם נעשה שימוש בציפוי, ודאו שהוא מתוחזק כהלכה; ציפוי המיושם על חומר אנודי יגרור קורוזיה מקומית מהירה במידה ויהיו פגמים בציפוי.
- ✓ שימוש באנודת הקרבה. אנודת הקרבה חייבת להיות יותר אנודית (פחות אצילית) מאשר שתי הסגסוגות האחרות.

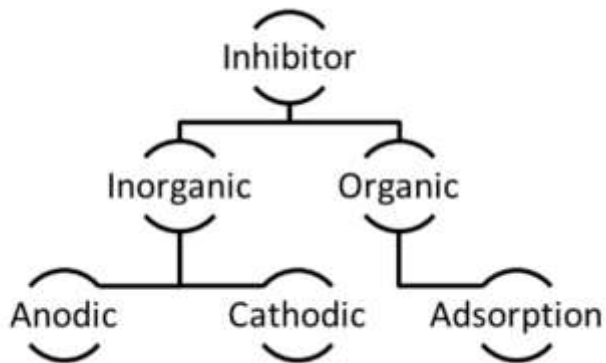
מעכב קורוזיה הוא חומר אשר, כאשר נוסף לסביבה בריכוז קטן, מפחית באופן יעיל את קצב הקורוזיה של סגסוגות מתכת החשופות לסביבה.

ישנם שלושה סוגים של מעכבי קורוזיה:

מעכבי אנודיים

מעכבים קתודיים

מעכבים מעורבים



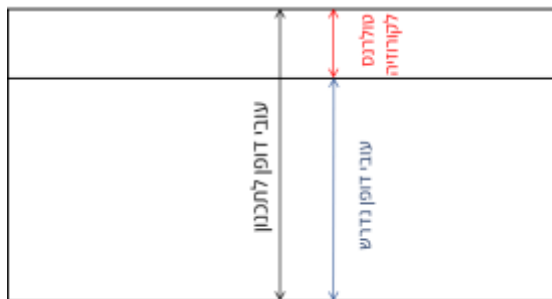
שימוש באינהיביטורים וחומרים לשינוי הסביבה



סיבולות לקורוזיה

סיבולת קורוזיה מתייחסת לתוספת עובי לדופן הציוד. תוספת זו באה לפצות על ההפסד המתכתי הצפוי מקורוזיה לאורך החיים הנדרש.

על מנת לדעת את הסיבולת הנדרשת יש לחשב את קצב הקורוזיה הצפוי וחיי השירות של המפעל או הציוד. בתהליך התכנון יש לקחת בחשבון את העובי נוסף הדרוש לעמידות בפני קורוזיה של הציוד.



סיבולות לקורוזיה

יש לנקוט משנה זהירות כאשר מתכננים בתוספת סיבולות לקורוזיה.

✓ יש לוודא כי תוספת המשקל אינה פוגעת לרעה בתפקוד החלק או מיקומו.

✓ יש לקחת בחשבון שינויים אפשריים בקצב הקורוזיה לאורך חיי המתקן.

✓ במידה וקיים ציפוי- יש לקחת בחשבון קצב קורוזיה מקומית גבוה יותר

הגנה קתודית

הגנה קתודית מאפשרת לשנות את המתח על הסגסוגת לאיזור המוגן ובכך למנוע קורוזיה. כדי להשיג הגנה קתודית ראויה, המבנה המוגן חייב להיות מקוטב לערך מסוים.



הגנה קתודית

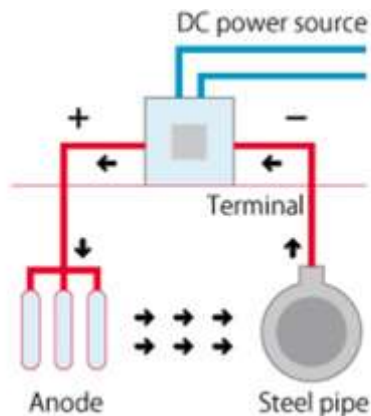
ישנם שני קריטריונים להערכת יעילות הגנה קתודית. כל אחד יכול לשמש בהתאם לנסיבות, אם כי הקריטריון הפוטנציאלי חשוב יותר במקרים רבים.

הקריטריון הפוטנציאלי

הפוטנציאל המקוטב של המבנה המוגן יהיה שווה או שלילי יותר מ-850 מילי-וולט (mV) ביחס ל-CSE

הקריטריון של הזזת הקיטוב

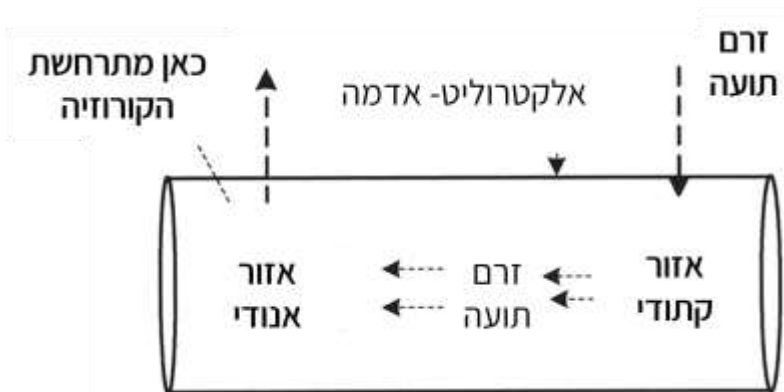
מבנה מוגן צריך להיות מקוטב לפחות על ידי 100 mV לגבי CSE מפוטנציאל הקורוזיה שלה.



הגנה קתודית

דגשים ליישום הגנה קתודית

- ✓ עבור ציוד מצופה, במידה ואיכות ציפוי המיושם היא נמוכה, עלולה להתרחש היפרדות קתודית (Cathodic disbondment) עקב זרמים גבוהים.
- ✓ טמפרטורות גבוהות עשויות לעודד היפרדות קתודית.
- ✓ בסביבות pH גבוה, יש חשש לסידוק (stress corrosion cracking) במקרים כאלה, הפוטנציאל המקוטב של הציוד חייב להישמר בערכו המינימלי של -850 mV



ניטור זרמים תועים

הזרמים התועים האחראים לקורוזיה מגיעים לדוגמה מקווי זרם ישר, ממערכות רכבת, מתחנות, ומזרם חילופין. זרמים אלה זורמים דרך מבני פלדה או צנרת או ציוד וגורמים קורוזיה.

קורוזיה מזרמים תועים ניתן להשוות לקורוזיה גלוונית, כאשר הזרם "נוצר" באופן פנימי. על מנת למנוע קורוזיה זו ניתן לנקוט באמצעים כגון שימוש במבודדים גלווניים והפחתת ההתנגדות החשמלית, במיוחד במעגל החזרה של המעגל.

תכנון למניעת קורוזיה יכול לחסוך עד 20%

מעלות האחזקה בפרויקט

תודה על ההקשבה!

שאלות?