

From Infrastructures to Cows

Soil Voltage Gradient Issues by Cathodic Protection and Electrical Systems

מתשתיות ועד פרות

בעיית מפל המתחים בקרקע ממתקני הגנה קתודית ומערכות חשמל

אסף ביבי

תוכן

רקע והקדמה

- קצת על מערכת הגנה קתודית
- טבעות שוות פוטנציאל (מתח) וקווי זרם

רכבות המונעות בזרם ישר

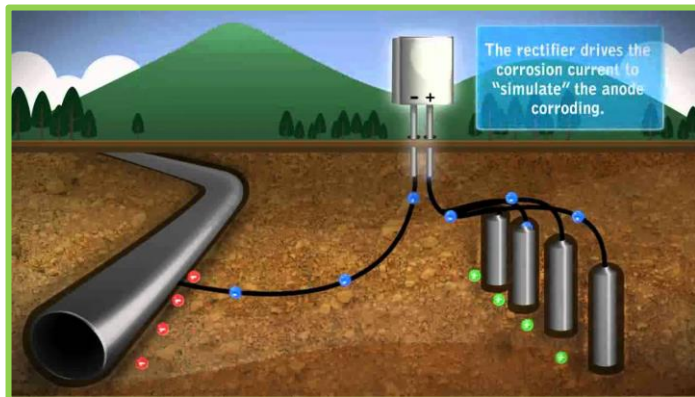
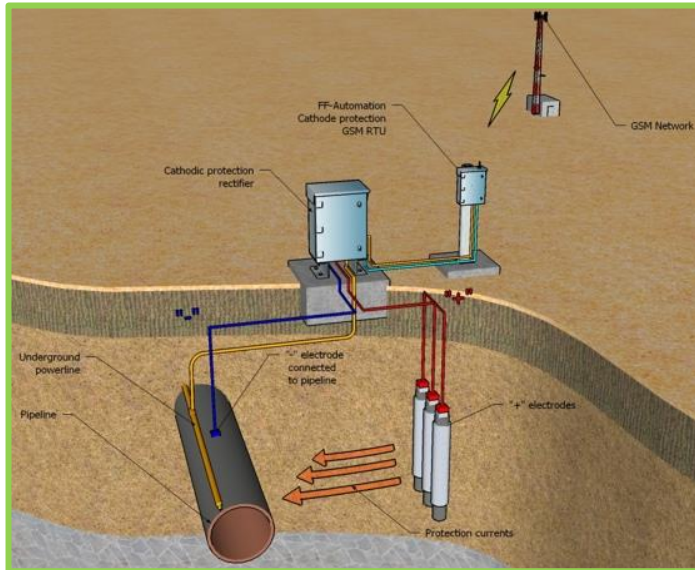
חישוב מתמטי

- תצורת שדה אנודות
- מדידות קרקע

סקר פיזי - שיטת המדידה

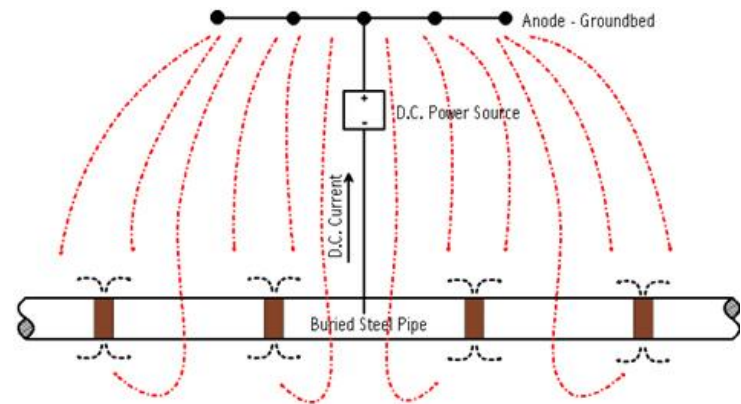
- זרמים תועים ברפת הקיבוץ
- סקר מפל מתחים לצנרת ולתשתיות נוספות
- שדה אנודות של קצא"א
- מתקן קיים של מקורות
- בסיסים צבאיים

קצת על מערכות הגנה קתודית

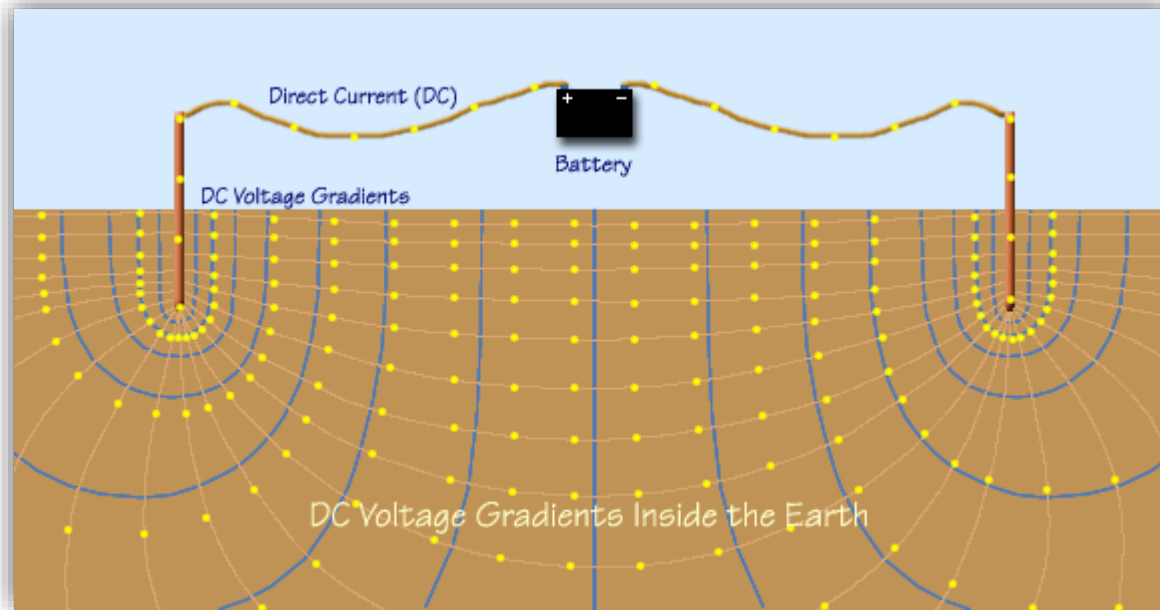


המערכת כוללת:

- ספק כוח (מיישר זרם).
- שדה אנודות.
- כבלים.
- אלקטרודת יחוס (אופציונלי).
- חיבור לתשתית המוגנת.

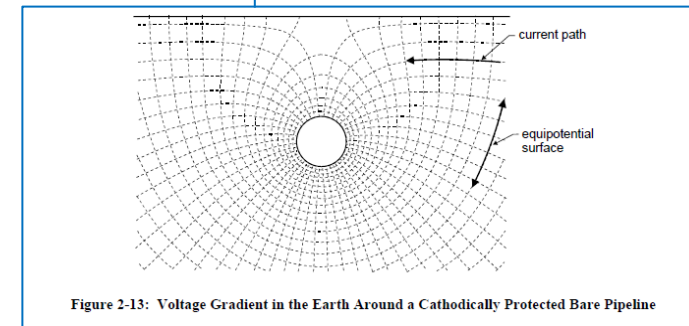
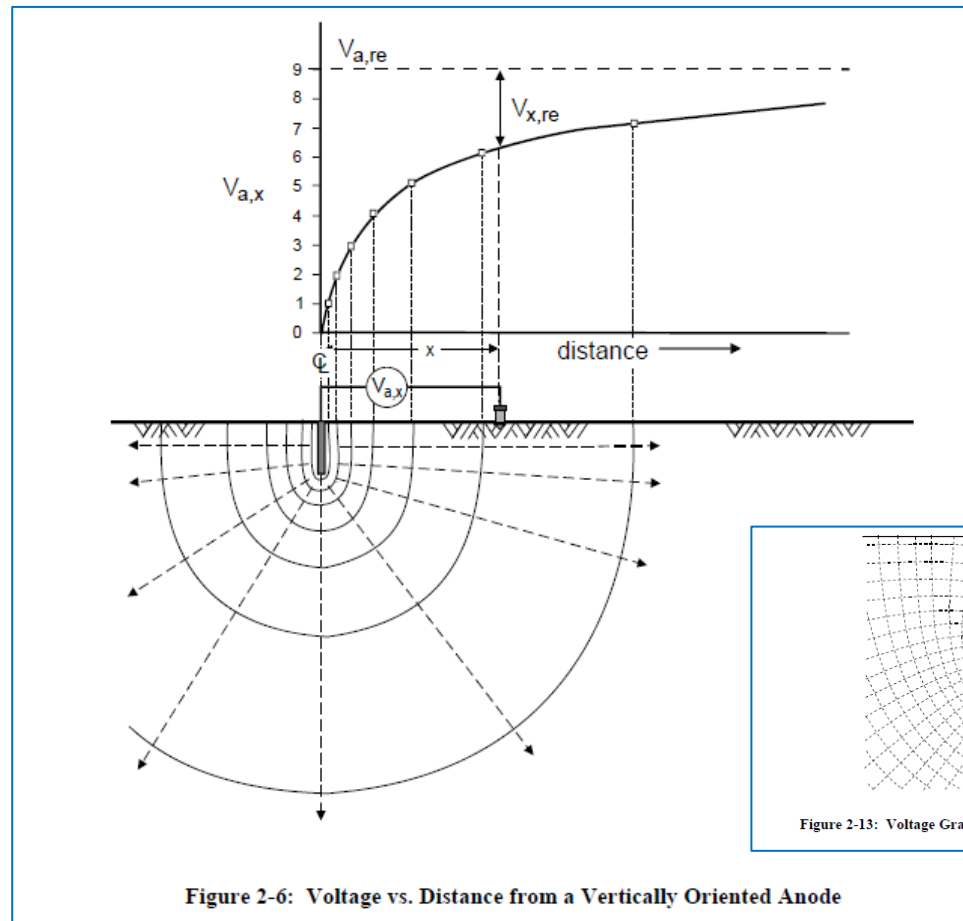


טבעות שוות פוטנציאל (מתח) וקווי זרם



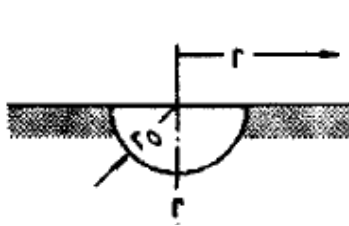
- טבעות שוות פוטנציאל סגורות.
- קווי זרם פתוחים - בעלי שתי נקודות קצה.
- קווי זרם ניצבים לקווי פוטנציאל.

מוקד ההגנה/ההפרעה העיקרי



מה משפיע על קווי הפוטנציאל בקרקע?

- זרם המוצא/המערכת.
- התנגדות הקרקע.
- תצורת שדה האנודות/ההארקה.
- תצורת התשתית המוגנת.
- כל עצם/נוזל/חלל הקיימים בקרקע ופוגעים בהומוגניות שלה!



$$R = \frac{\rho}{\pi d}$$

Spherical field $U_r = U_0 \frac{r_0}{r} = \frac{I\rho}{2\pi r}$

אז מה הסיכון?

זרמים לא מבוקרים הנכנסים לתשתיות זרות שאינן מחוברות למערכת.
נקודת פליטת הזרם מהם תהיה נקודה בעלת קורוזיה מואצת.

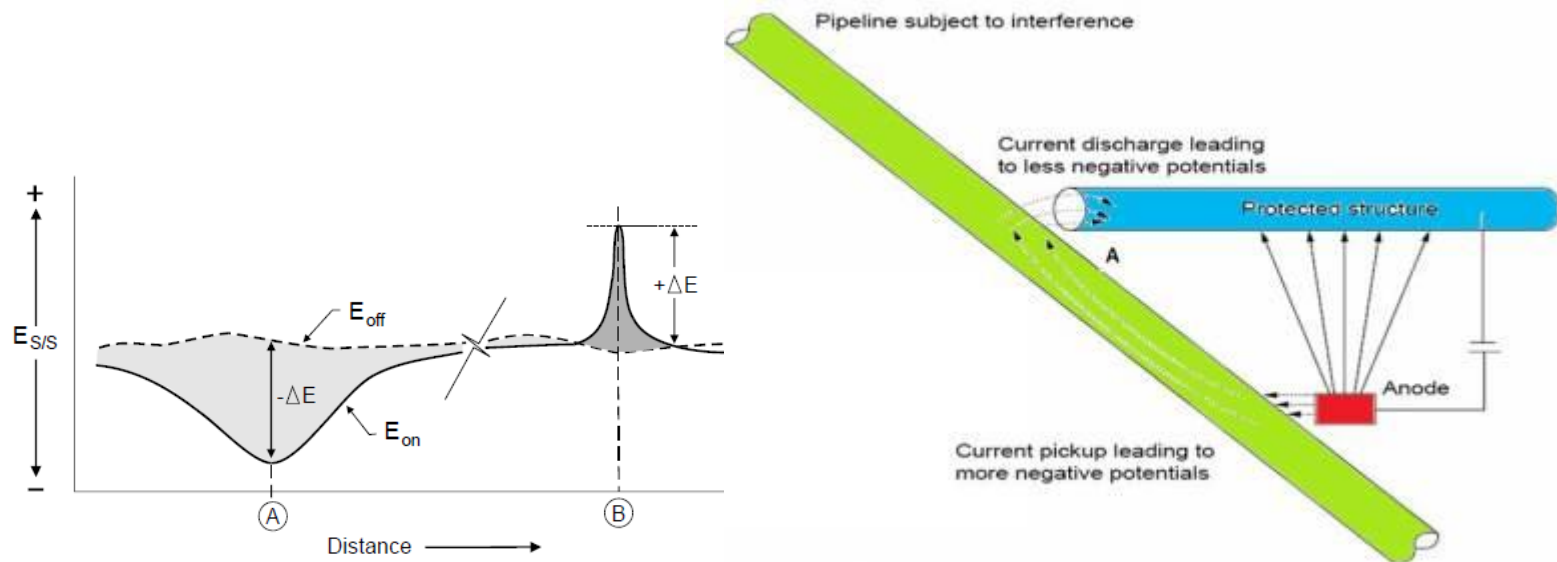


Figure 2-20: Typical Potential Profile on an Interfered-with Structure that Intersects both Anodic and Cathodic Voltage Gradient with the Current Source Interrupted

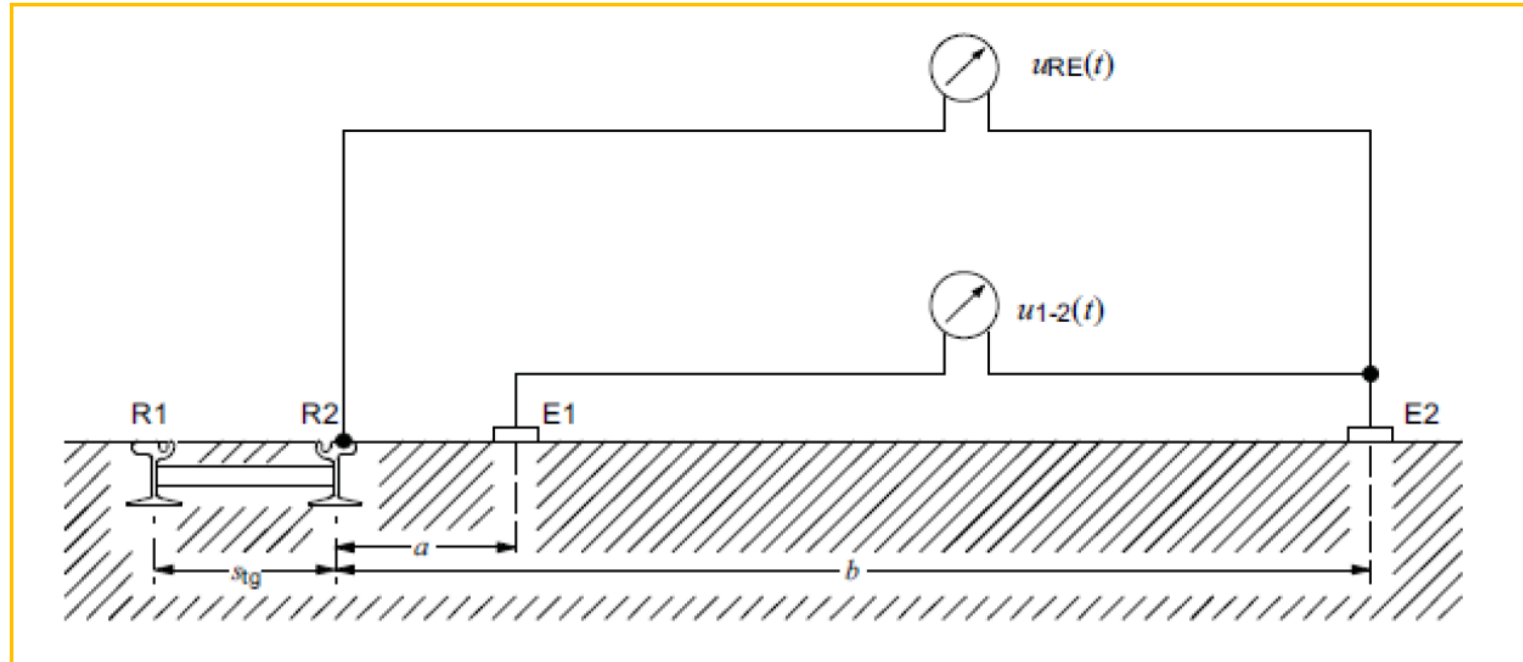


רכבות המונעות בזרם ישר



- קוטב פלוס – תיל עליון.
- קוטב מינוס – מסילה (חזרת הזרם אל ספק הכוח).
- זרמים תועים אפשריים לקרקע.

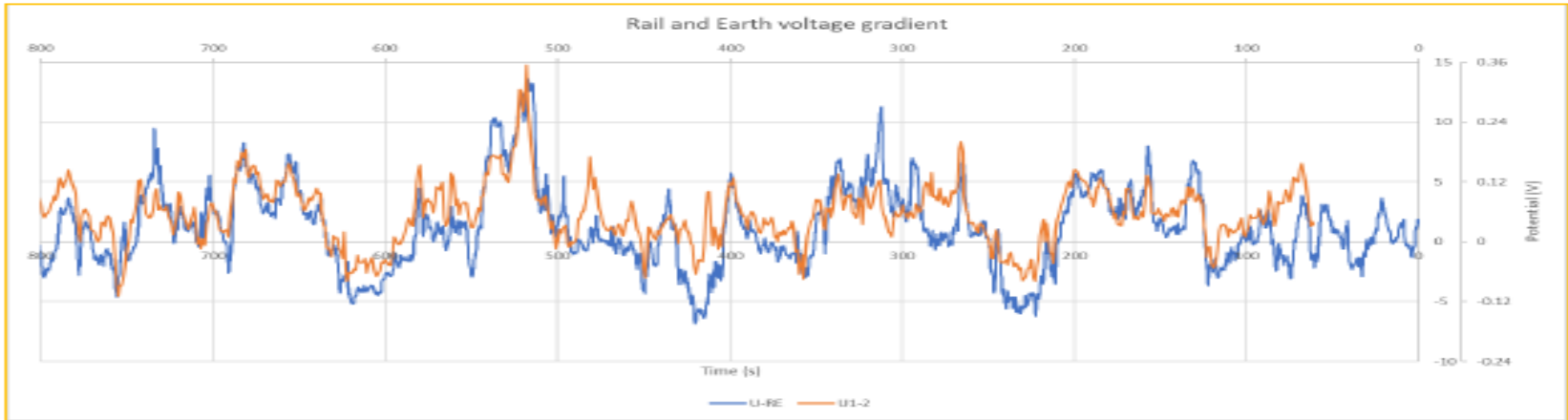
עליית מתחים בקרקע – הרכבת הקלה



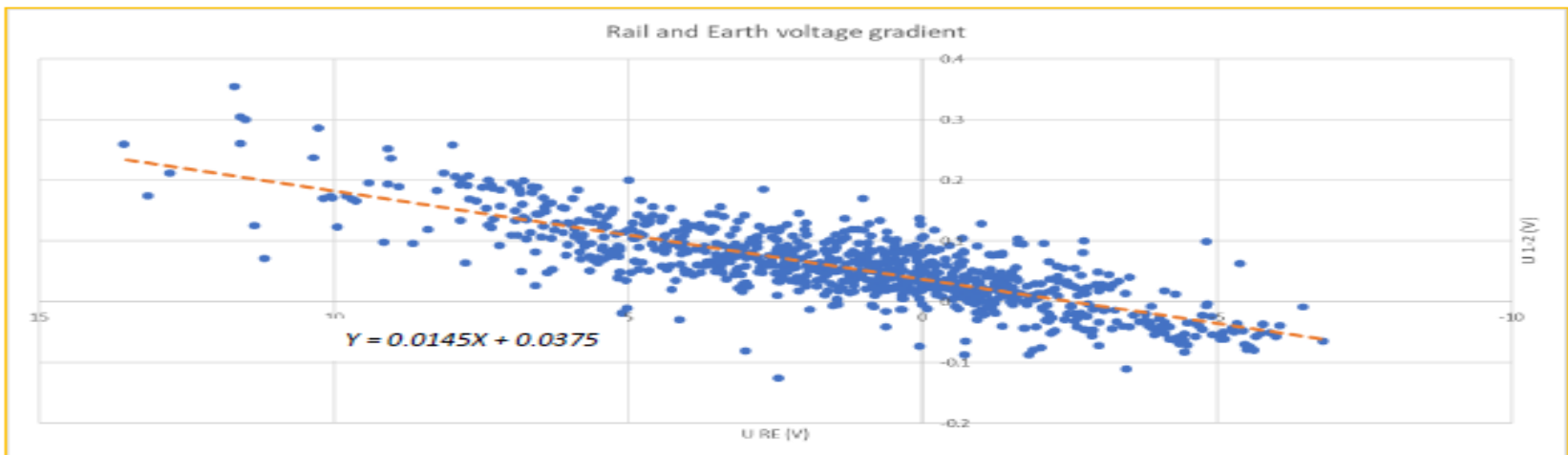
תמונה 11 - מערכת בדיקת המוליכות החשמלית ביחס לקרקע, של המסילה (נספח A4 בתקן EN 50122-2:2010)

$$G'_{RE} = \frac{1}{\rho_E} \cdot \frac{\pi \cdot m_{ST} \cdot 1,000}{\left[\ln \left((b + 0.5 \cdot S_{tg}) \times (b + 0.5 \cdot S_{tg} + S_{td}) \right) - \ln \left((a + 0.5 \cdot S_{tg}) \times (a + 0.5 \cdot S_{tg} + S_{td}) \right) \right]}$$

עליית מתחים בקרקע – הרכבת הקלה

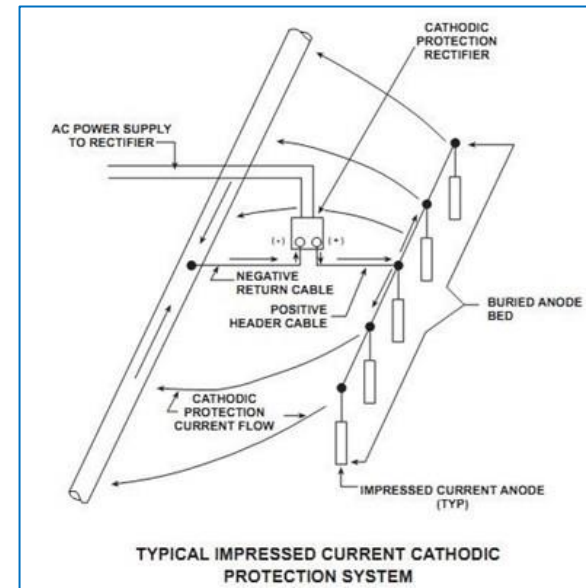
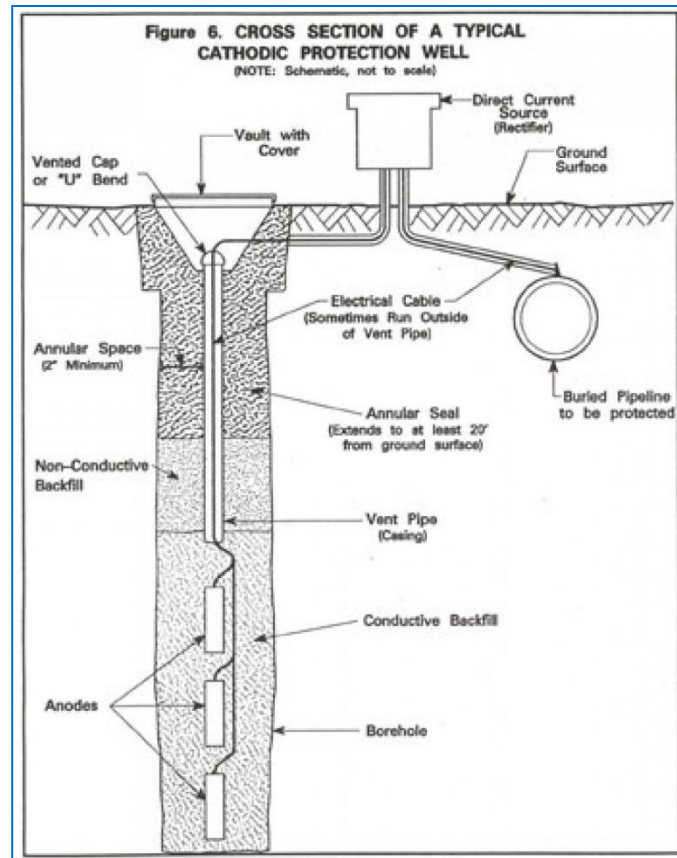


תרשים 1 - פוטנציאל המסילה ומפל המתחים בקרקע כתלות בזמן.

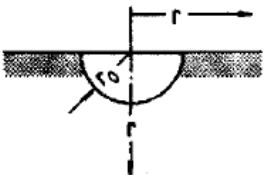
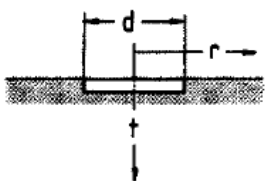
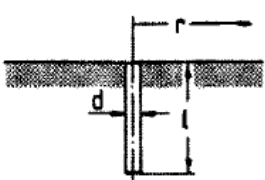
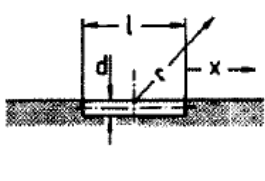
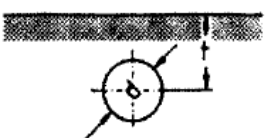


תרשים 2 - מפל המתחים בקרקע כתלות בפוטנציאל המסילה, בהתאם לנספח A4 בתקן EN50122-2

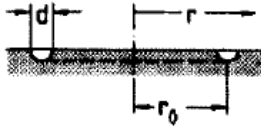
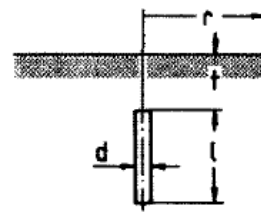
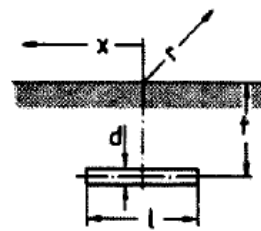
חישוב מתמטי - תצורת שדה אנודות



חישוב מתמטי - תצורות הארקה (אנודות) בסיסיות

1	Hemisphere, radius r_0 , diameter d		$R = \frac{\rho}{\pi d}$	Spherical field $U_r = U_0 \frac{r_0}{r} = \frac{I\rho}{2\pi r}$
2	Circular plate, diameter d , radius r_0		$R = \frac{\rho}{2d}$	Surface $U_r = \frac{2}{\pi} U_0 \arcsin\left(\frac{r_0}{r}\right)$ Depth $U_t = \frac{2}{\pi} U_0 \arctan\left(\frac{r_0}{t}\right)$
3	Rod anode, length l , diameter d		$R = \frac{\rho}{2\pi l} \ln \frac{4l}{d}$	$l \gg d \quad U_r = \frac{I\rho}{2\pi l} \ln \left(\frac{l + \sqrt{l^2 + r^2}}{r} \right)$
4	Horizontal anode, length l , diameter d		$R = \frac{\rho}{\pi l} \ln \frac{2l}{d}$	$l \gg d \quad U_r = \frac{I\rho}{\pi l} \ln \left(\frac{l}{2r} + \sqrt{1 + \left(\frac{l}{2r}\right)^2} \right) \approx \frac{I\rho}{2\pi r}$ $U_x = \frac{I\rho}{2\pi l} \ln \left(\frac{2x+l}{2x-l} \right) \approx \frac{I\rho}{2\pi x}$ [the approximation holds for $(r, x) \gg l$]
5	Sphere, diameter d , depth below surface t		$R = \frac{\rho}{2\pi} \left(\frac{1}{d} + \frac{1}{4t} \right)$	$t \gg d \quad U_r = \frac{I\rho}{2\pi \sqrt{t^2 + r^2}}$

חישוב מתמטי - תצורות הארקה (אנודות) בסיסיות

6	Ring-shaped ground, band width b , radius r_0		$R = \frac{\rho}{2\pi^2 r_0} \ln \left(\frac{16r_0}{d} \right)$	$d = \frac{b}{2}$	$U_r = \frac{I\rho}{\pi^2 (r_0 + r)} F \left(\frac{2\sqrt{r_0 r}}{r_0 + r} \right)^a$
7	Vertical anode, length l , diameter d , depth below surface t		$R = \frac{\rho}{2\pi l} \ln \left(\frac{2l}{d} \sqrt{\frac{4t+3l}{4t+l}} \right)$	$\begin{matrix} t \gg d \\ d \ll l \end{matrix}$	$U_r = \frac{I\rho}{2\pi l} \ln \left(\frac{t+l+\sqrt{r^2+(t+l)^2}}{t+\sqrt{r^2+t^2}} \right)$
8	Vertical anode		$R = \frac{\rho}{2\pi l} \ln \left(\frac{2l}{d} \right)$	$t \gg l$	$U_r = \frac{I\rho}{2\pi l} \ln \frac{\sqrt{t^2+r^2+\left(\frac{l}{2}\right)^2} + \frac{l}{2}}{\sqrt{t^2+r^2+\left(\frac{l}{2}\right)^2} - \frac{l}{2}}$
9	Horizontal anode, length l , diameter d , depth below surface t		$R = \frac{\rho}{2\pi l} \ln \left(\frac{l^2}{td} \right)$	$\begin{matrix} d \ll l \\ t \ll l \end{matrix}$	$U_x = \frac{I\rho}{2\pi l} \ln \frac{\sqrt{t^2+\left(x+\frac{l}{2}\right)^2} + x + \frac{l}{2}}{\sqrt{t^2+\left(x-\frac{l}{2}\right)^2} + x - \frac{l}{2}}$
10	Horizontal anode		$R = \frac{\rho}{2\pi l} \ln \left(\frac{2l}{d} \right)$	$t \gg l$	

חישוב מתמטי

- חובה לבדוק את התנגדות הקרקע! ביחס לינארי למפל המתחים.
- התמרה למודל מתמטי מופשט – חצי כדור.
- ההנחה היא שבמרחק רק מספיק משדה האנודות, נוכל להתייחס אליו כמקור נקודתי, חצי כדורי בעל רדיוס כלשהו.
- ההנחה תהיה בתוקף במרחקים הגדולים משמעותית מרדיוס הכדור המתמטי.

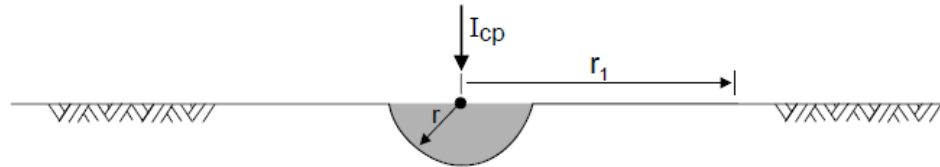


Figure 2-8: Hemispherical Electrode

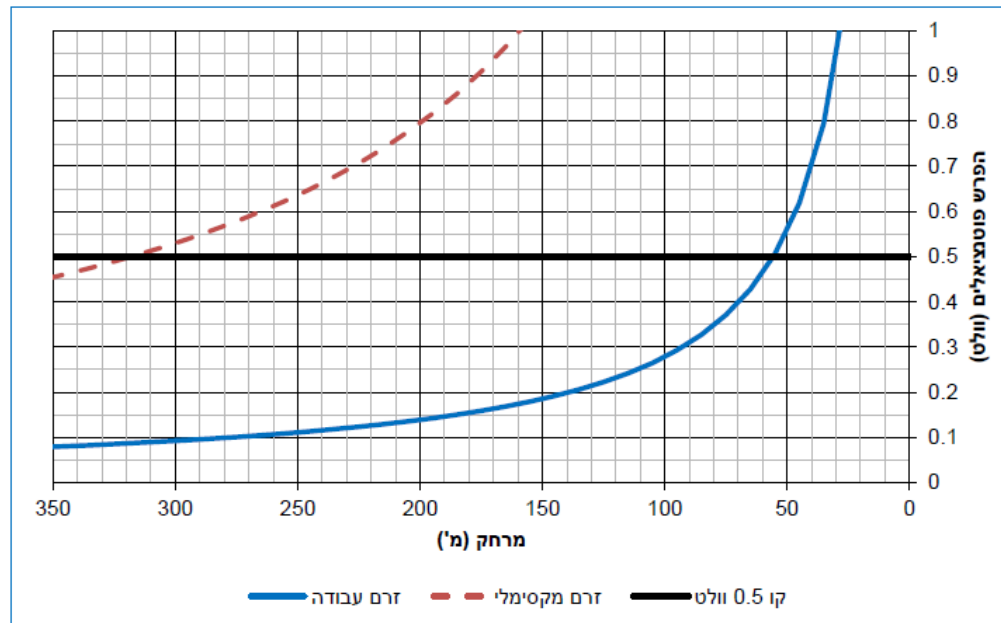
- לדוגמא, חושבה ההתנגדות הכללית של שדה כלשהו: $R_n = 0.48\Omega$

$$R_h = \frac{\rho}{2\pi r} \quad r = \frac{\rho}{2\pi R_h} = 7.7m$$

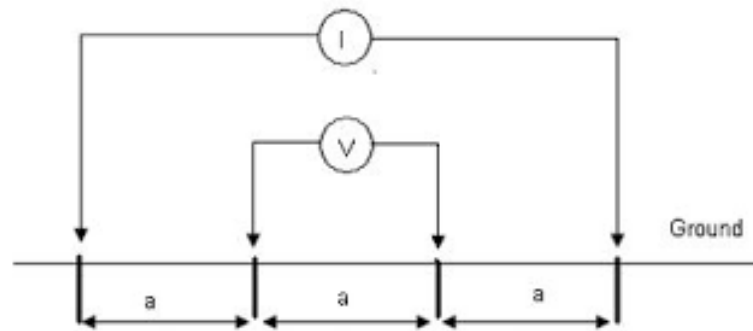
רדיוס הכדור:

חישוב מתמטי

הערה	מפל מתח בזרם מקסימלי (V)	מפל מתח בזרם עבודה (V)	מפל מתח לאמפר (V/A)	מרחק ממרכז השדה (מ')
	3.18	0.56	0.080	50
	2.84	0.50	0.071	56
	1.59	0.28	0.040	100
	1.06	0.19	0.027	150
	0.64	0.11	0.016	250
	0.53	0.09	0.013	300



חישוב מתמטי - מדידות קרקע



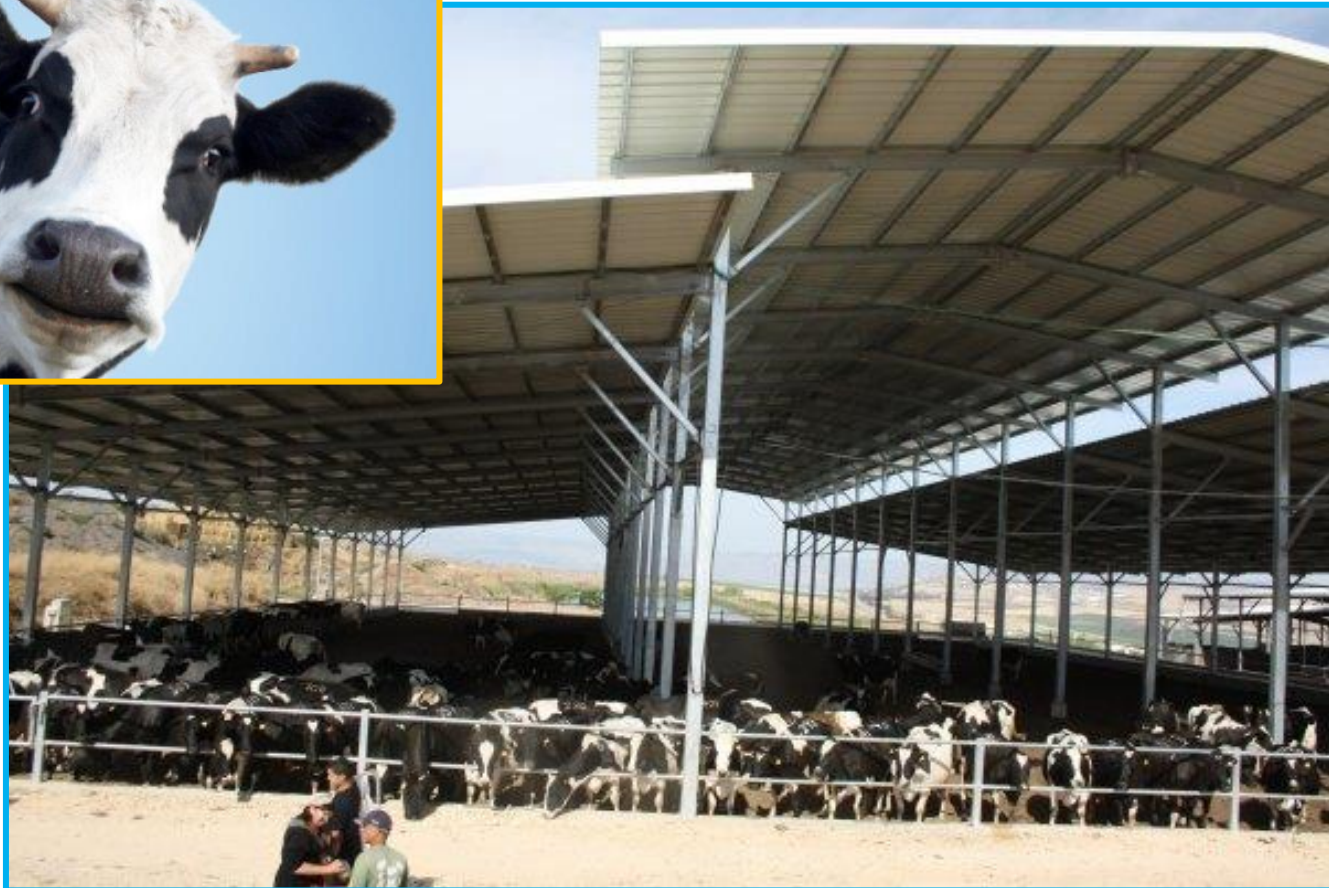
- בשיטת ארבע פינים (וונר למשל).
- בשיטת תיבת מוליכות (soil box).
- תקן המדידה: ASTM G57

סקר פיזי - שיטת המדידה

- כיוון מיישר הזרם של המערכת (באם ניתן) בהתאם לנדרש.
- מדידת הפרש פוטנציאלים כנגד אלקטרודת ייחוס רחוקה (כלפי מסת אדמה).
- כיוול מכשירים חובה בתחילת העבודה!
- ניתוח ופענוח התוצאות.



זרמים תועים ברפת הקיבוץ



זרמים תועים ברפת הקיבוץ

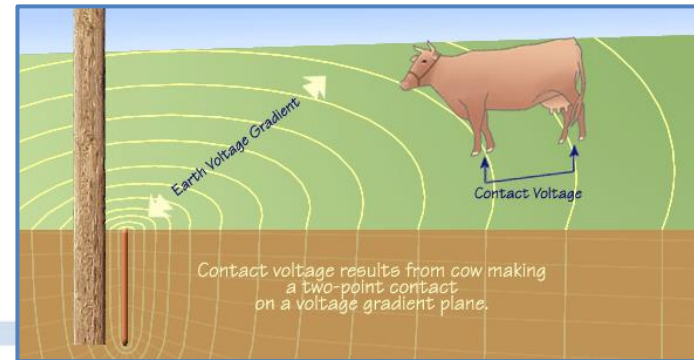


זרמים תועים ברפת הקיבוץ

UF IFAS Extension
UNIVERSITY of FLORIDA

Stray Voltages in Dairies ¹

J. A. Watson, R. A. Bucklin, and D. R. Bray²



A stray electrical current passing through a cow's body may cause reduced milk production and health problems. The electrical current can be caused by poor or faulty wiring, faulty equipment, or improper grounding. It can also originate off the farm and enter through the grounded neutral wiring network. Stray voltages are usually low, alternating current voltages on the grounded neutral wires of the farm wiring system. Power suppliers may use the terms neutral-to-ground voltage and neutral-to-earth voltage to refer to the problem. Reduced milk production and the costs for treatment of the cow's health problems can lead to substantial economic losses.

Symptoms

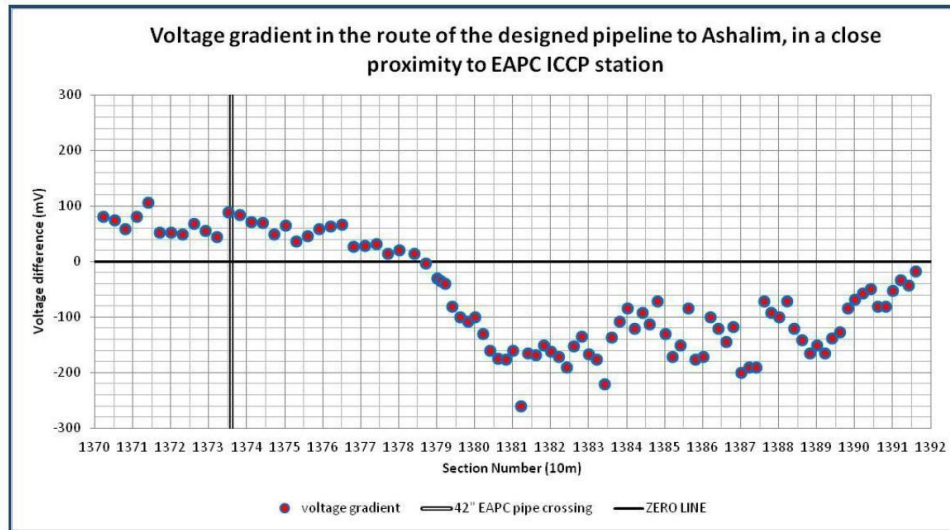
The reaction of animals to stray voltages varies with the

factors such as malfunctioning milking equipment or rough handling.

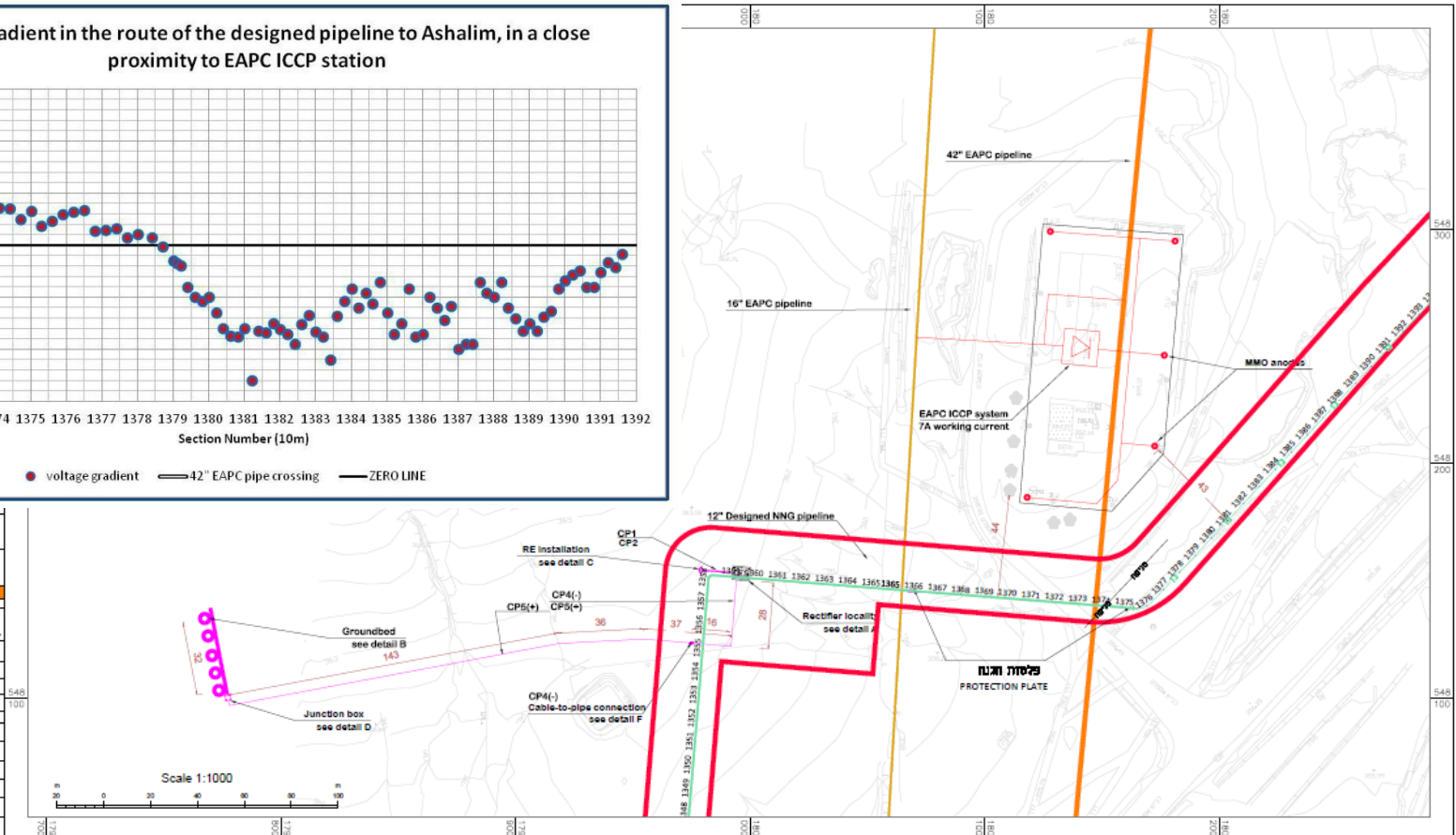
3. Normal milk letdown is interrupted, thus requiring more time for milking and machine stripping. This adds more time and money into the production process.
4. Udder irritation can be caused by incomplete milkout, which increases the incidence of mastitis.
5. If cows are exposed to stray voltages while eating, they will be reluctant to eat. Feed intake will be reduced.
6. Stray voltages may enter the parlor through the water supply or metal drinking cups. Animals will hesitate to drink and may lap the water. Each of these symptoms is



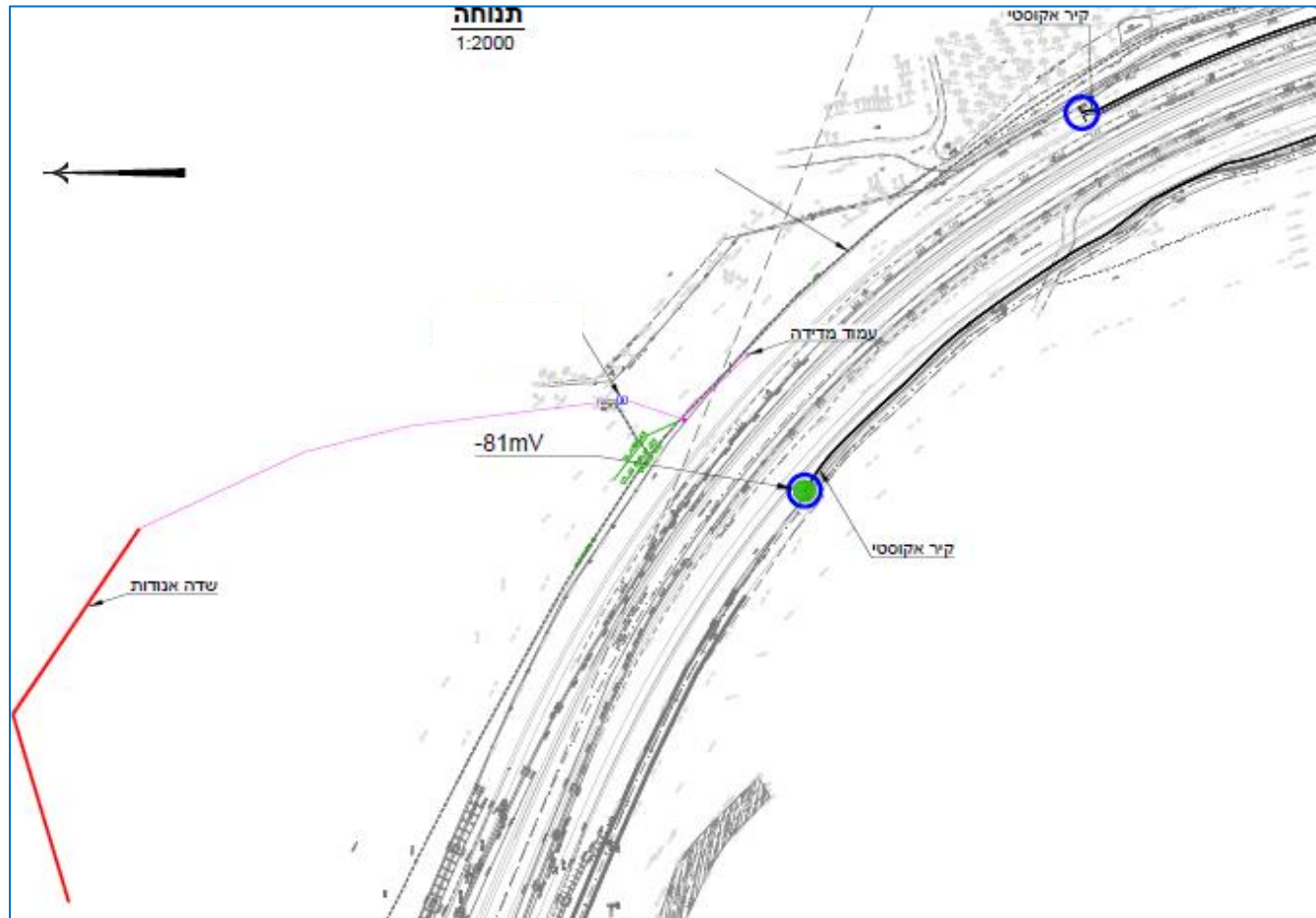
חציית קו גז מתוכנן עם קווי קצא"א ובקרבת מתקן של קצא"א



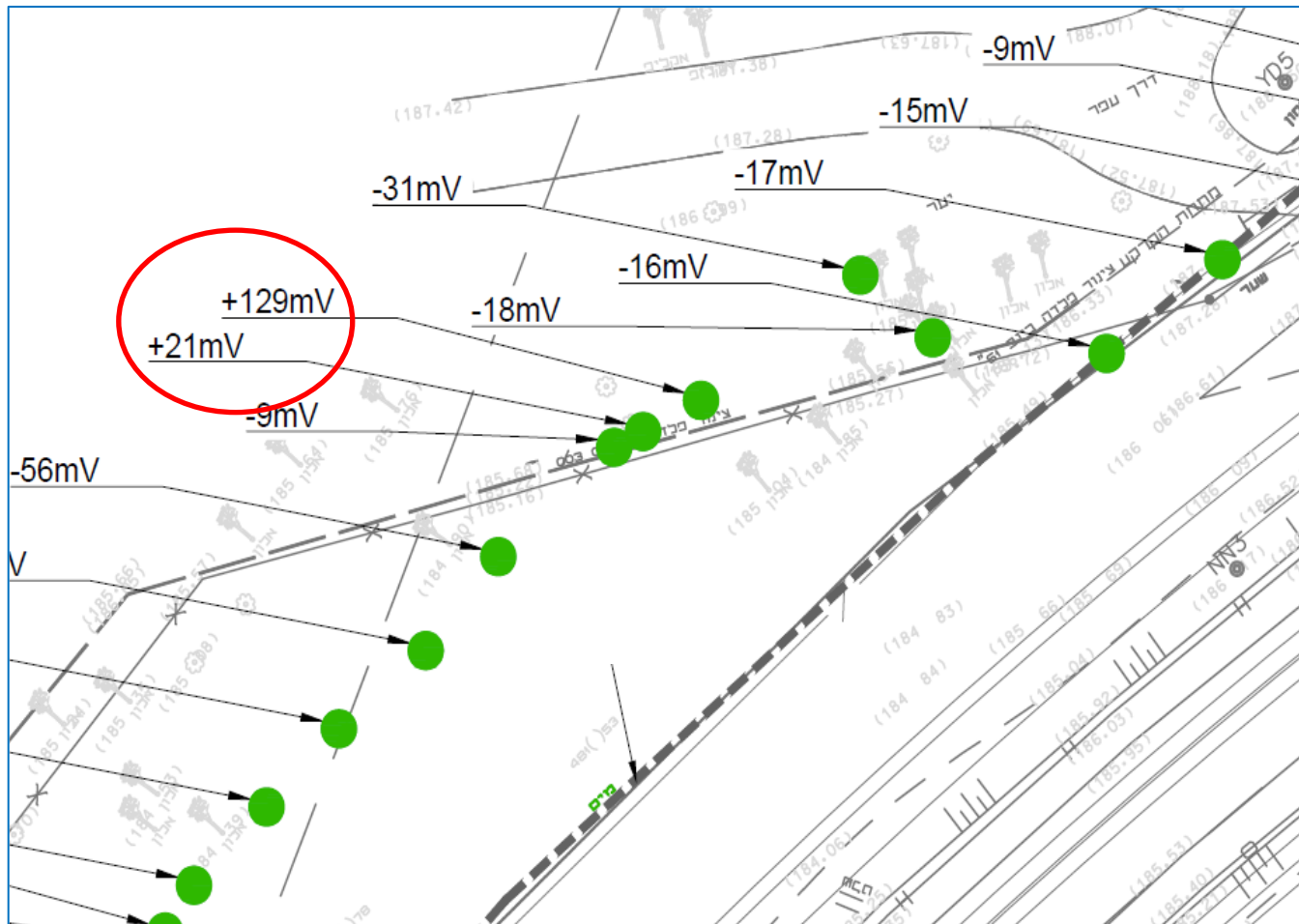
Drawing Name: NNG and EAPC overview				
Drawing number: AB-NNG-AAM-CPR-070			Scale: 1:500	
REV.	DATE	NAME	DATE	SIGN.
1	25/04/18	Designed	A. BIBI	14.04.18
		Drawn	Y.D.	14.04.18
		Approved	A. BIBI	14.04.18
Revisions & Updates:				
1	25/04/18	Pipeline route modification		
0	14/04/18	For Construction		
#	DATE	DESCRIPTION		



סקר מפל מתחים בשלב תכנון קיר אקוסטי



סקר מפל מתחים בשלב תכנון קיר אקוסטי



תודה על ההקשבה

