

התגוננות מזרמים תועים במבנים ותשתיות תת קרקעיים

לשכת המהנדסים

מהנדס חגי שושני

19 פברואר 2020

haggai@gic-eng.com

054-6565645



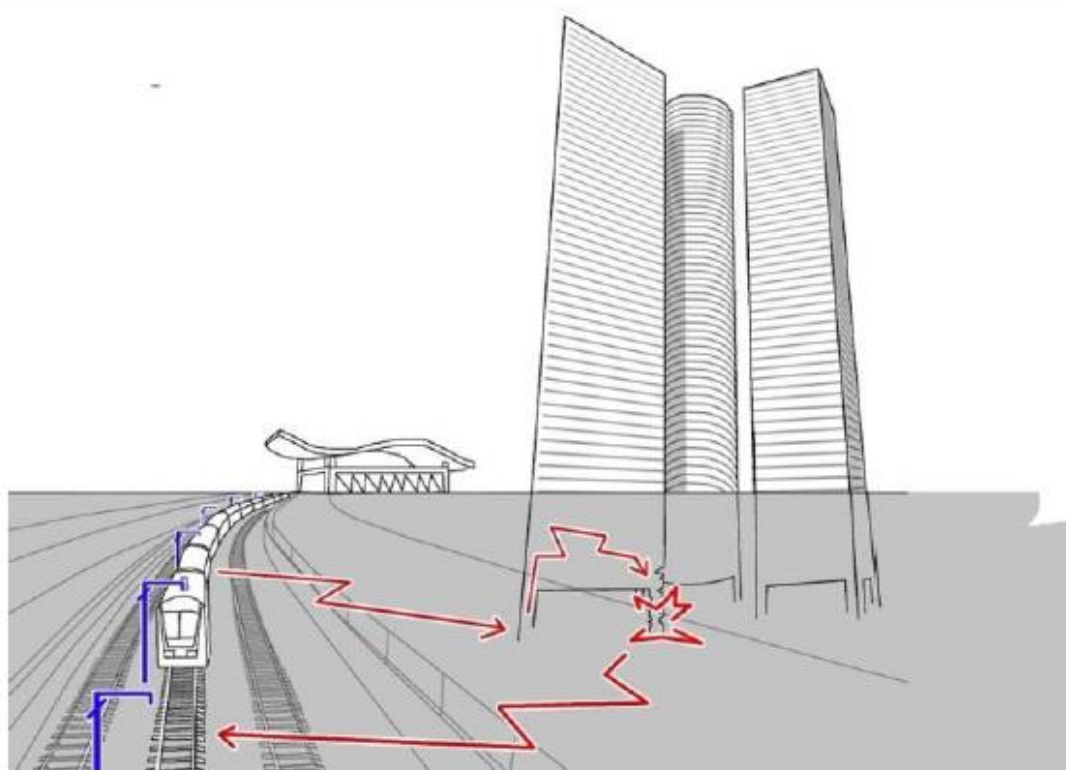
ג'י.איי.סי - יעוץ לתעשייה

זרם תועה



<https://www.mobility.siemens.com/mobility/global/en/rail-solutions/rail-electrification/network-control-for-rail-electrification/pages/stray-current-monitoring-system.aspx>

זרם שפורץ מהנתיב המתוכנן לו, מגיע לתשתיות סמוכות גורם להתקפה אנודית וקורוזיה מואצת



איור אילוסטרציה – זרם תועה זולג מרכבת חשמלית ומסכן יסודות מבנים סמוכים. זליגה של רבע מהזרם המניע נחשבת מצב תקין ברכבת ישראל⁽¹⁾

נפח החלודה גדול פי 8 מנפח הפלדה המקורית

רגישות מוגברת

לגורמי סיכון

כלורידים, זרם תועה,
כימיקלים, רטיבות
ועוד

ביטול ציפויים

וכיסויים

גידול בנפח מבקע
כיסויי צבע, בטון,
איטום, בידוד ועוד

סיכון

קונסטרוקטיבי

קורוזיה "אוכלת" את
הפלדה ומחוררת
צינורות

פגיעה במשך השירות המתוכנן = הוצאות בלתי"מ

נכון עבור: מבנים, צינורות, מיכלים, קונסטרוקציות פלדה ועוד

זרם תועה מגיע ליסודות וגורם לקורוזיה מואצת 1 אמפר מעכל כ-1 ק"ג ברזל בחודש



Figure 9: Damaged block due to the corrosion of anchor induced by stray current.

זרם תועה מגיע לתשתיות וגורם לקורוזיה מואצת 1 אמפר מחורר צינור ב-4 ימים



1 אמפר מעכל 1 ק"ג ברזל בחודש

מלבד אובדן ברזל, החלודה תתנפח פי 8 ותבקע את בטון, ציפוי, בידוד

Time-Varying Stray Current Discharged From Structure To Earth, 30% Duty Cycle	CORROSION DETERIORATION	
	STEEL PIPE	STEEL REINFORCING BAR
	1 Square Inch Having 0.25-Inch Wall Thickness, Complete Perforation	6-Inch Long Section of #4 Bar, 0.5-Inch Diameter, 50% Loss
1 Ampere	4.3 Days	10 Days
0.1 Ampere	43 Days	100 Days
0.01 Ampere	1.2 Years	2.8 Years
0.001 Ampere	12 Years	28 Years
0.0001 Ampere	120 Years	280 Years

FIGURE 3 – Stray Current Corrosion Deterioration Of Steel Structures

- רכבת קלה ורכבת חשמלית
- צנרת תת קרקעית (גז, דלק)
- מתח עליון ומתח גבוה
- מיכלים בתחנות דלק
- צוברי גז ביתיים





חברת החשמל
Israel Electric

השפעות רכבת קלה

⊙ השפעות רכבת קלה על מכלול התשתיות



אילן גביון

תכנון פיתוח וטכנולוגיה

הרכבת לא מכירה בנזק כתוצאה מאובדן זרם "סביר"



רכבת ישראל בע"מ
חטיבת תכנון ופיתוח

תת"ל 18

פרויקט חשמול מערך המסילות הארצי
תסקיר השפעה על הסביבה

חשמול קווי המסילות

4.1.10 זרמים תועים, הגנה קטודית ומניעת קורוזיה מואצת

א. כאשר זרמים תועים בשיעור של 28% (112 אמפר מ- 400 אמפר) לרכבת בודדת, זורמים בקרקע ודרך תשתיות מתכתיות טמונות, עלולה לכאורה להיות השפעה לזרם זה על תשתיות אלה.

השפעה הדדית של הגנה קתודית בצינור גז ורכבת חשמלית

מכרז מס' 97/12

מסילת העמק קטע ב' - 2 - נחל עדשים - מרחביה

1.2.12 קו הגז

GAZ201 חתך 34+180. בחתך זה קיים קו גז בקוטר 18" בשרוול 30" ובעומק כ - 10 מטר. תכנון הרכבת בקטע זה נמצא בסוללה בגובה של כ - 10 מטר המיוצבת בכלונסאות ייצוב.

על מנת להגן על קו הגז, יש לבצע פלטות מיגון ע"ג כלונסאות על פי הפרט המופיע בתוכנית YSS-ST-NO1-00BR_R65-PD-7900-00 את התכנון המפורט והביצוע יש לתאם ולאשר מול חברת נתג"ז. כמו כן על הקבלן לקחת בחשבון כי בעת קבלת ההיתר לעבודה מחברת נתג"ז יידרש ממנו לבצע תכנון השפעות הדדיות של הגנה קתודית בין הקו והגנת הבטון (כלובי הזיון של הכלונסאות עלולים להשפיע על קו הגז ולהיפך - ההגנה הקתודית של הגז עלולה ליצור קורוזיה בזיון הבטון) ויישום המסקנות בשטח.

כל העלויות הכרוכות בכך יחולו על הקבלן.

חברת נתיבי גז אישרה את התכנון המוצע של החברה הלאומית לדרכים.

על הקבלן לקחת בחשבון שכל עלויות התכנון והביצוע של עבודה זו הינן על חשבונו.

תשתיות בסיכון בקרבת הרכבת הקלה

NTA
Metropolitan Mass Transit System

Stray Current Mechanism

Facilities at risk of corrosion:

- Metal pipes underground
- Metal structures underground
- Shields on electrical cables, armoring and conduits
- Earthing connections

7
Tel Aviv Metropolitan Mass Transit System #198691

DELCAN Hatch Mott MacDonald אמי-מטון AMY METON

בלעדי לכלכליסט

קצא"א לבג"ץ: הקפיאו את קו הרכבת הסגול

בעתירה נגד משרדי האנרגיה והגנת הסביבה דורשת החברה להקפיא את העבודות ברכבת הקלה משום שהקו הסגול מסכן צינור נפט חיוני.

ליאור גוטמן 16.10.19 06:54

<https://www.calcalist.co.il/local/articles/0,7340,L-3771919,00.html>



SUMMARY REPORT

STRAY CURRENT CORROSION CONTROL EVALUATION

Various Facilities At The Texas Medical Center
That Are Impacted By Metro Light Rail Transit Operations
Houston, Texas

Authorized By: THE TEXAS MEDICAL CENTER
Administered By: THERMAL ENERGY CORPORATION
1615 Braeswood Boulevard
Houston, Texas 77030

Prepared By: CORRPRO COMPANIES,
7000B Hollister Road
Houston, Texas 77040
(713)460-6000
www.Corrpro.com

July 6, 2007



- מדידות מתח בין ברזל הזיון
- של בניין מאייר לבין האדמה
- המדידה נמשכה 24 שעות
- בכל מעבר רכבת נמדד
- גל זרם תועה



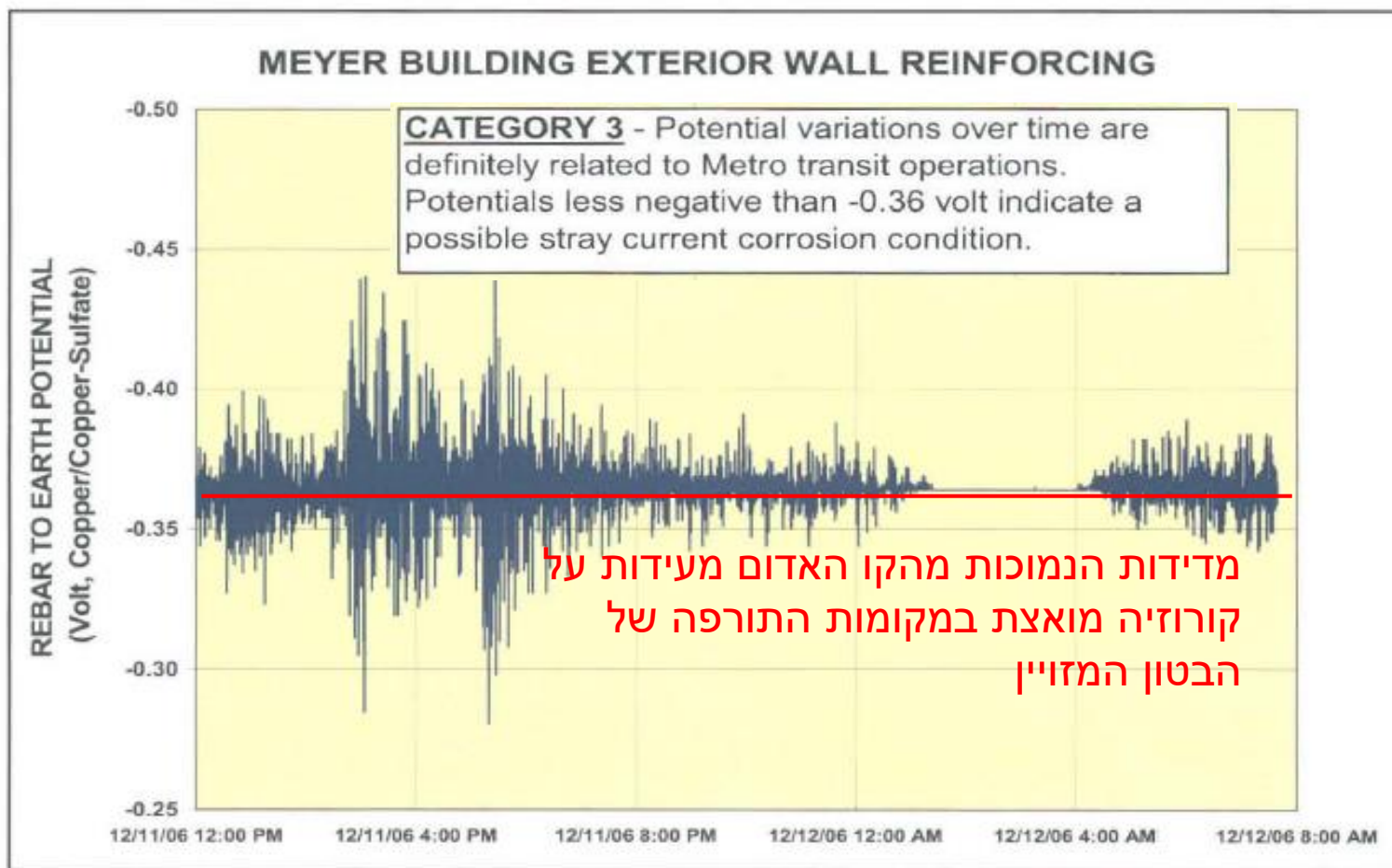


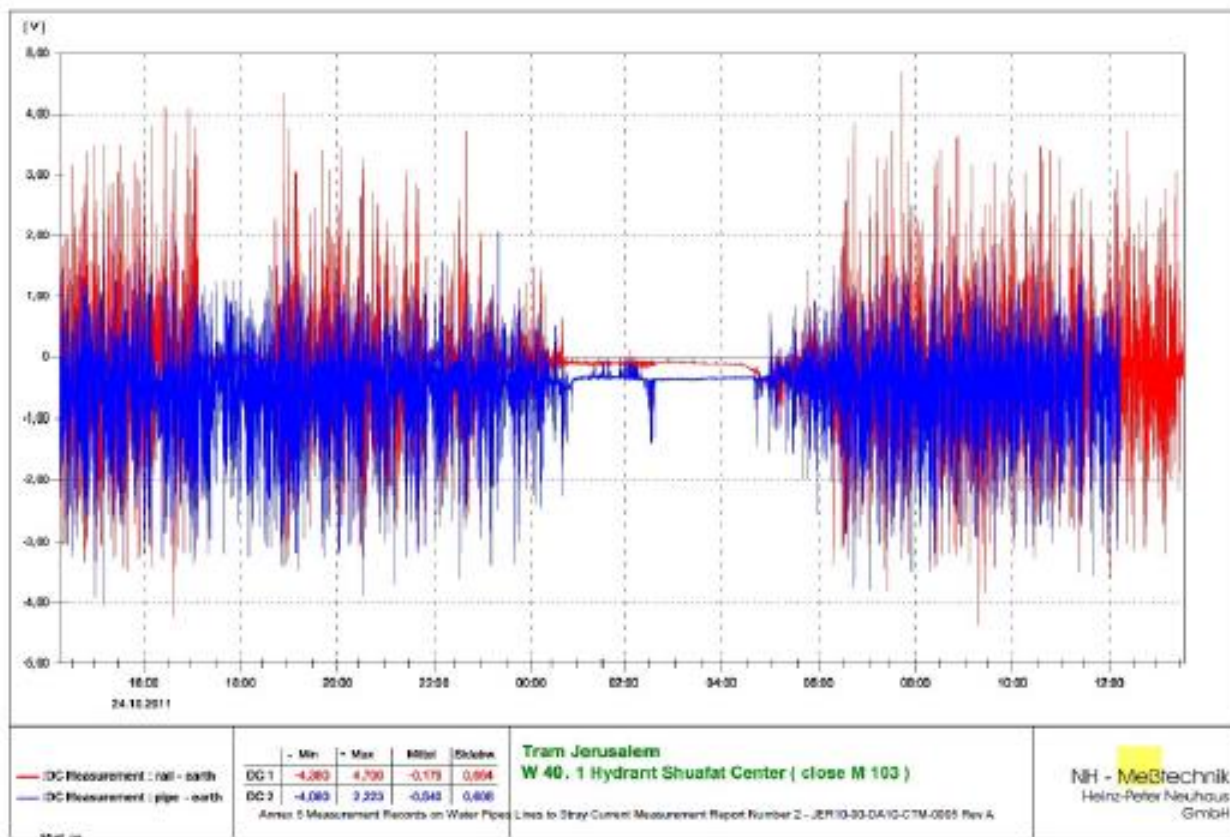
FIGURE 6 – Sample Stray Current Data, Significance Category 3

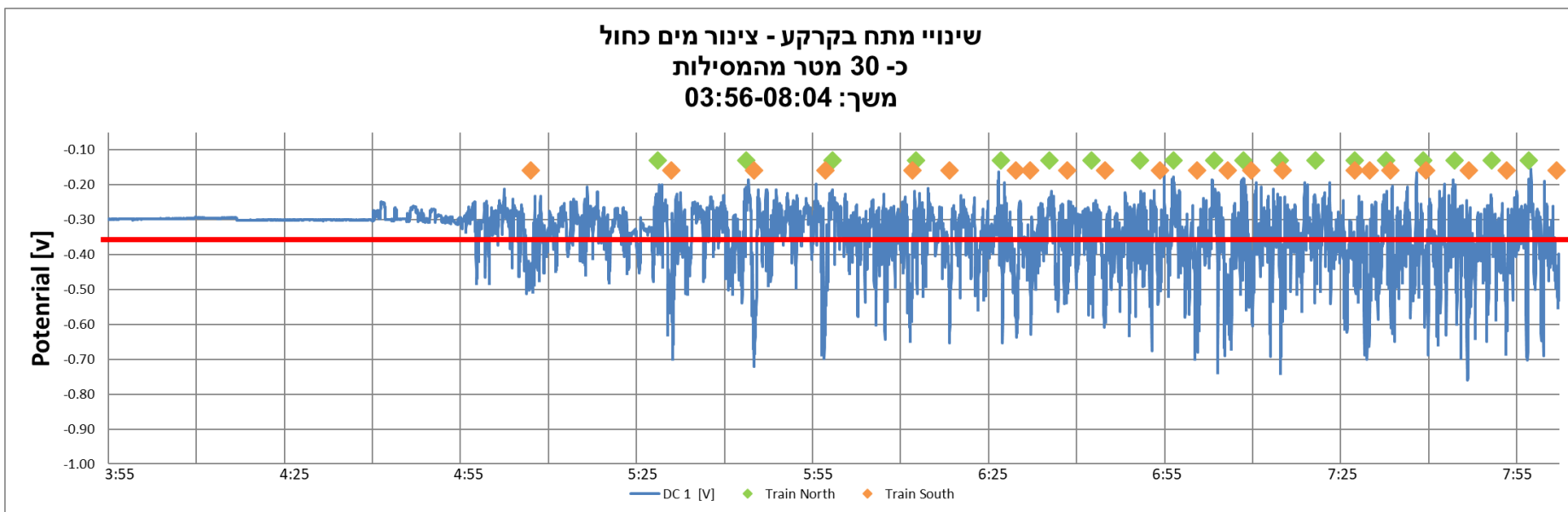
CORRPRO COMPANIES, INC.

7000-B Hollister • Houston, Texas 77040 • (713)460-6000 • Fax (610)460-6060

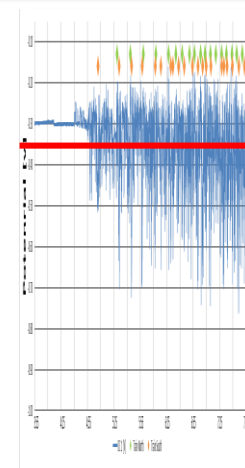
השפעות הרכבת הקלה בירושלים

בדיקות מקיפות לאיתור ההשפעה על צנרת סמוכה





מדידות נמוכות מהקו האדום מעידות על
קורוזיה מואצת במקומות התורפה של
הבטון המזויין



- לפחות 300 מטר באזור אורבני
- לפחות 3 קילומטר באזור כפרי

SI 50443

תקן ישראלי ת"י 50443

March 2018

ניסן התשע"ח - מרס 2018

ICS CODE: 23.040.99
29.280
33.100.01

תוצאי הפרעות אלקטרומגנטיות בצנרת הנגרמים על ידי מערכות הינע חשמלי במתח גבוה בזרם חילופים או/וגם על ידי מערכות אספקת כוח במתח גבוה בזרם חילופים

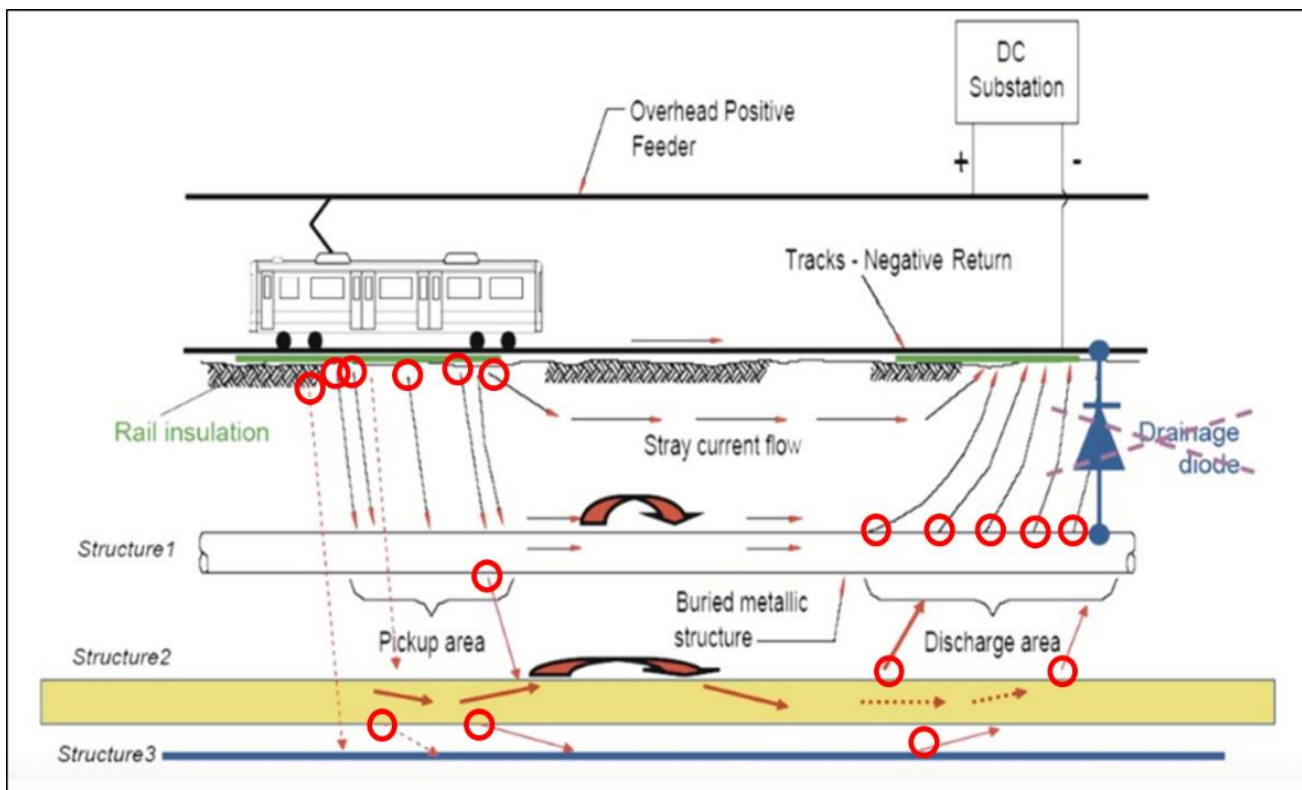
Effects of electromagnetic interference on pipelines caused by high voltage a.c. electric traction systems and/or high voltage a.c. power supply systems

5.3.2 overhead a.c. power systems

In rural areas, for soil resistivity below 3 000 Ω m, an interference distance of 3 000 m between the interfering system and the metallic pipeline system should be considered. In case of soil resistivity value greater than 3 000 Ω m, the interference distance value, in metres, should be equal to the soil resistivity value in Ω m.

In urban areas, for soil resistivity below 3 000 Ω m, the interference distance should not be less than 300 m. For soil resistivity greater than 3 000 Ω m the interference distance, in metres, should be equal to the soil resistivity value, in Ω m, divided by 10.

- זרם תועה פורץ דרך כשלים בבידוד
- יכול לעבור דרך מספר גופים
- מגיע עד 3 ק"מ מגורם המקור

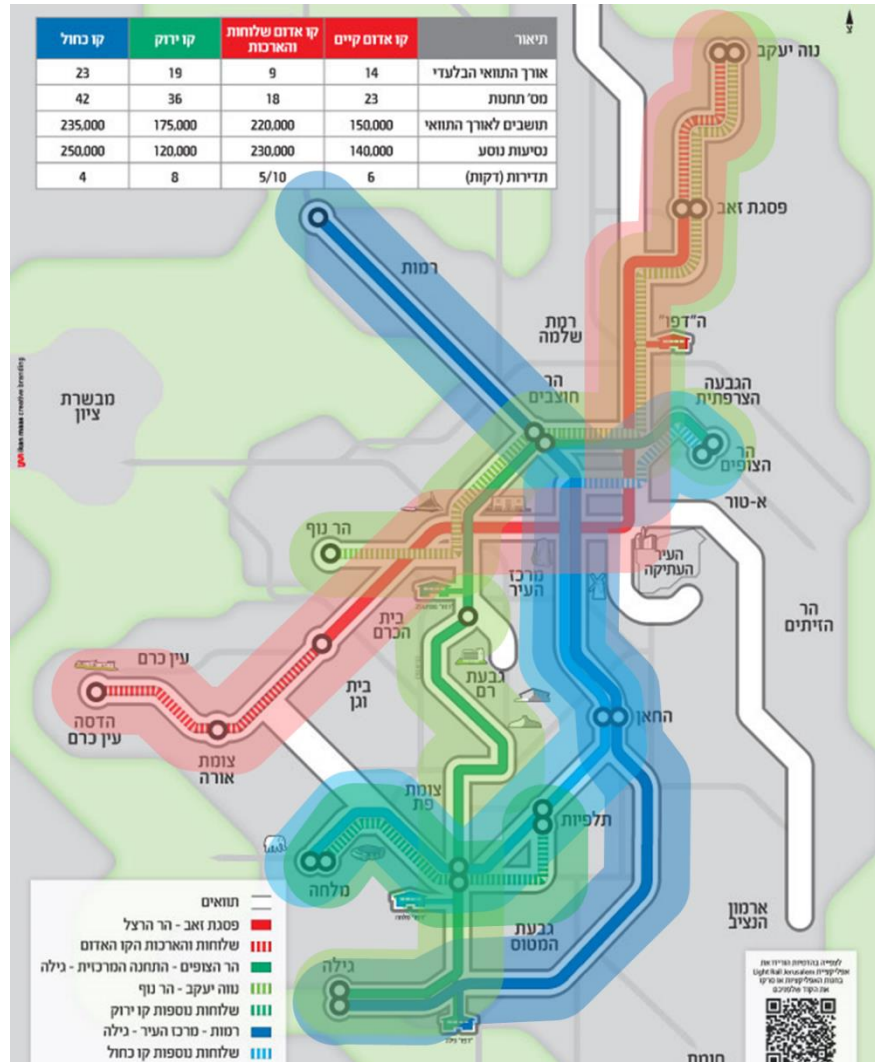


טווח הנזק של זרם תועה - גוש דן



המחשת טווח הסיכון מתוואי הרכבת הקלה, המטרו, ורכבת ישראל (הקו החשמלי)

ירושלים



המחשת טווח הסיכון מתוואי הרכבת הקלה

טווח הנזק של זרם תועה רכבת ישראל

ישראל

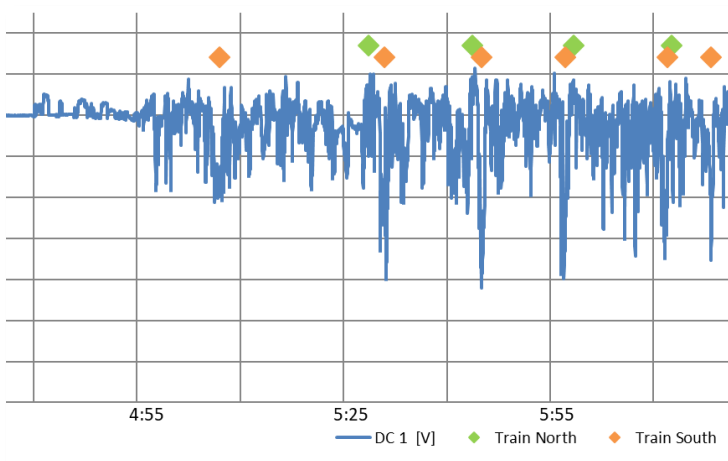


המחשת טווח הסיכון מתוואי הרכבת הכבדה

התגוננות מבזקי זרם תועה

סקר סיכונים:

- מיפוי גורמי הסיכון לזרמים תועים רכבות חשמליות, תשתיות עם הגנה קתודית, קווי מתח עליון ועל-עליון, אזורים עם הארקות בניינים ישנות
- מיפוי מוקדי נזילות
- מיפוי אגרסיביות, מוליכות וזיהום הקרקע



סקר זרמים תועים:

- איתור ומדידת זרמים תועים על תשתיות בפועל

השפעות רכבת קלה

© נזקים לתשתית סמוכה כתוצאה מזרמים תועים

1 [A] ~ 10 [Kg]

תכנון פיתוח וטכנולוגיה

אילן גביאן

בניה חדשה:

(עדכון מפרטים כלליים)

- צנרת פלדה
- צנרת בטון
- קונסטרוקציות פלדה
- בטון מזוין בתת הקרקע

תחזוקה:

(עדכון מפרטים כלליים)

- החלפת מקטעים
- ניטור, בקרה, התגוננות

תכנון תקציבי:

- הוכחת אחריות גורמי הנזק
- השתתפות גורמי הנזק בעלויות תיקון נזקים
- השקעה בעמידות בזרם תועה באזורים מועדים

1. 3. 5. כללי

הדרישות לעמידות הבטון בהשפעות תנאי הסביבה ניתנות כערכים גבוליים להרכב הבטון ותכונותיו (ראו סעיף 5.3.2), או, לחלופין, כדרישות הנובעות משיטות תכנון תפקודיות ביחס לקיים (ראו סעיף 5.3.3).

- מעכב קורוזיה מגביל נזקי זרם תועה
- בקרקע אגרסיבית – העלות נמוכה מעלות שיטת "ערכים גבוליים"

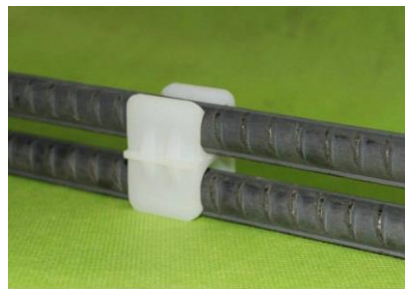
Corrosion Protection of Reinforcement
from Stray Current by
MCI 2005/2006 NS Admixtures
Method: EIS (Electrochemical Impedance Spectra)

Material	Rc, ohm*	Rp, ohm	Corrosion Current, I _{corr} ** (μA/yr)	Corrosion Rate, (μm/year)	Decrease in Corrosion Rate Versus Control, γ***
MCI-2005 NS	1782	38970	0.11	4.15	3.54 times less
MCI-2006 NS	1312	39060	0.11	4.15	3.55 times less
Control	1152	10990	0.38/14.68		-

יסודות, כלונסאות, רפסודות, מרתפים:



- מעכבי קורוזיה בתערובת הבטון



- חיוץ חשמלי של ברזלי הזיון



שוחות, תאי בקרה, צנרת בטון מזוין:

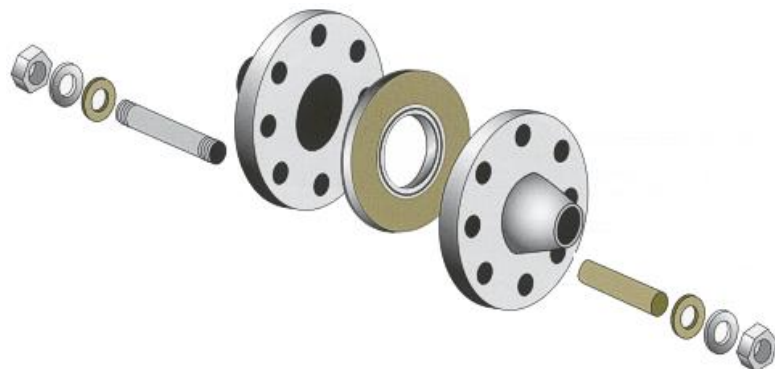
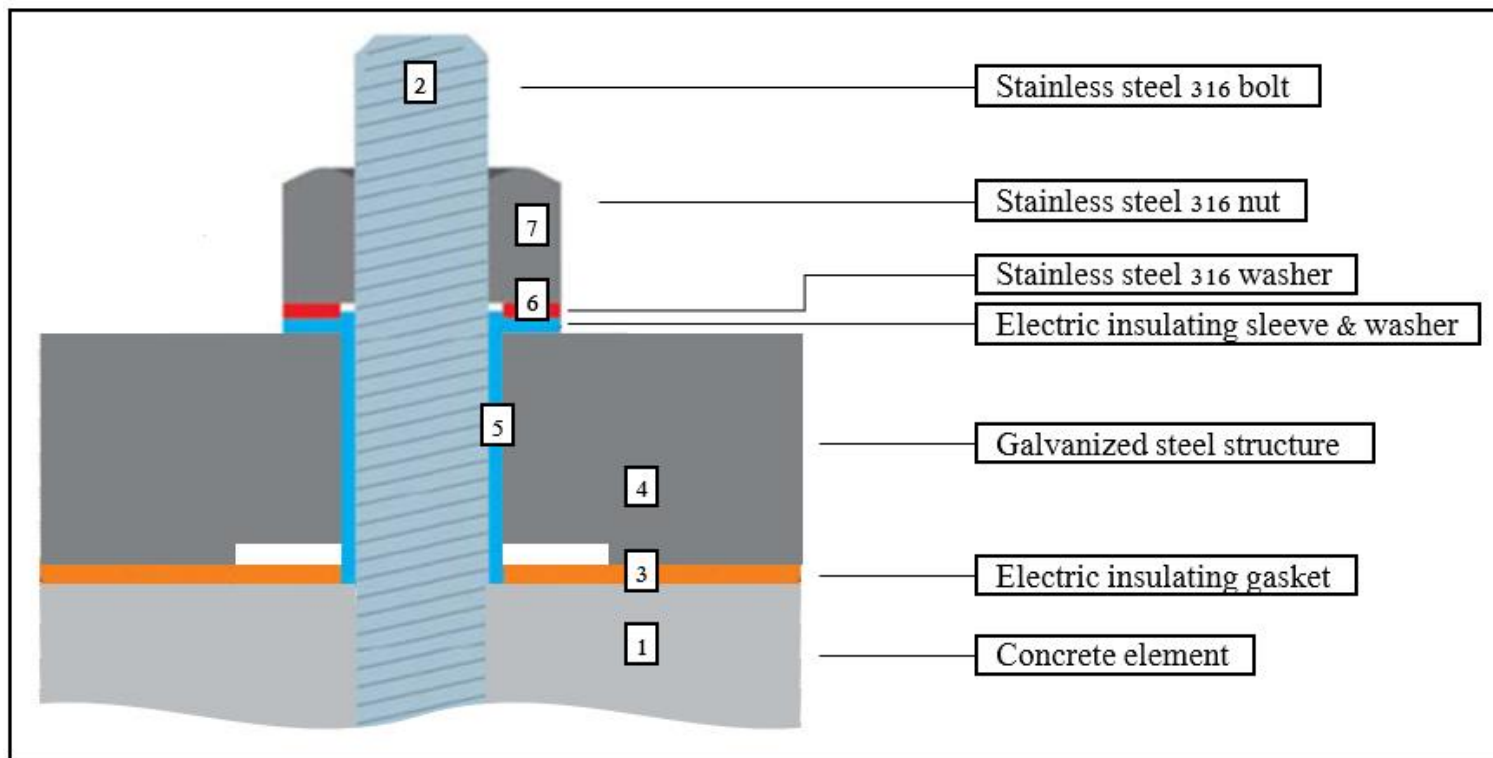
- מעכבי קורוזיה בתערובת הבטון
- חיוץ חשמלי בין המקטעים
- חיוץ חשמלי בין ברזלי הזיון



צנרת פלדה:

- מעכבי קורוזיה בציפוי PE
- חיוץ חשמלי בין המקטעים

חיוץ חשמלי בין זיון היסודות לפלדה הקונסטרוקטיבית



VpCI™ -375 One Coat



VpCI-375 is a unique, water-based acrylic one coat system (primer & topcoat) that successfully provides protection in harsh, outdoor, unsheltered applications. The complex mixture of non-toxic, organic inhibitors offers protection that can compete with most paints and zinc-rich primers.



מדידת הפרעות מתח:

- בין פלדת הזיון של היסודות לבין הקרקע
- בין צנרת המים של הבניין לבין הקרקע



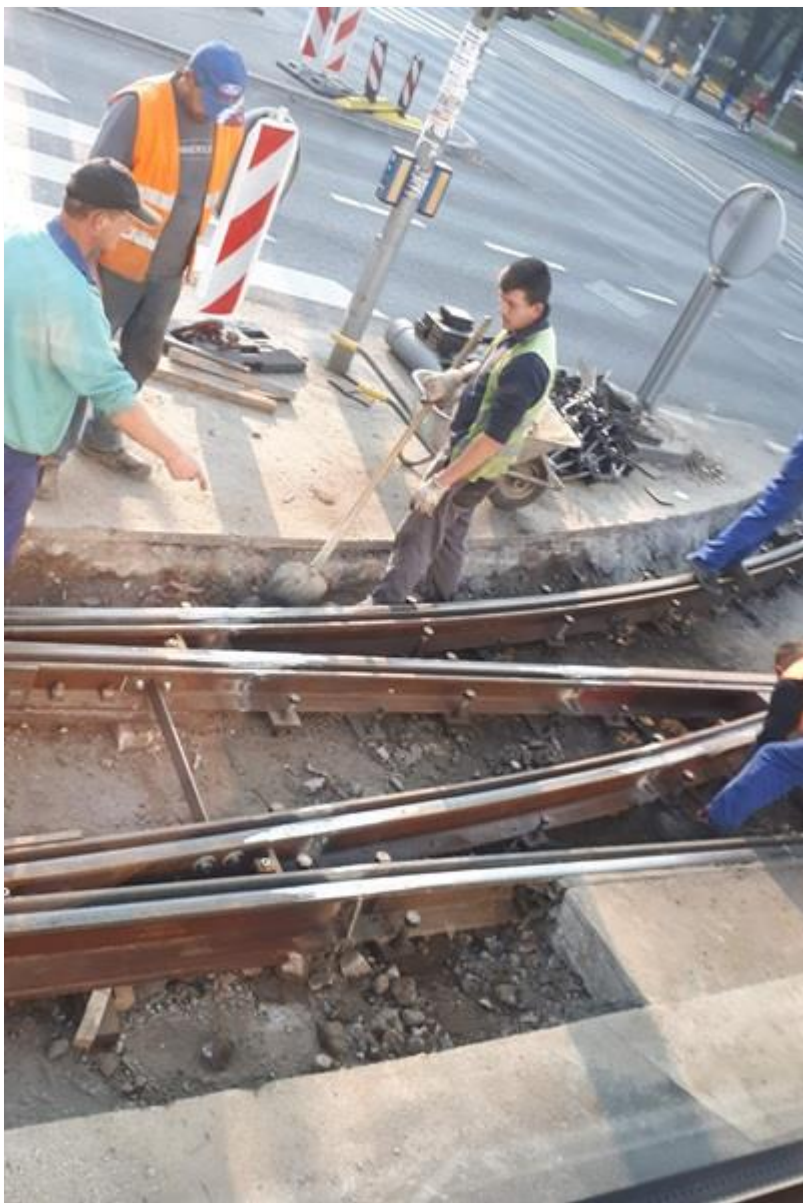
- **תכנון והטמנת אנודות הקרבה מסביב למבנה**

- **תחזוקה תקופתית באמצעות ניטור והחלפת אנודות**

התגוננות מתבקשת בסביבת סיכון התגוננות משלימה את תחזוקת מסילות הרכבות למיניהן



**בידוד חשמלי
באביזר פולימרי**



**תחזוקת בידוד המסילה
יכולה להיעשות
תוך כדי פעילות שוטפת
של הרכבת**

תודה על ההקשבה

שאלות?