

מדידה ובדיקה חשמלית ע"פ תקנות החשמל לעבודה במתקן חשמלי חי ובקרבתו 27.11.2008

14. מדידה ובדיקה חשמלית

א- מדידה ובדיקה חשמלית חי במתח נמוך תבוצע:

- (1) בידי חשמלאי בעל רישיון חשמלאי מוסמך לפחות או חשמלאי מסויג;
- (2) באמצעות מכשירי מדידה **תקניים ומתאימים** שתקינותם נבדקה קודם השימוש, ובמידת הצורך גם אחריו.

מכשירי מדידה במתקני חשמל



כתיבה ועריכה:
סגל אריאל

פרק ד' – מדידה ובדיקה חשמלית - המשך

14. (ג) כשקיים סיכון של מגע מקרי בחלקים חיים, ינקוט החשמלאי באמצעים מתאימים שימנעו הלם חשמלי או היווצרות קצר או קשת חשמלית, על ידי שימוש במחיצות או כיסויים מבודדים ובציוד מגן אישי כגון: כפפות מבודדות, משקפי מגן או מגן פנים.

15. אמצעי הצלה ועזרה ראשונה:

לא תתבצע עבודה במיתקן חי או בקרבה למיתקן חי אלא אם כן יש במקום העבודה מוט הצלה או אמצעי הצלה מתאים אחר ואמצעי עזרה ראשונה.

ציוד בטיחות לעבודה במתקן חי



דרגת הבידוד של כפפות ושרוולים

דרגה	00	0	1	2	3	4
מתח עבודה מרבי AC [kV]	0.5	1	7.5	17	26.5	36
מתח עבודה מרבי DC [kV]	0.75	1.5	11.25	25.5	39.75	54
מתח בדיקה RMS [kV]	2.5	5	10	20	30	40



• מוט הצלה

סגל אריאל

מכשירי בדיקה במתקני חשמל

5

כפפות לעבודה במתקני מתח נמוך



Class 00



Class 0

סגל אריאל

מכשירי בדיקה במתקני חשמל

6

תוספת ראשונה

תחום העבודה במתקן חי ותחום הקרבה למתקן חי לפי המתח במתקן :

מתח נקוב U_n (kV)	רדיוס DL בסנטימטרים	רדיוס DV בסנטימטרים	תחום הקרבה למיתקן חי
<1.0	20	40	20-40
3.3	22	122	22-122
6.6	23	123	23-123
12.6	26	126	26-126
22	41	141	41-141
33	56	156	56-156

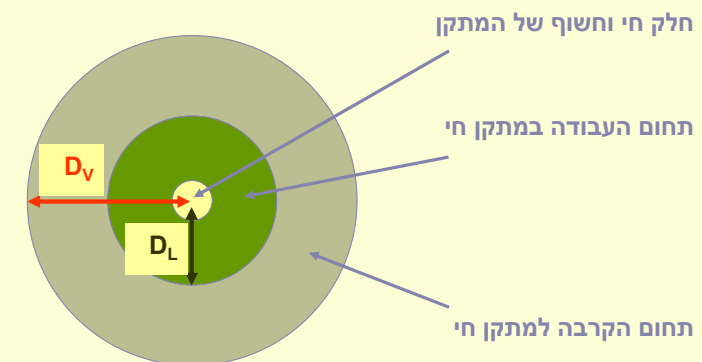
סגל אריאל

מכשירי בדיקה במתקני חשמל

7

איור מס' 1

תחום העבודה במתקן חי ותחום הקרבה למתקן חי בהתאם למתח במתקן



סגל אריאל

מכשירי בדיקה במתקני חשמל

8

מרחק בין מחיצה או כיסוי למתקן חי חשוף

כשהמחיצה או הכיסוי מותקנים במרחק שווה או עולה על המפורט בטבלה מחלק של מוליך חי חשוף, מותר להתקרב (מהצד הנגדי לחלק החשוף) עד למגע במחיצה או בכיסוי. עבודה מאחורי המחיצה או הכיסוי אינה נחשבת עבודה במתקן חי או עבודה בקרבת מתקן חי.

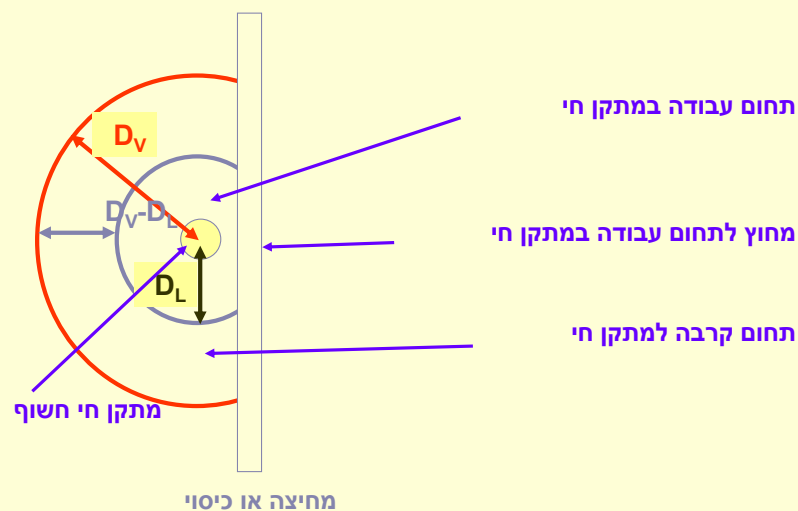
כשהמחיצה או הכיסוי מותקנים במרחק קטן מהמפורט בטבלה מחלק של מוליך חי חשוף, או שלא ניתן לדעת מה המרחק המדויק, יש להתייחס לעבודה מאחורי המחיצה או הכיסוי כאל עבודה בקרבת מתקן חי.

מרחק בין מחיצה או כיסוי למתקן חי חשוף

מתח נקוב U_n [kV]	מרחק בין חלק של מתקן חי לבין המחיצה (סנטימטרים)
עד 1	0
3.3	2
6.6	3
12.6	6
22	11
33	16

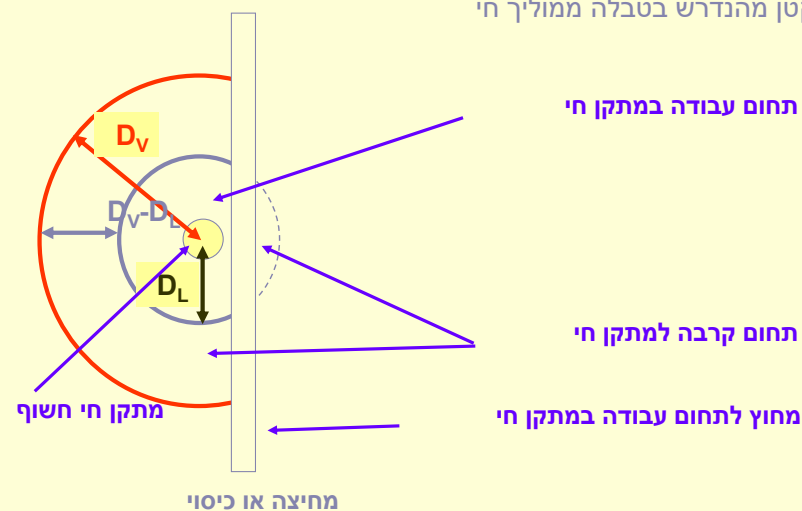
איור מס' 2

תחום העבודה במתקן חי ותחום הקרבה למתקן חי לאחר התקנת מחיצות וכיסויים



איור מס' 3

תחום העבודה במתקן חי ותחום הקרבה למתקן חי לאחר התקנת מחיצות וכיסויים במרחק קטן מהנדרש בטבלה ממוליך חי חשוף



תקנים

- מכשירי מדידה המשמשים לבדיקות במתקני חשמל חייבים לעמוד בתקנים: IEC61157 סעיפים 1-10 ו-IEC61010-1 – תקן בטיחות למכשירי מדידה. תקנים אלה עוסקים במתקני מתח נמוך במתח חילופין שאינו עולה על 1000V ומתח ישר שאינו עולה על 1500V.

תקנים

- תקן IEC 61157 מכיל 10 סעיפים לפי הפירוט הנ"ל:
 - 1-61157 - דרישות והגדרות כלליות ותאור התקן.
 - 2-61157 - דרישות מציוד למדידת התנגדות בידוד.
 - 3-61157 - ציוד למדידת עכבת לולאת תקלה.
 - 4-61157 - ציוד למדידת רציפות מוליכי הארקה.
 - 5-61157 - ציוד למדידת התנגדות לאדמה.
 - 6-61157 - ציוד למדידת תקינות וזמני פעולה של מפסקי מגן הפועלים בעת זרם דלף לאדמה.
 - 7-61157 - ציוד למדידת סדר פזות.
 - 8-61157 - ציוד לבקרה של מתקנים מוזנים בזינה צפה (IT).
 - 9-61157 - ציוד לזיהוי מקום תקלה במתקני זינה צפה (IT).
 - 10-61157 - דרישות מציוד מדידה רב פונקציונלי המורכב בפנלים משולבים.

תקן 61010

Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use

- 1-61010 - דרישות והגדרות כלליות.
- 2-61010 - דרישות בטיחות מציוד מדידה חשמלי ומציוד בקרה למעבדות.
- 3-61010 - דרישות בטיחות מציוד מדידה חשמלי ומציוד בקרה למעבדות רפואיות.

עמידה במתחי יתר

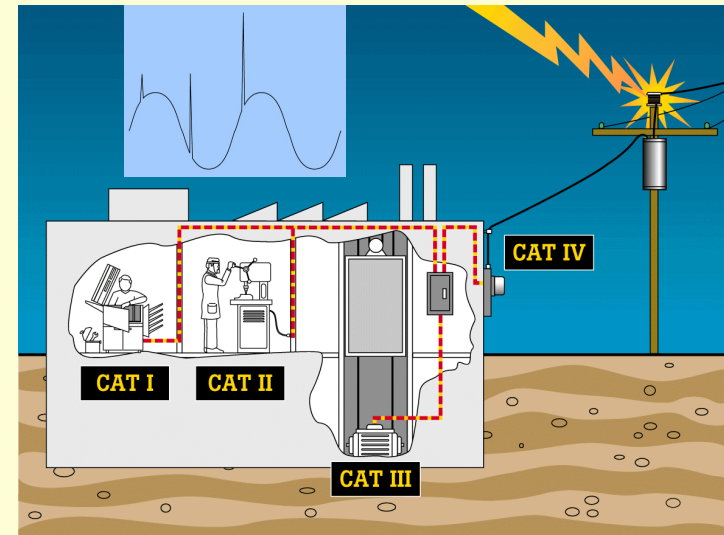
- לוחות חשמל, ציוד בלוחות וציוד חשמלי בכלל נדרשים לעמוד במתחי יתר. נתון זה מופיע בדפי הנתונים שהיצרנים מצרפים לציוד ומסומן ב-Uimp.
- רמות המתח מחולקות ל-4 קטגוריות על פי קרבתם למקור הזינה והיכולת להופעת מתחי יתר חולפים.
- מתחי יתר חולפים יכולים קיימים כל הזמן ויכולים להופיע בשל מס' סיבות:
 - מיתוג עומסים השראתיים ומנועים גדולים.
 - פגיעות ברקים.
 - מיתוגים ברשת המתח הגבוה.
- מתחי יתר אלה מאופיינים במתח של אלפי וולט ואנרגיה גבוהה

רמות מתחי יתר על פי אזורים ANS/ISA S82.02

- קטגוריה I מיועדת לציוד המרוחק ביותר ממקור הזינה, בעוד קטגוריה IV היא הגבוהה ביותר ומציינת ציוד החשוף למתחי יתר גבוהים.

מתח נקוב (V _{AC})	פולס מתח יתר נקוב שהציוד נדרש לעמוד בו			
	Category I	Category II	Category III	Category IV
50	330	500	800	1500
100	500	800	1500	2500
150	800	1500	2500	4000
300	1500	2500	4000	6000
600	2500	4000	6000	8000
1000	4000	6000	8000	12000

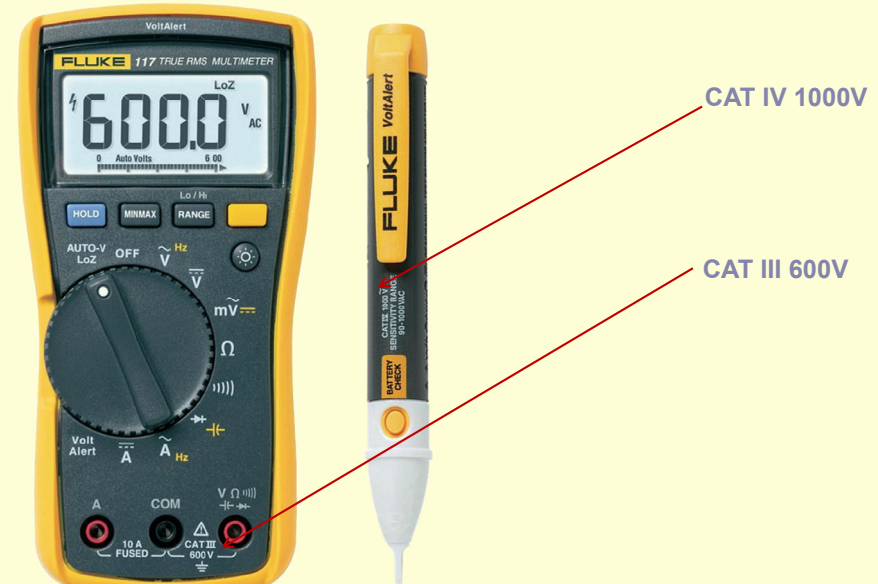
רמות מתחי יתר על פי אזורים ANS/ISA S82.02



עמידה במתחי יתר

- קטגוריה I: ציוד אלקטרוני מכשור אלקטרוני, מחשבים, טלוויזיות, מערכות סטריאו, אזעקות, מכשור חשמלי בייתי המכיל אלקטרוניקה, צרכנים המוזנים דרך שנאי בעל עכבה גבוהה.
- קטגוריה II: מכשור חשמלי בייתי המכילים מנגנונים מכניים, כלי עבודה ביתיים, בתי תקע והסתעפויות המרוחקים יותר מ-10 מטר מאזור III וכד'.
- קטגוריה III: לוחות חלוקה, מפסקי זרם, מנתקים שקעי כוח, כבלים, מהדקי חיבורים, קופסאות חיבור מנועי תלת מופעיים, מתקני תאורה גדולים, מזינים.
- קטגוריה IV: מנועים גדולים, מכשור מדידה, ציוד להגנה בפני יתרת זרם, ציוד למדידה מרחוק, ציוד המחובר ישירות להדקי רשת ההזנה, לוחות ראשיים.

קטגורית מתח יתר



עמידת מכשירי הבדיקה במתחי יתר



ביצוע מדידה בטיחותית במתקן חשמלי

- החלק החשוב ביותר לפני ביצוע מדידה חשמלית במתקן מתח נמוך הינו התכנון:
- לפני פתיחת דלתות בלוחות חשמל וביצוע פעולה כלשהי יש לבצע את השלבים הבאים:
 1. תכנון המדידה.
 2. התבוננות בסביבת העבודה לבחינת אפשרויות מיקום ציוד המדידה.
 3. זיהוי פתחי חירום.
 4. זיהוי סיכונים סביבתיים כגון: דלקים, גזים, מים וכד'.
 5. תאורה ואוורור נאותים של סביבת העבודה.
 6. המצאות אדם מוסמך נוסף שיסייע או שיהיה בקרבת מקום ומכיר את כללי ביצוע מדידה נכונה.
 7. דפיקות על הדלת לאפשר בריחתם של בעלי חיים אם מסתתרים בלוח.

ביצוע מדידה בטיחותית במתקן חשמלי

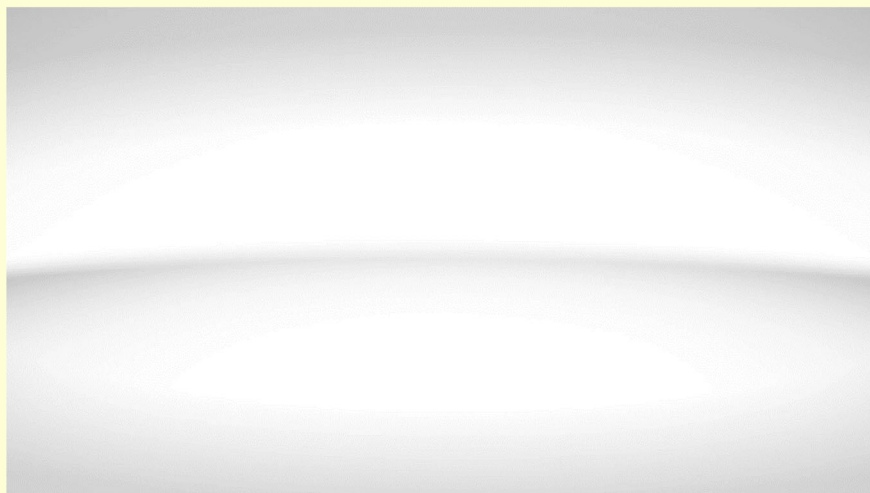
8. המצאות ציוד בטיחות מתאים לסביבת העבודה (כיסוי פנים או משקפי מגן, כפפות מגן, ביגוד מתאים, שטיחים מבודדים, מוט הצלה, ציוד עזרה ראשונה, אטמי אזניים).
9. התאמת מכשור המדידה לקטגוריית הציוד הנבדק.
10. תקני בטיחות של המכשיר.
11. קריאה בקפידה של שלטי אזהרה על חזית לוחות החשמל והציוד.
12. שלמות מכשיר המדידה, תקינות מוליכי החיבור והדקי הבדיקה.
13. פתיחת דלתות של לוחות חשמל כשהדלת מגנה על החשמלאי.

ביצוע מדידה בטיחותית במתקן חשמלי

אחרי פתיחת דלת הלוח בחן נקודות בדיקה נוחות, מידת התקרבות למוליכים חיים, התקן מחיצות וכיסויים על פי הנדרש.

בצע מדידות עד כמה שניתן במתקן מופסק, במתקנים חיים בצע את המדידות במקומות בהם האנרגיה האפשרית הנמוכה ביותר (ביציאת המבטח הקטן יותר).

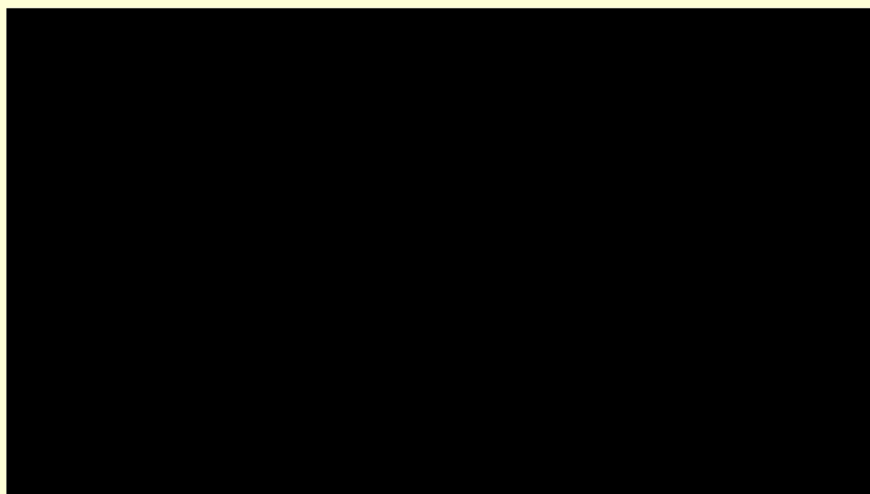
הכנות למדידה



הנחיות נוספות למדידות בטוחות

- בעת מדידת מתח בדוק ראשית את תקינות המכשיר בשיטת חי-מת-חי.
- חבר תמיד קודם את הדק הארקה, או האפס ורק לאחר מכן את הדק המופע, הניתוק יהיה קודם של המופע.
- במידה ונשרף נתיך במכשיר החלף אותו בנתיך זהה מאותו על מנת להבטיח את יכולתו להתמודד עם מדידה שגויה או מתחי יתר גם בעתיד.
- בצע כיוול למכשירי מדידה אחת לשנה וכן אחרי כל פעולה של נתיך בעקבות זרמי קצר פנימיים.

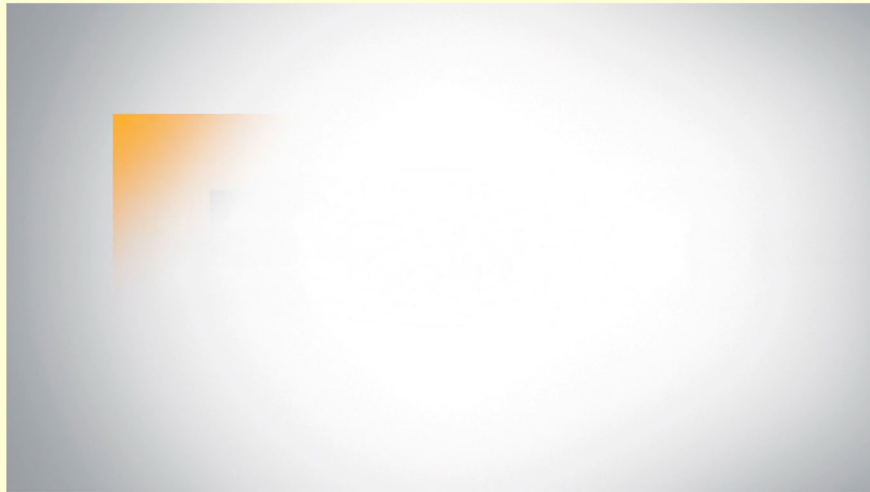
בדיקת חי מתח חי



מדידות במתקנים חד פאזיים



בטיחות בביצוע מדידות



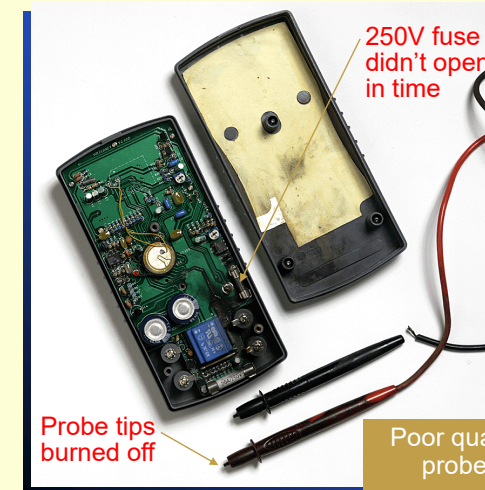
הנתיך המקורי הוחלף בנתיך רכב לא מתאים



חוטי המדידה הותכו



תוצאת מדידה שגויה כשהנתיך לא תפקד



The wrong meter to use on a power circuit.

טביעות האצבעות המשתמש נותרו על הבחונים

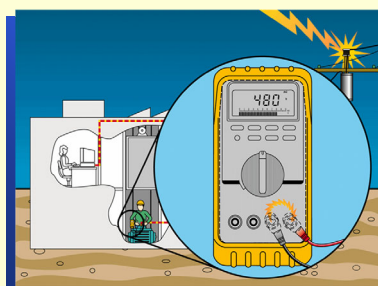


סיכוני קשת חשמלית

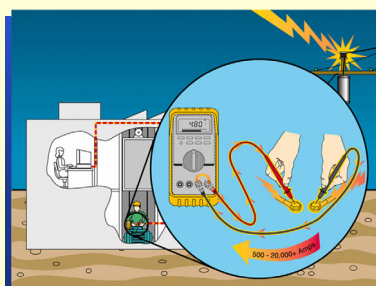


דרישות נוספות ממכשירים

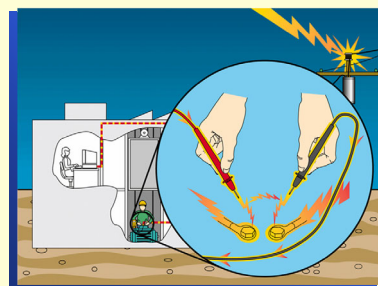
- עמידות בנפילה.
- תליה על הצוואר - נוחה מאוד בעת ביצוע סדרת בדיקות במתקן, הידיים חופשיות (משקל נמוך).
- עמידה בתקנים רלוונטים.
- תצוגה גדולה וברורה שניתן לראותה בזוויות שונות.
- פשטות בהפעלה.
- מחיר סביר.
- תאורת מסך.
- העדר השפעות של הרמוניות על תוצאות המדידה.



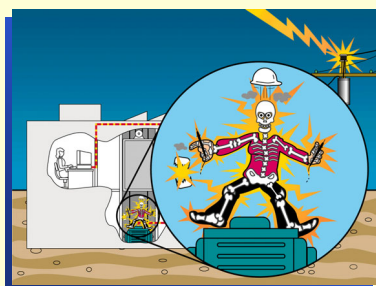
1 Flashover inside meter



2 Fault current in test leads



3 Arcing at the terminals



4 Arc blast

דרישות ממכשירים

- דיוק גבוה ורזולוציה טובה ככל האפשר.
- תקשורת למחשב (Bluetooth, USB).
- סוללות נטענות ואפשרות להחלפת סוללות (רצויה אפשרות טעינת המכשיר בעת הבדיקה).
- עבודה ממושכת באמצעות הסוללות הפנימיות.
- מתח מדידה 500V לפחות.
- הגנות מפני מדידה שגויה.
- התאמה לסביבת הבדיקה.

Thank
you