וראו איילת השחר שבקע אורה... בתחילה קמעה קמעה כל מה שהיא הולכת היא רבה והולכת (תלמוד ירושלמי, מסכת ברכות פרק א דף ב טור ג).

קישור לאתר

אור השחר
הנדסת חשמל

רוני שוורץ – מהנדס חשמל בודק (3)

יעוץ פיקוח ובדיקות מתקני חשמל

רישיון בודק סוג 3 – 1004118

רישיון מהנדס חשמל - 978875

משואות יצחק – ד.נ שדה גת 79858, 050-5201627

Ronisc2959@gmail.com

פתיחה

הכרות וחשיפה – קצת על עצמי

בדיקות חשמל –בודק 3

- ✓ בדיקת מתקן חשמל באתר בניה מתח נמוך וגבוה, טרם טופס 4 – ומתן היתר חיבור לחח"י.
- ✓ בדיקת מתקן תקופתי בהתאם לדרישות רישוי עסקים.
- ✓ בדיקות תקופתיות למערכות מוסדיות של הגנה בפני התחשמלות (משרד החינוך/ ביטחון / ממשלה).
- ✓ בדיקות תרמיות למכונות חשמל ולוחות תעשייתיים
- ✓ איתור פריצות בכבלי הזנה ראשיים.
- ✓ ניתוח איכות החשמל – איתור תופעות מעבר ופגיעה בציוד רגיש.

יעוץ משפטי – חוות דעת מומחה – מכון התקנים

- ✓ חוות דעת מקצועית על ביצוע לקוי של מתקן חשמל בהתאם לחוק ולדרישות התקן .
- ✓ חוות דעת מקצועית תאונות חשמל ושריפות.

הנדסת חשמל – תכנון ופיקוח – מהנדס חשמל

- ✓ תכנון מתקני חשמל במתח נמוך וגבוה לשוק הפרטי והתעשייתי – התמחות בגיבוי גנרציה ומערכות החלפה.
- ✓ פיקוח הנדסי על פרויקט בנייה בתחום החשמל – בקרה על יישום ביצוע מול תכנון ומתן פתרונות הנדסיים.
- ✓ בקרה הנדסית ואיתור ליקוים במתקן קיים ומתן חוות דעת מקצועית.

הדרכות מקצועיות – מרצה

- ✓ בטיחות בחשמל
- ✓ אחזקה מונעת למתקני חשמל

נושאים מרכזיים בהרצאה – חלק 1

פתיחה והכרות

תכנון התייעלות הנדסית

יעוץ הנדסי
סקר אנרגיה

הקמת תחנת כוח פרטית

אבוקדו הזהב

גז טבעי

פיתוח משק האנרגיה

Data Center

נושאים מרכזיים בהרצאה – חלק 2

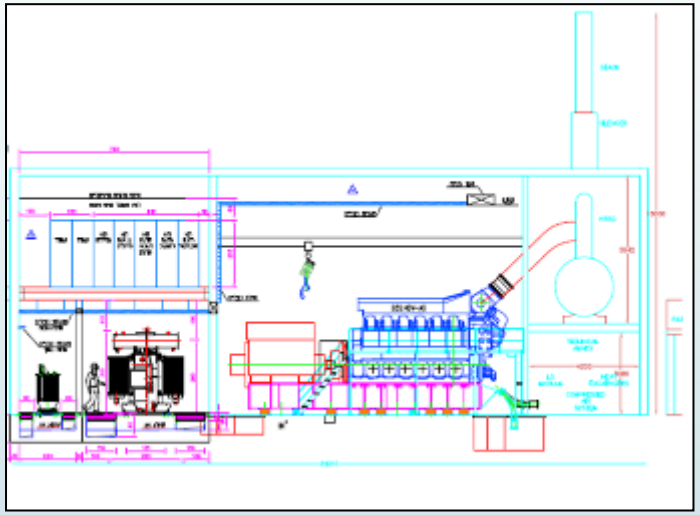
בדיקות מתקני חחשמל תעשייתים

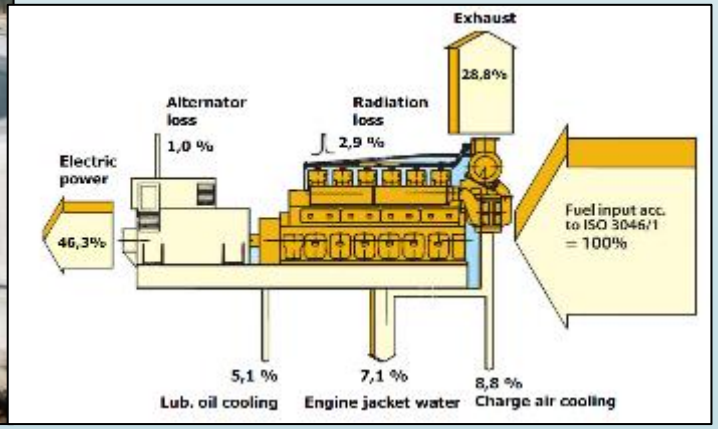
תכנון לוחות חשמל לפי תקן 61439

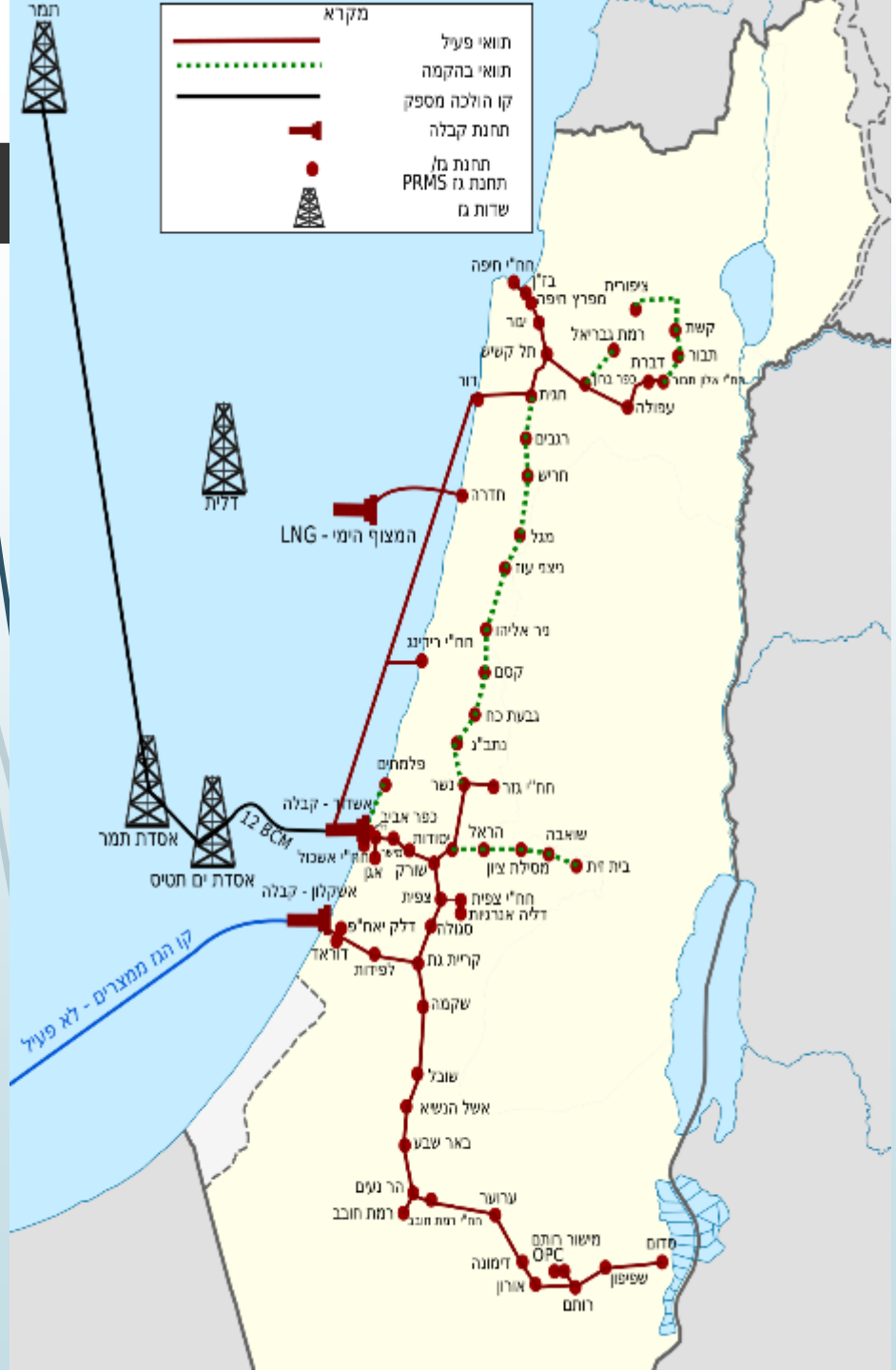
מיקוד בעמדות טעינה לרכב חשמלי ואגירה

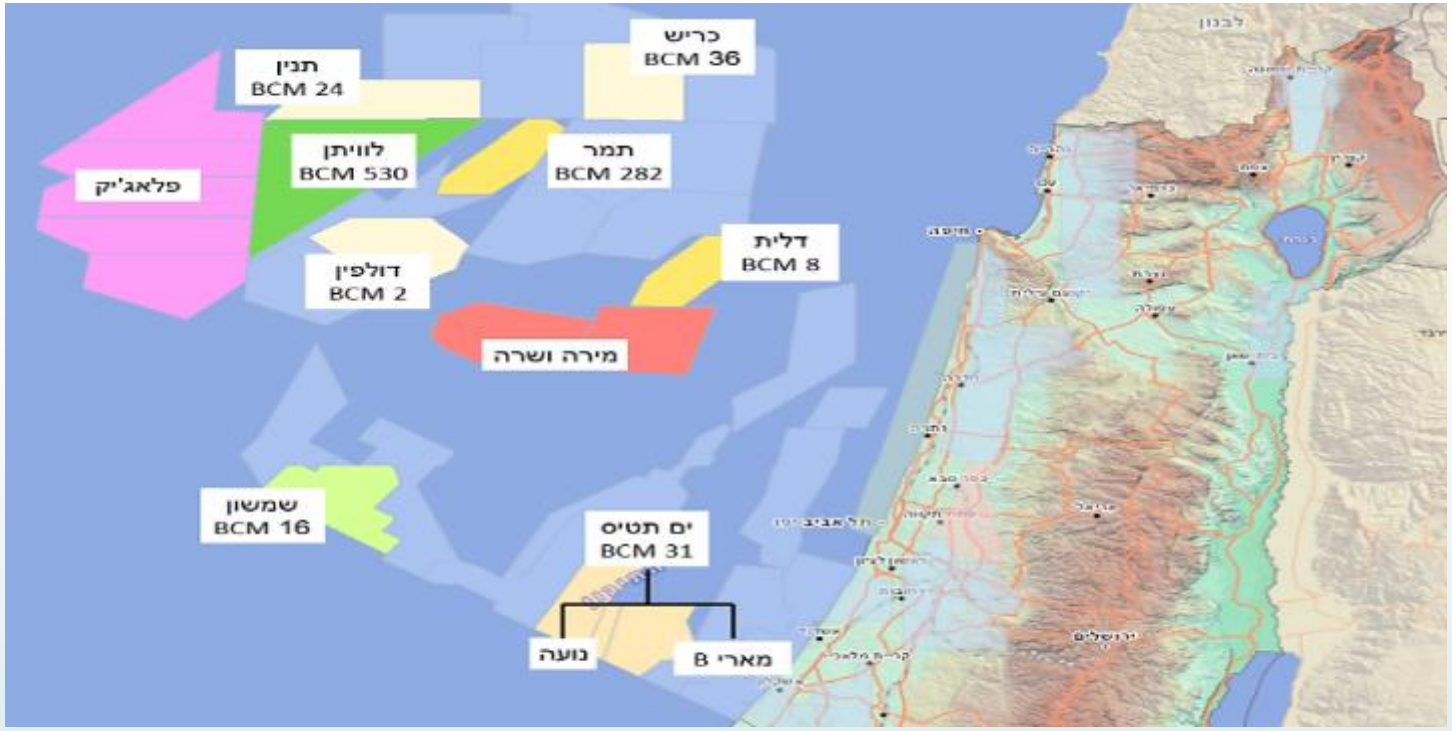
חלק 1 – אנרגיות מתחדשות

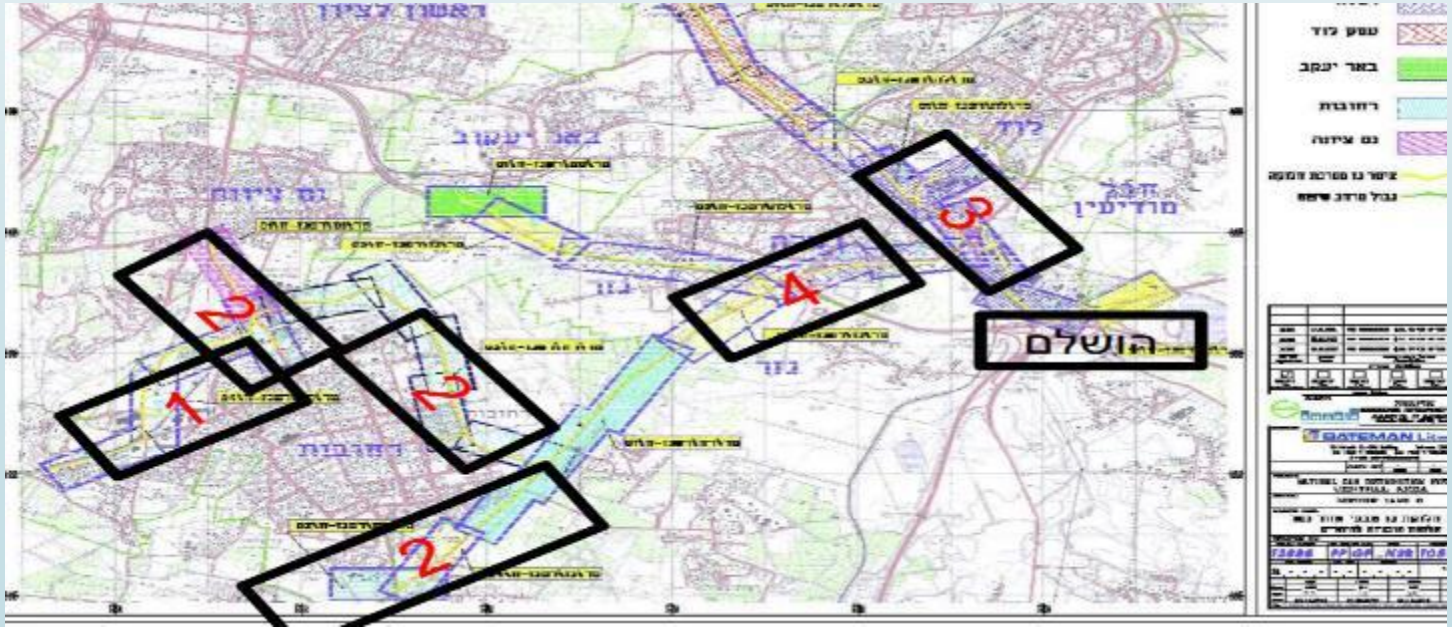
מהפכת יצור האנרגיה – בישראל






מקרא
תוואי פעיל
תוואי בהקמה
קו הולכה מספק
תחנת קבלה
תחנת מ/
תחנת גז PRMS
שדות גז
תמר
דלית
המצוף הימי - LNG
אסדת תמר
אסדת ים תטיס
12 BCM
אשדוד - קבלה
אשקלון - קבלה
קו הגז ממצרים - לא פעיל
חח"י חיפה
בז"ן
מפרץ חיפה
ציפורית
עכו
רמת גבריאל
קשת
תבור
דברת
חל קשיש
דור
חגית
עפולה
רגבים
חריש
חדרה
מגל
ניצני עוז
נר אליהו
חח"י רידינג
קסם
גבעת כח
כתב"ג
פלמחים
חח"י גזר
נשר
כפר אביב
הראל
שואבה
עמודות
מסילת ציון
בית זית
חח"י אשכול
אגן
שורק
צפית
חח"י צפית
דלה אנרגית
דלק יאח"פ
סנולה
דוראד
לפידות
קריות גת
שקמה
שובל
אשל הנשיא
באר שבע
הר נעים
רמת חובב
ערוער
מישור רותם
OPC
דימונה
אורון
רותם
שפיפון
מדום


כריש
BCM 36
תנין
BCM 24
לוויתן
BCM 530
תמר
BCM 282
פלאג'יק
דלית
BCM 8
דולפין
BCM 2
מירה ושרה
שמשון
BCM 16
ים תטיס
BCM 31
נועה
מארי B


ראשון לציון
באר יעקב
נס ציונה
רחובות
לוד
מודיעין
הושלם
1
2
3
4

מהפכת אנרגיות מתחדשות (סולרי ורוח) – בשילוב אגירה

סוג השימוש/שטח	GW	TWh
גגות מבנים	8	15
חזיתות מבנים	4	3
מאגרי מים	3	4
איזורי תעשייה	2	3
חניות	1	2
כבישים	2	4

מאגר נבטים –תחנה ליצור PV על מאגר מים לחשקיה

טכנולוגיות לאגירת חשמל הן זמינות, יעילות ומסחריות בהיקפים גדולים

Germany, 90 MW, 2016

Hornsdale Australia, 100 MW, 2017

Korea, 150 MW, 2018

China, 200 MW flow batteries , 2017

תעו"ז מתח נמוך:

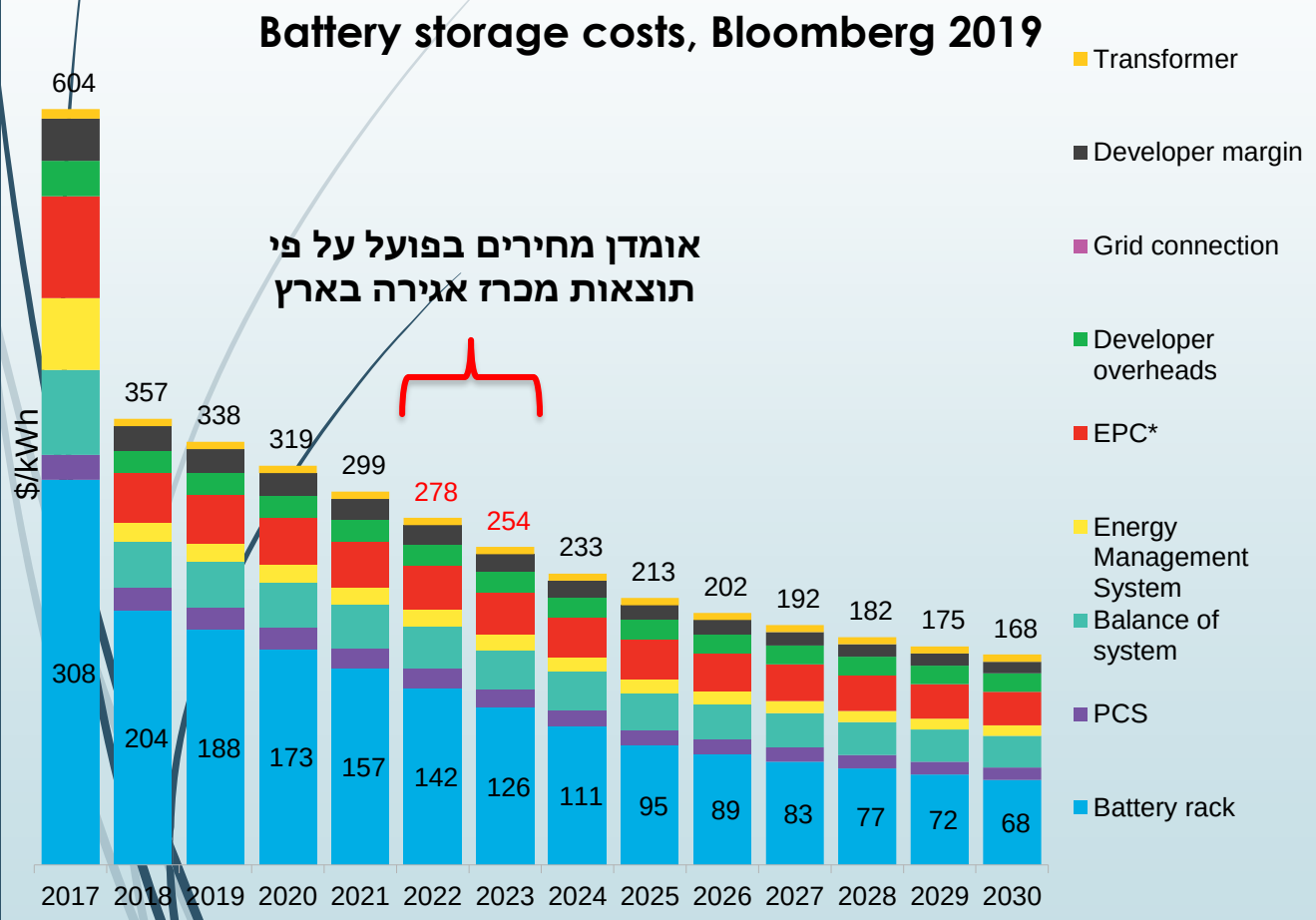
תעו"ז מתח גבוה:

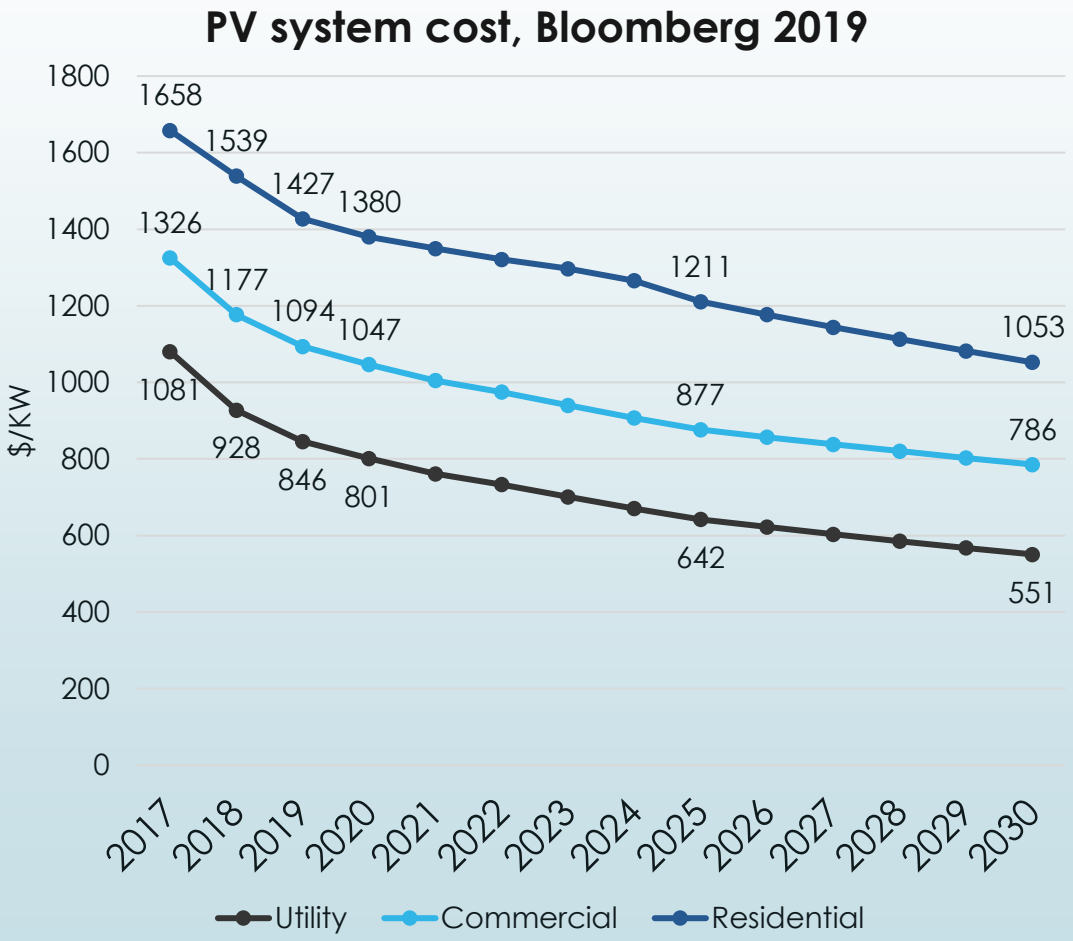
מדינות רבות יגיעו ל-50% ומעלה מתחדשות ב- 2030 ול- 100% ב-2050

מדינה	יעד ל-2030	יעד ל-2050
הוואי	40%	100% עד 2045
גרמניה	55-60%	100%
יוון	64%	-
איטליה	55%	-
אוסטריה	100%	100%
דנמרק	100%	100%
פורטוגל	80%	100%
ספרד	74%	100%
אירלנד	70%	-
שבדיה	100% עד 2040	
הולנד	16-27%	"כמעט "100%
ברזיל	87%	-
בליז	85%	100%
גואטמלה	80%	100%
קולומביה	70%	100%
ניו יורק	70%	100%
קליפורניה	60%	100% עד 2045
מרוקו	52%	100%
סין	35%	-
מצרים	42%	
ישראל	30%	-

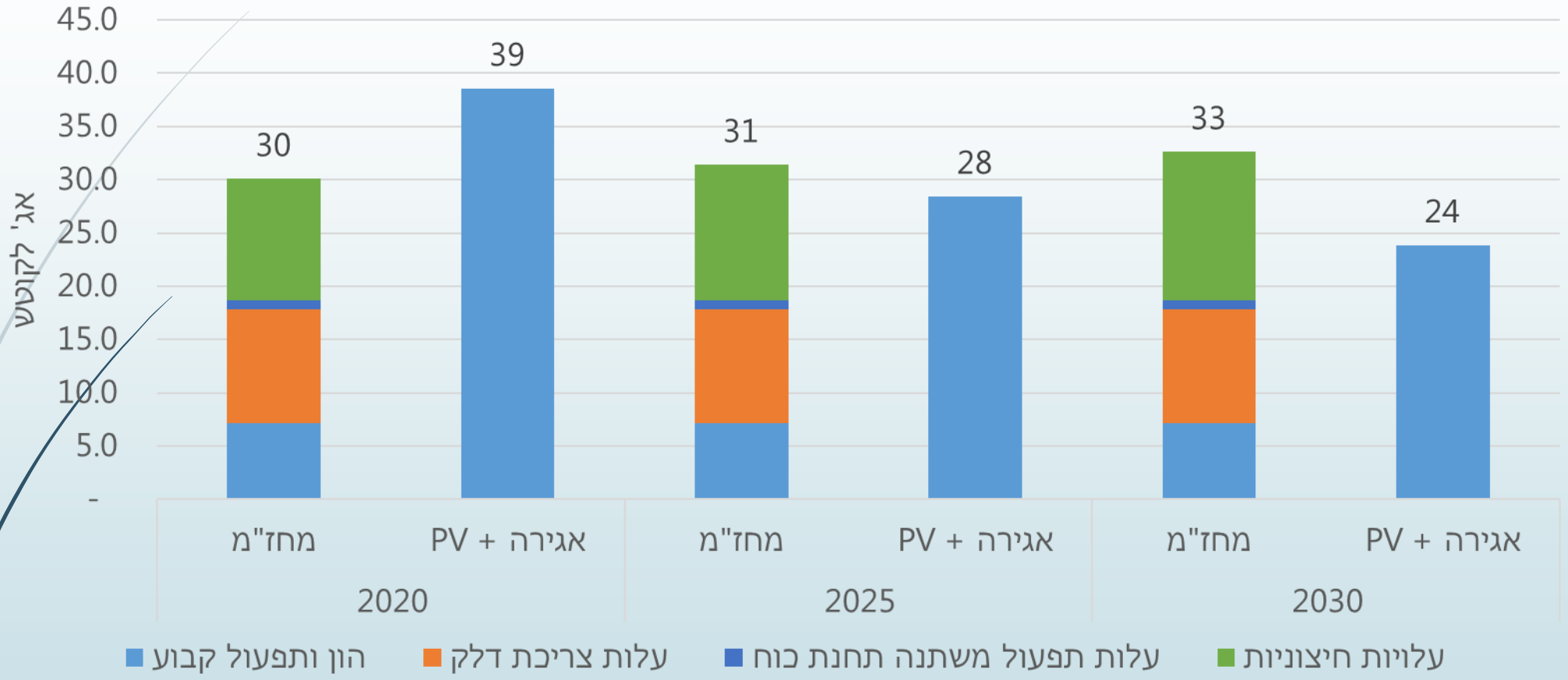
אנרגיה סולארית עם אגירה זולה מאנרגיה קונבנציונאלית

תוצאות מכרז האגירה של 19.9 אג' לקוט"ש זולות בכ-7 אג' מתעריף הייצור הממוצע במשק





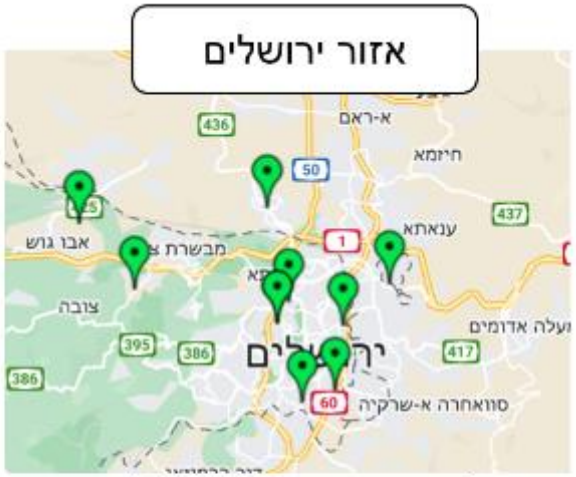
בעשור הנוכחי כבר לא יהיה כדאי להקים מחז"מים חדשים



מחז"מ הפועל ב-70% עומס
כ-13 שעות אגירה אפקטיביות ובנוסף עוד כ-5 שעות ייצור סולארי

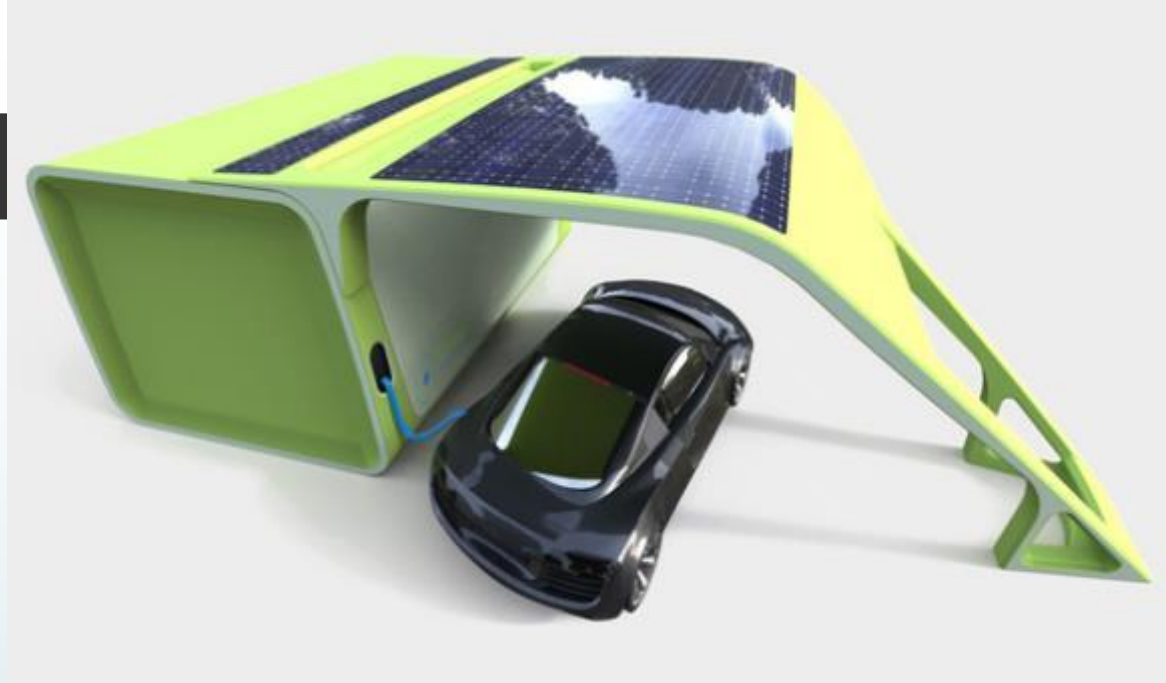
תוצאות האמת בישראל למכרז אגירה בשילוב סולארי הן 19.9 אג' לקוט"ש

מהפכת הרכב החשמלי – בישראל



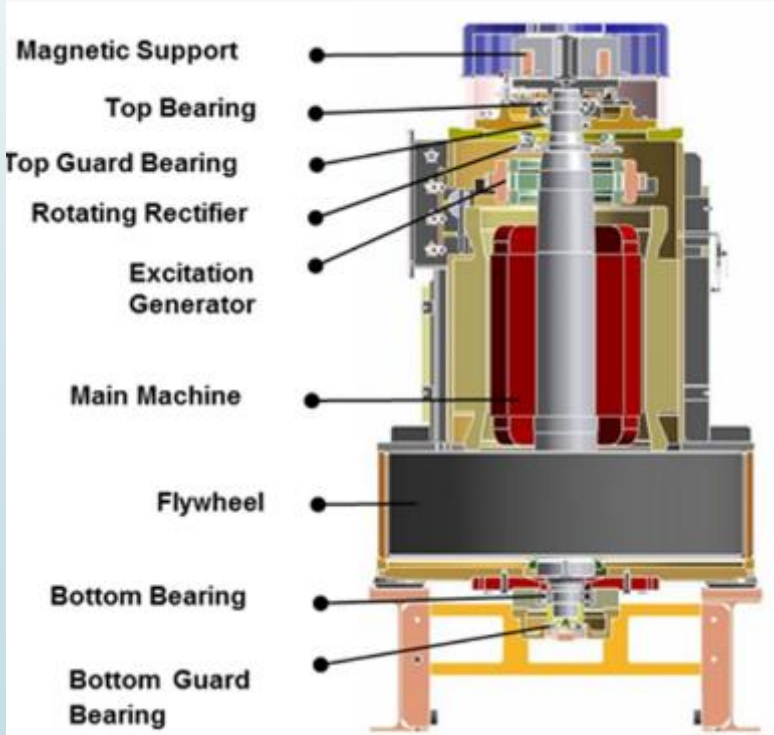
רכב	הספק טעינה מקסימלי (KW)	מהירות טעינה (קילומטר בשעה)
אאודי אי-טרון (e-tron)	155	590
אם ג'י MG ZS EV	50	260
ב.מ.וו i3	50	270
טסלה מודל 3	170	630
טסלה מודל 3 Long Range	250	900
טסלה מודל 3 Performance	250	900
טסלה מודל S	250	1010
טסלה מודל X	250	860
יגואר I-Pace	104	350
מיני	50	270
מרצדס EQA	100	420
מרצדס EQC	112	440
ניסאן ליף	50	230
פיג'ו e208	100	370
פיג'ו e2008	100	330

	Level 1 (AC)	Level 2 (AC)	טעינה מהירה (DC)	טעינה סופר מהירה (DC)
הספק חשמל	2.4 – 3.7 KW	7 – 22 KW	50 KW	150 – 350 KW
זמן טעינה	5 – 16 שעות	1 – 5 שעות	20 – 60 דקות	10 – 40 דקות
טווח נסיעה	10 – 20 ק"מ	30 – 120 ק"מ	250 – 500 ק"מ	1000+ ק"מ
שימוש	פרטי	פרטי, חניונים ציבוריים, מקומות עבודה	חניוני רכבת, בין עירוניים, חניונים מסחריים	כבישים מהירים, לוגיסטיקה מסחרית

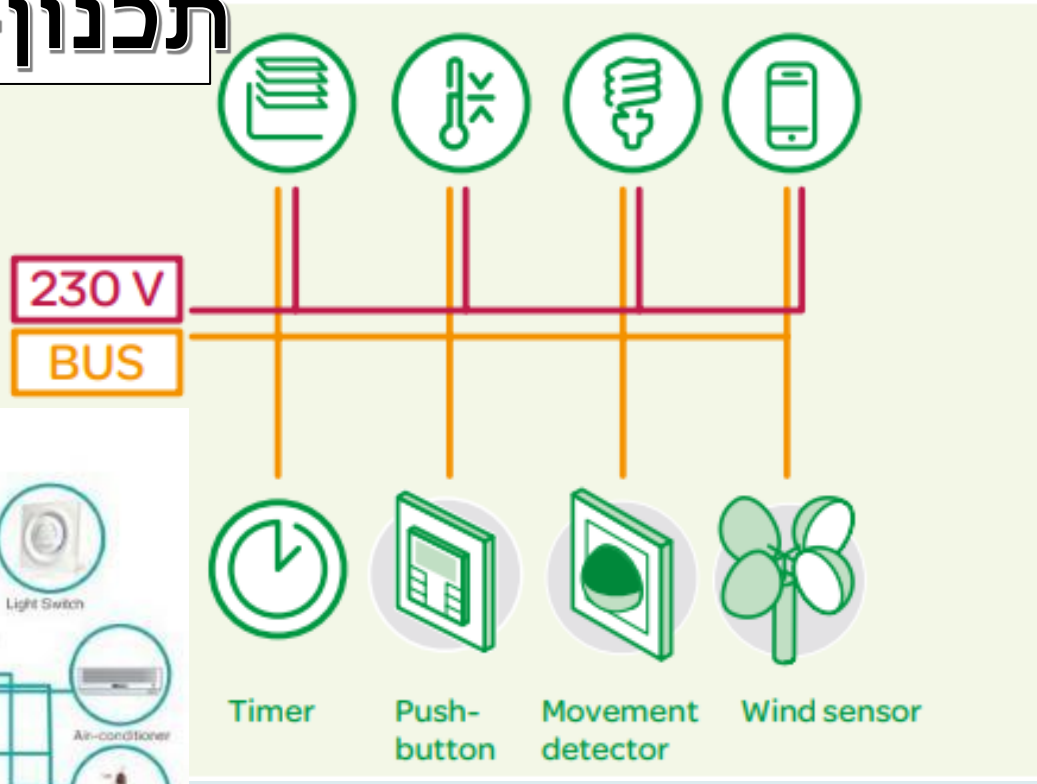


Flywheel– העתיד כבר כאן ?

גלגל התנופה Flywheel מהווה את מאגר האנרגיה של המערכת לזמן הפסקת חשמל. הוא ניצב אנכית על מסבים בעלי תמיכה מגנטית. משקל גלגל התנופה כחמישה טון והוא סובב במהירות של 3,300 סל״ד. גלגל התנופה מותקן בכלוב מלא בגז הליום להקטנת החיכוך, ומספק אנרגיה של MW16 לשנייה או kW1,600 למשך 10 שניות.



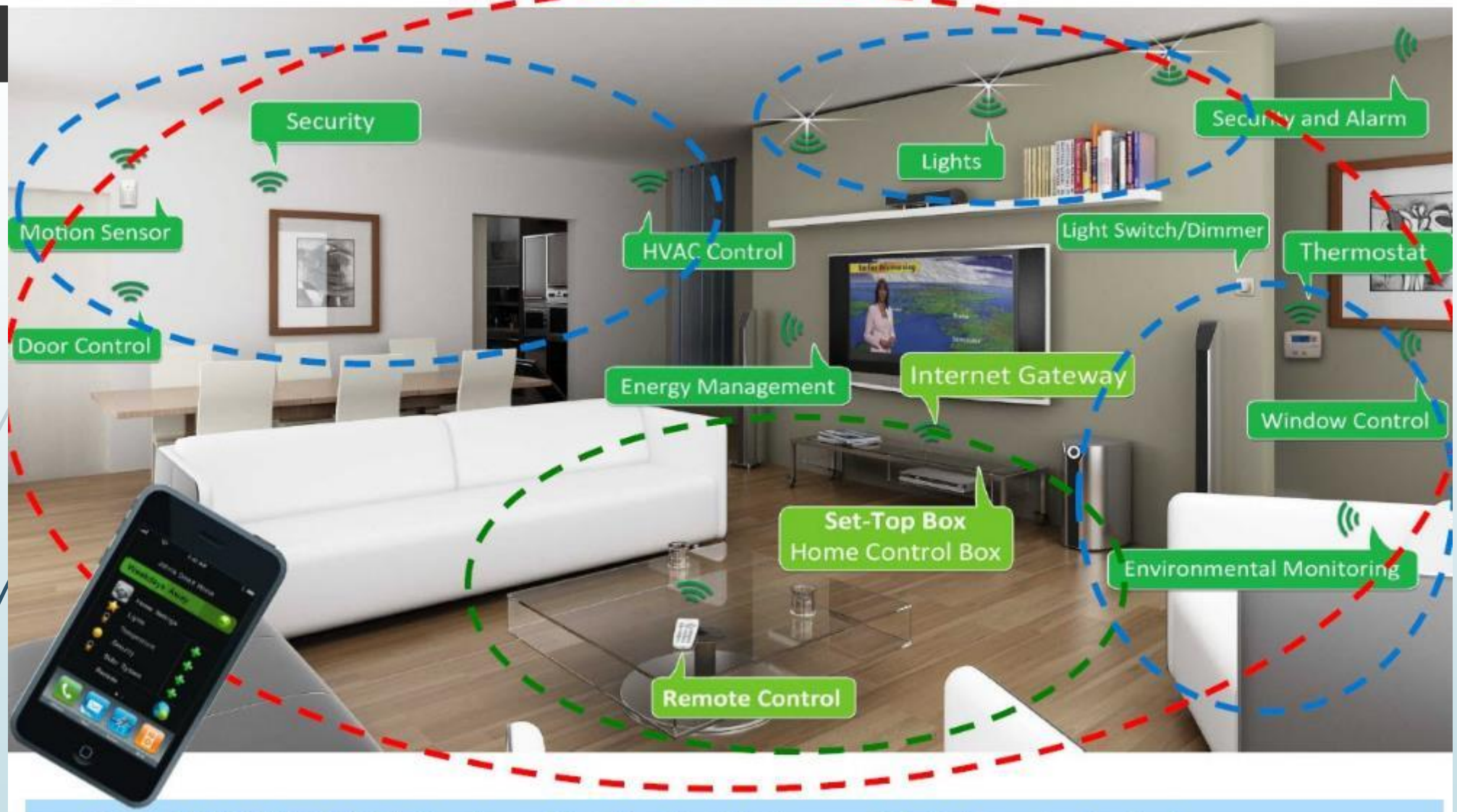
תכנון-בקרה ובית חכם



יקר מאוד בהתקנה- אך החזר השקעה בעתיד
למערכת Coolmaster מומלץ לכל הפחות
המיזוג (צרכן חשמל עיקרי בבית ודוד מים חמים)

בית חכם – פרוטוקול תקשורת

Smart Homes: Three Phases



- Phase 1 (2012-2015): ZigBee based Set-Top Box/Gateway with RF Remote Control
- Phase 2 (2013-2018): Security, Home Care and Energy Management connecting
- Phase 3 (2015-2020): Integrated environmental awareness, comfortable, safe and secure

וראו איילת השחר שבקע אורה... בתחילה קמעה קמעה כל מה שהיא הולכת היא רבה והולכת (תלמוד ירושלמי, מסכת ברכות פרק א דף ב טור ג).

הקמת ת.כ פרטית

תחנת יצור חשמל בגז טבעי

מבנה- מודולרי חיצוני

תוספת קוגנרציה / טריגנרציה

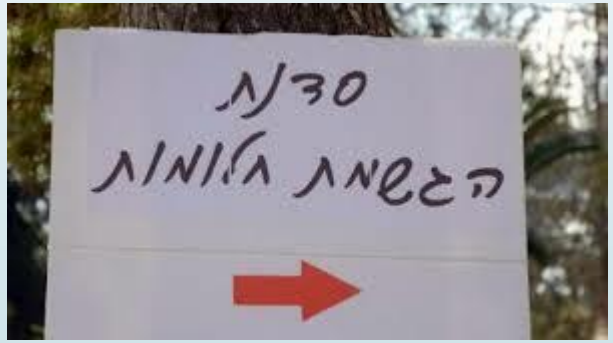
צ'לר ספיגה

משאבות חום

קוגנרציה / טריגנרציה

תוצרה מסורתית בתוך מבנה – משיקולי תפעול ותחזוקה בכל מז"א

תחשוב הכי רחוק... מה אפשר לעשות עם האנרגיה ? שהיא שלך ?



הקמת מרכז מחשוב
Data Center

הרעיון ההנדסי - מרכז Data Center

מתקן שבו מותקנים השרתים, ציוד תקשורת והאחסון אשר עליהם מופעלות מערכות טכנולוגיות (מערכות IT) שונות.
דוגמא: Gmail, פייסבוק, Ynet, מערכות ייצור ועוד

שוק ה- DATA CENTER

שוק בעליה

- MED1 בתפוסה מלאה
- SDS השכירה עוד לפני הפתיחה את כל השטח למייקרוסופט
- DC בינת בירושלים מלא ונבנה DC חדש בימים אלו

פוטנציאל עתידי

- חברות רבות (כולל ביטחוניות) מחפשות שטחי DC במיידי
- חברות ענן (AWS, Goggle Cloude, Azure)
- חברות במשק (משטראוס דרך הפניקס ביטוח ועד מלונות דן)

דוגמא חיה

- מכרז נימבוס (הקמת DC וענן לשירותי ממשלה):
  https://www.themarker.com/technation/1.7688500
  מסמכי מכרז באתר הממשלתי

מפת Data Center
פיתוחים 2021-2022

כוכב חדש
האמנם

בינואר 2020 - הודיעו שתי מתחרות של מיקרוסופט – אמזון ואורקל – על הקמת תשתיות לדטה סנטר בישראל (צפי השקעות ראשוני 450mD). גם הן לא פרסמו כל התייחסות למכרז הענן הממשלתי ולא ציינו האם הן מתכוונות להתמודד במסגרתו.

הקמת מרכז מחשוב
Data Center

מה נדרש כדי לבנות DATA CENTER -

- שטח (נדל"ן) > נדרש לסמן אפשריות
- חיבור למקור חשמל > חיבור לגז טבעי יתרון ועצמאות
- חיבור למקור מים > קיים מאגר פרטי, קרבה למקורות.
- קישוריות > 2 עורקים קיימים
- אנרגיה > תחמ"ש זמורות קיים
- קירור (מיזוג) > קיימים צרכנים נוספים שיהנו מהיתירות לדוג' מרכז אריזה.
- עמידה בדרישות תקן > חלק מהסקר הנדסי
- מערכות בטיחות ואבטחה >לפי דרישות לקוח
- תוכנית רציפות מתקן > הקמת מערך אנרגיה עצמאי.
- תוכנית יעילות מתקן > חלק מהסקר אנרגיה
- מ"ר רצפת DC > המלצה על 5000 מ"ר
- כמות מסדים > לפי דרישות לקוח

עלויות ופוטנציאל הכנסות

עלויות

העלות נמדדת ע"פ מ"ר נטו למסד

העלות היא עבור DC ברמת יתירות Tier3

העלות היא לממוצע מסד של 6KW

העלות בניה : 15,000 דולר למ"ר (לא כולל עלות מתקן אנרגיה).

כל מסד מחושב כ- 3.8 מ"א

לדוגמא – עבור מתקן של 5MW:

- יהיו כ- 830 מסדים
- נדרש כ- 3160 מ"ר נטו למסדים
- נדרש כ- 3160 מ"ר לתשתיות

עלות הקמה כוללת של כ- 166 מש"ח

פוטנציאל הכנסות

ההשכרה היא עבור מ"ר לחודש

ההשכרה היא ע"פ הפרמטרים שצוינו בעלויות (דגש על 6KW למסד)

ההשכרה היא ע"פ מודל אחזקה בלבד וללא שירותי IT

צריכת החשמל משולמת ע"י הלקוח (כולל PUE בהסכם החכירה

עלות חודשית ללקוח – 800-1200 ₪

פוטנציאל כלל מתקני לשנה (ע"פ מפתח של 800 ₪ למ"ר לחודש):

כ- 30 מש"ח לשנה

פרמטרים המשפיעים על עלויות הקמה

רשימה חלקית לפרמטרים המגדירים את עלות ההקמה

- בניין חדש או קיים
- רמת יתירות המתקן
- כמות אנרגיה למ"ר (מגדיר כמות ציוד מחשוב למ"ר)
- מרחק מתשתיות על (חשמל, מקורות, ספקי אינטרנט)
- איכות רכיבי אלקטרו-מכניקה (CAPEX Vs. OPEX)
- האם בונים שטח לגידול עתידי

פרמטרים המשפיעים על עלויות ניהול ותפעול

רשימה חלקית לפרמטרים המגדירים את עלות ניהול ותפעול המתקן

- איכות רכיבי אלקטרו-מכניקה (CAPEX Vs. OPEX)
- SLA לשמירת יתירות המתקן
- רמת השירות ללקוחות (אחזקת א"מ או גם תפעול IT)
- תהליכי שדרוג המתקן

פיתוח החקלאות
עם משק האנרגיה

צרכנים תרמים - אופציונלי

פירות יבשים ותבלינים

קירור תוצרת חקלאית

צרכנים תרמים - אופציונלי

חקלאות טרופית וענף הפרחים

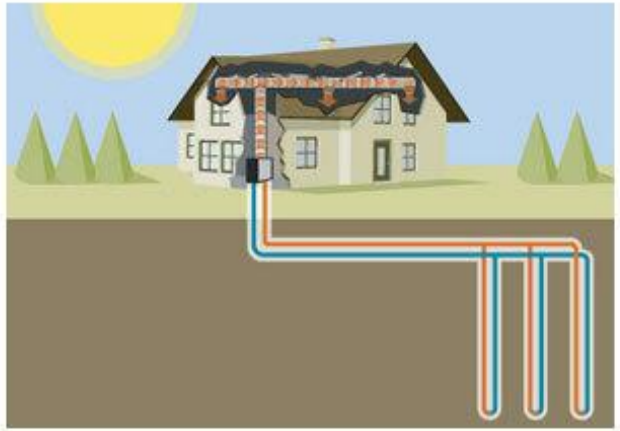
pw1998.en.alibaba.com
pw1998.en.alibaba.com
COP
≥3.9
1.3
1.9
2.1
3.7
3.9
4.8
Various products cost chart

צרכנים תרמים - אופציונלי

חקלאות בע"ח – לולים , רפת , דגים

צרכנים תרמים - אופציונלי

מאגר חום תת"ק – הידרו טרמי



צרכנים תרמים - אופציונלי

בריכת שחיה מחוממת כל השנה האמנם ?

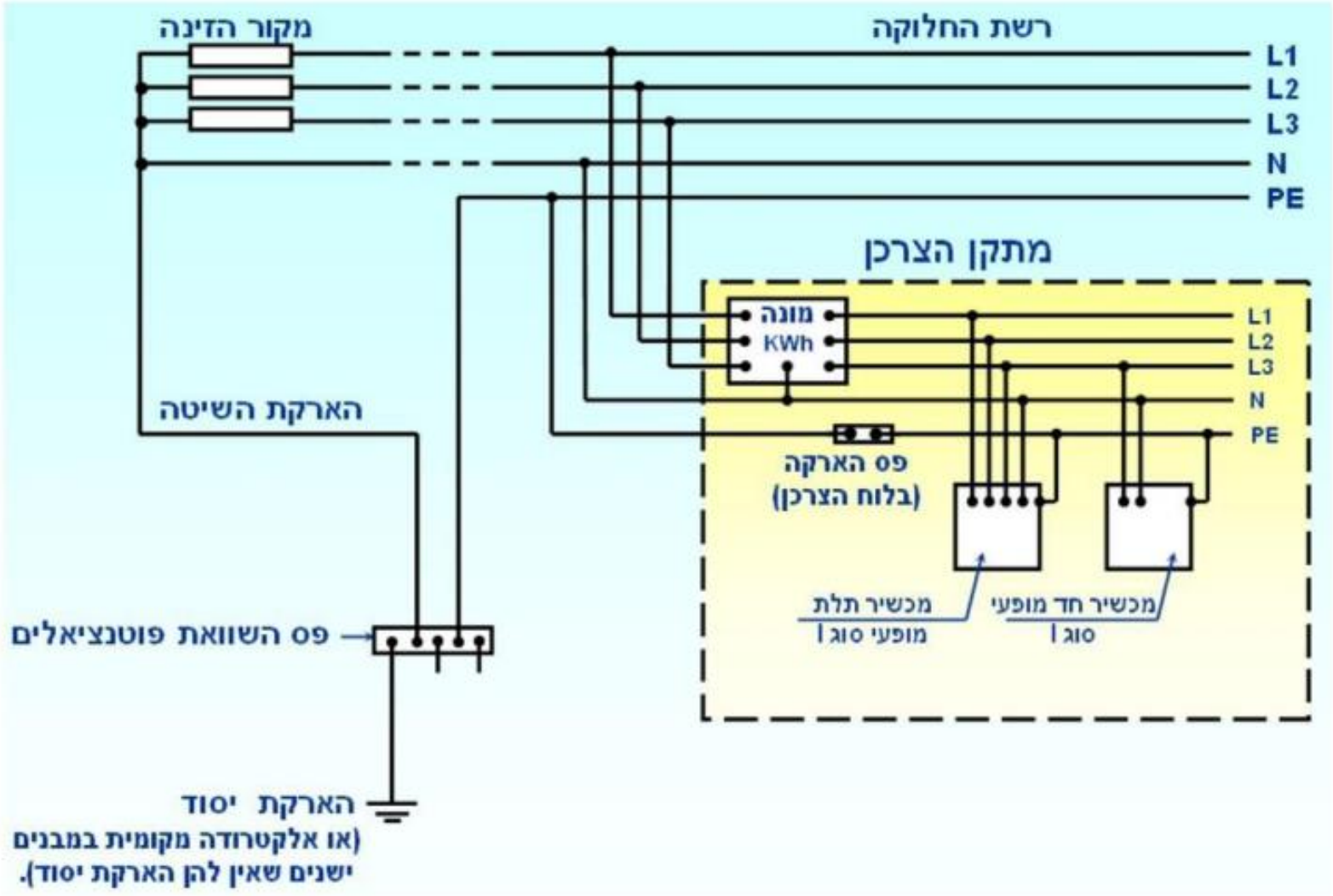
קדימה לעבודה

חלק 2

בדיקות יצור והרכבה של לוחות חשמל – חזרה למציאות החיים היום.

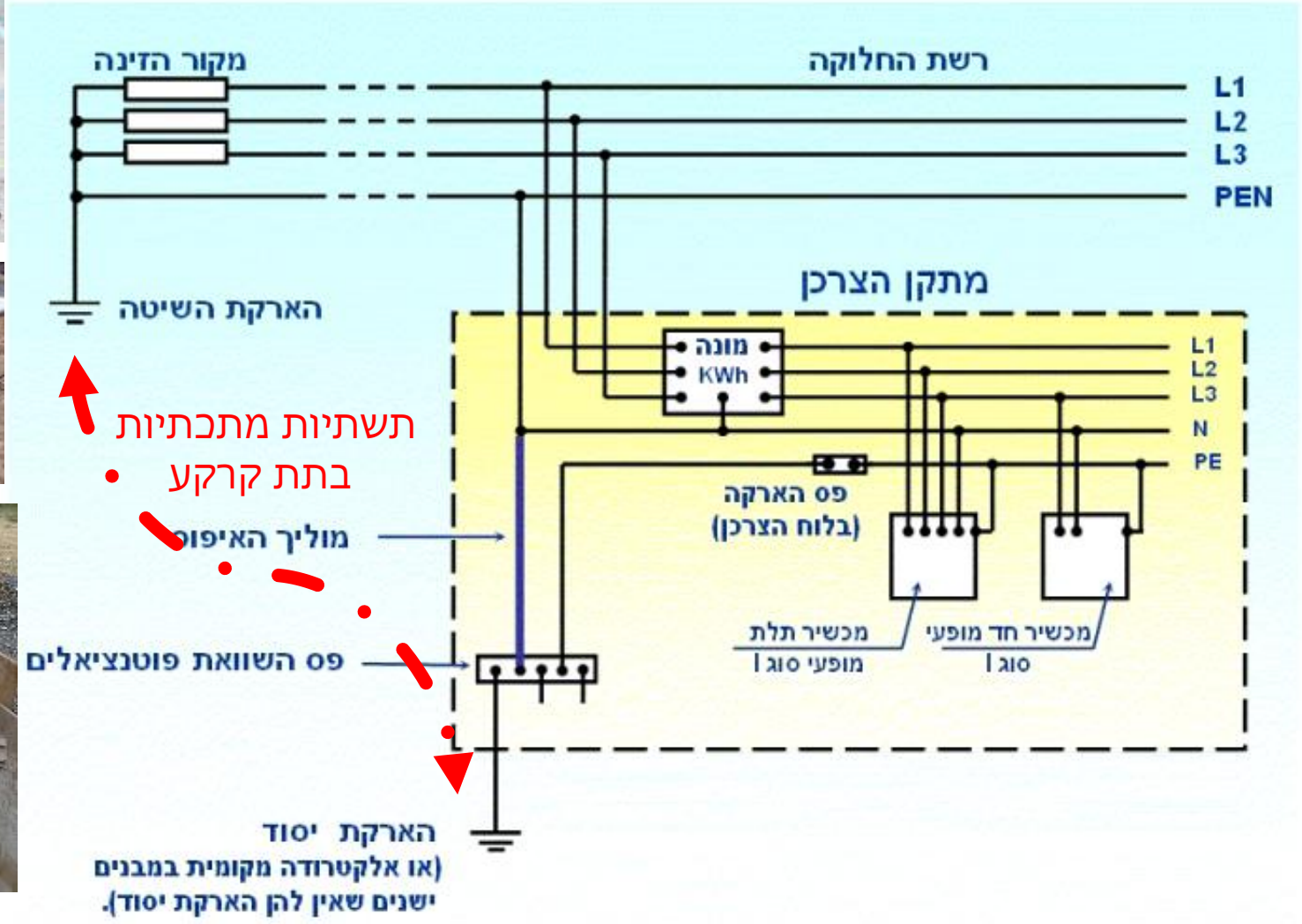
לפי תקן 61439-2

אתגר הנדסי לקיים תקנות החשמל – אמצעי הגנה בעת הנוכחית



איור מס' 10 : איפוס TN-S (הפרדה מוחלטת בין אפס והארקה גם ברשת הזינה וגם במתקן הצריכה) (להמחשה בלבד).

אתגר הנדסי לקיים תקנות החשמל – אמצעי הגנה בעת הנוכחית

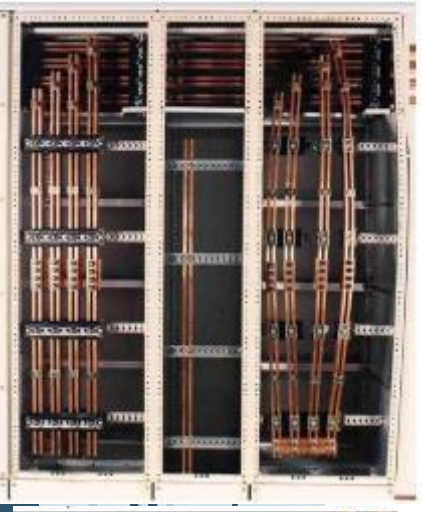


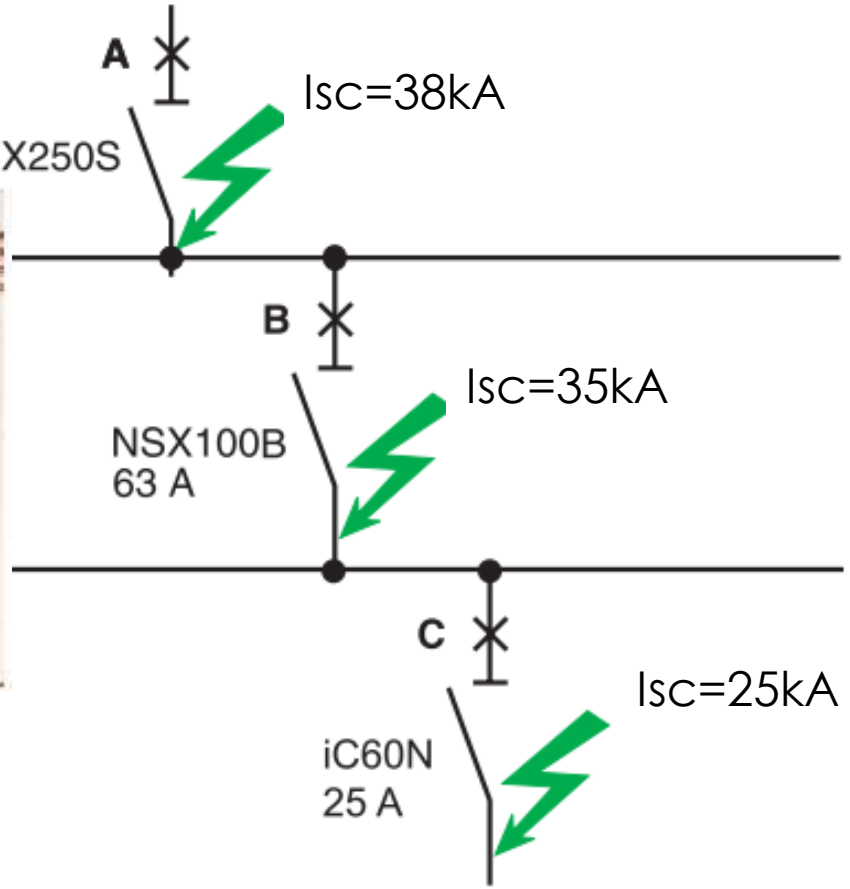
איור מס' 11 : איפוס TN-C-S (מוליך משותף לאפס ולהארקה ברשת הזינה ומוליכים נפרדים במתקן הצריכה) (להמחשה בלבד).

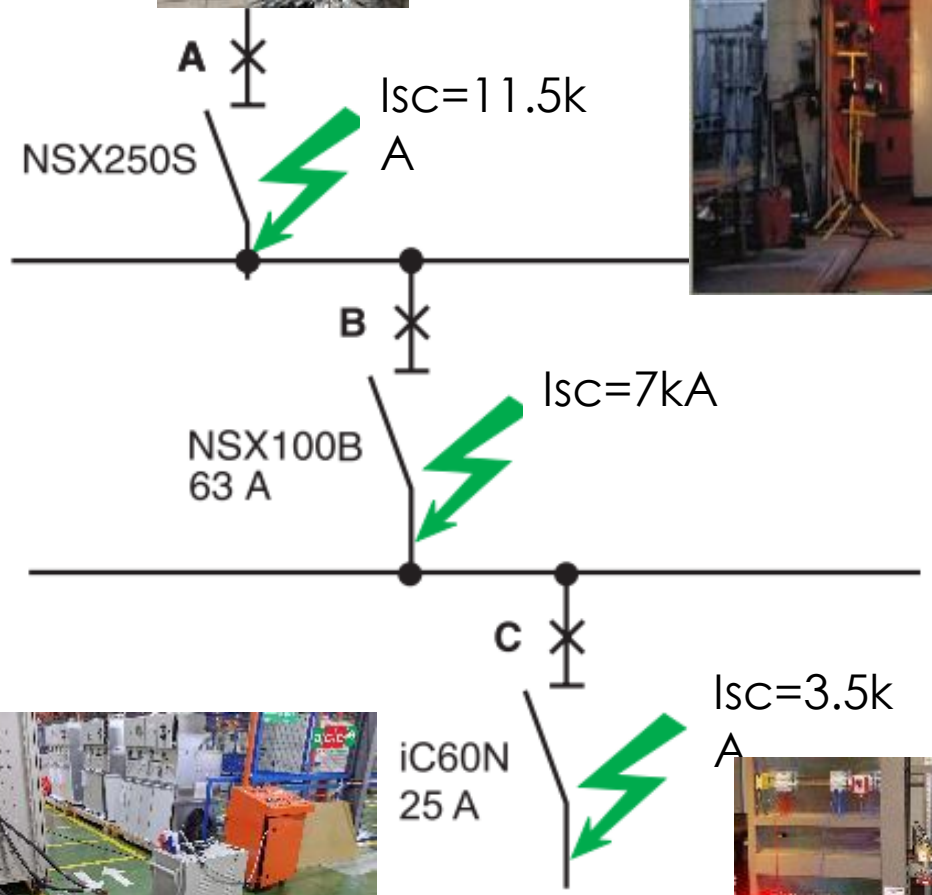
ניתוח הנדסי
עצמת זרם הקצר הצפוי

1600kVA

315kVA







חלות תקן 61439 לוחות חשמל

ולראיה באו הצדדים על החתום במקום ובמועד הנקובים לעיל:
(בחתימת יד ובחותמת)

חתימת הרשות: _____ **חתימת הקבלן:** _____

אישור עורך הדין

אני החת"מ, _____, עו"ד, מ.ר. _____, מאשר/ת בזה כי ביום _____ הופיעו בפני במשרדי ברח' _____, מר/גב' _____, ת.ז. _____/ המוכר לי אישית, **שהנו מורשה החתימה של הקבלן** ומוסמך לחייבו בחתימתו על הסכם זה. הריני מאשר בחתימתי כי החתום בשם הקבלן הוזהר על ידי להצהיר את האמת וכי יהיה צפוי לעונשים הקבועים בחוק, אם לא יעשה כן, ולאחר שהוזהרתי אותו כאמור חתם בפני על הצהרה זו.

תאריך _____ **חתימה וחותמת** _____, **עו"ד**

עמוד 116 מתוך 127

בחתימתנו על מסמך זה הרינו לאשר כי הבנו והסכמנו לכל האמור במסמכי המכרז
חתימת וחותמת המציע (בתאגיד : עי"י מורשי החתימה של המציע, בצירוף חותמת התאגיד) _____

10.11.2 Circuits of ASSEMBLIES which are exempted from the verification of the short-circuit withstand strength

A verification of the short-circuit withstand strength is not required for the following:

a) ASSEMBLIES having a rated short-time withstand current (see 5.3.4) or rated conditional short-circuit current (see 5.3.5) not exceeding 10 kA r.m.s;

b) ASSEMBLIES, or circuits of ASSEMBLIES, protected by current-limiting devices having a cut-off current not exceeding 17 kA with the maximum allowable prospective short-circuit current at the terminals of the incoming circuit of the ASSEMBLY;

c) Auxiliary circuits of ASSEMBLIES intended to be connected to transformers whose rated power does not exceed 10 kVA for a rated secondary voltage of not less than 110 V, or 1,6 kVA for a rated secondary voltage less than 110 V, and whose short-circuit impedance is not less than 4 %.

All other circuits shall be verified.

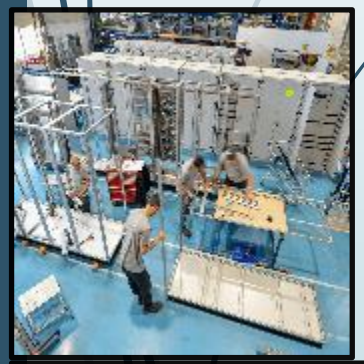
מכלולים מעגלים בלוחות **אשר פטורים מאימות עמידה בזרם הקצר במעבדה לכל הסיסטם,** לפי הדרישות הבאות:

א. עמידה לזרם קצר עד 10kA rms

ב. עמידה לזרם קצר פיק עד 17kA

ג. מעגלי עזר המוזנים משנאי הספק הבא: עד רמת מתח 10kVA במתח 1.6kVA לחלופין שנאי בהספק, ומעלה 110V במשני של ומעלה בלבד Uk%=4 לשנאים 110v משני הנמוך מ .

כל המעגלים האחרים יאומתו במבחן מעבדה – אב טיפוס



רשות החשמל

פירושים וחידודים: חוק החשמל התשי"ד – 1954 ותקנותיו

בניית לוח חדש

תאריך: 13.02.2020 מס' הפירוש: 01-01-20

הפניה:

הפונה הוא הנדסאי חשמל בעל רישיון "בודק חשמל סוג 2".

הפניה עוסקת בבניית לוחות חשמל לזרם עד 250 אמפר בהתאם לנדרש בתקנות חוק החשמל ובתקן ישראלי רשמי ת"י 61439 - **האם מותר לחשמלאי לבנות לוח שאינו לוח דירתי ?**

התשובה:

1. בתקנה 1 "הגדרות" בתקנות החשמל (התקנת לוחות במתח עד 1000 וולט), תשנ"א-1991, נקבע:
"לוח" – מסד והציוד החשמלי המורכב עליו להבטחת של מיתקן חשמל, לפיקוד ולפיקוח;
"מסד" – מבנה שעליו מורכב הציוד של הלוח";

2. בתקנה 3 בתקנות החשמל (התקנת לוחות במתח עד 1000 וולט), תשנ"א 1991, נקבע:
(א) לוחות יתאימו לפחות לתקנים שיחולו עליהם במפורש בתקנות לפי חוק.
(ב) לוח יתוכנן בידי חשמלאי בלבד; לוח יותקן ויתוחזק בידי חשמלאי או בפיקוחו";

3. מלבד הדרישות האמורות של תקנות החשמל, חלות על הלוח, כמוצר הדרישות המשוגנות בת"י 61439 על כל חלקיו. תקן זה הוא תקן רשמי. על פי סעיף 9 בחוק התקנים, תשי"ג-1953:
"(א) (1) לא ייצר אדם מצרך, שמיפרט שלו נקבע כתקן רשמי, ולא ימכרנו, ולא ייבאו ולא ייצאו, ולא ישתמש בו בכל עבודה שהיא, ולא יבצע עבודה שהכללים הטכניים של תהליכה נקבעו כתקן רשמי, אלא אם התאימו המצרך או תהליך העבודה לדרישות התקן הרשמי, או אם נקבעה הוראה אחרת בהכרזה שבה הוכרז התקן כתקן רשמי";

4. לאור האמור לעיל יש לוודא ש:
- הלוח יתוכנן בידי חשמלאי, בעל רישיון מתאים לגודל הלוח המתוכנן שנקבע על פי גודל המפסק הראשי של הלוח;
- הלוח יותקן על ידי חשמלאי, בעל רישיון מתאים לגודל הלוח שנקבע על פי גודל המפסק הראשי של הלוח, או בפיקוחו;
- המסד של הלוח והאביזרים המורכבים עליו יתאימו לתקנים הרלבנטיים החלים עליהם;

5. יובהר כי הרכבת הלוח כמוצר חייבת להתאים לכל דרישות התקן הרשמי ת"י 61439. האחריות על קיום דרישות התקן חלה על מייצר הלוח.

מורה נבוכים

סקר חוזה / תכנון לוח

		Description	Rated Value	Description	Description
		מידע / נתון	ערך		
מבנה		Enclosure		מסד	61439-2
	j	Type of enclosure		סוג המעטפת	לוח העמדה
		Electrostatic color	RAL	גוון צבע , אלקטרוסטטי	RAL7035
		Original Manufacturer		יצרן מקורי	RITTAL-VX
		Doors		דלתות	כן
		Panels		פנלים	לא
		Level of FORM	FORM	מידור	FORM - 2B
	o	Dimensions HXWXD	mm	מידה כללית	2100X3200X600
	p	Weight	Kg	משקל מוערך	800 +-5%
		Plain gland plate		ריצפת הלוח	כן
		Base		) צוקל (בסיס	כן
		Fire control		גילוי אש	כן
התקנה	f	Degree of protection	IP	דרגת הגנה	הערה-איורור מאולץ Forced Ventilation-IP20
	d	Location		שימוש	IN - DOOR
		Stationary or movable		סוג הלוח	נייח
	k	Mechanical impacts	IK	הגנה בפני פגיעות מכניות	IK10
				סוג התקנה	יחיד מקדימה
		Access to cabels		גישה ללוח	חד צדדי
				שיטת החיבור בלוח	3-Pole
		Incoming cable position		כניסת כבלים	בחלקו התחתון
		Outgoing cable position		יציאת כבלים	בחלקו התחתון
				מיקום התקנה	
	n	Protection against electric shock		אמצעי הגנה בפני חשמול	ישיר ועקיף
	g	Access to manually operated devices		מפעילים	מיומנים בלבד
נ.טכניים		Rated diversity factor	RDF	מקדם העמסה	ראה טבלה
	i	Special service conditions		תנאי סביבה	רגילים
		Ambient air temperature	°C	טמפ' סביבה	35
		Special service conditions		תנאים מיוחדים	אין
		Altitude	m	)גובה מעל פני הים (רום	<2000m above sea level
		Humidity conditions	%	לחות	50 % at 40 °C
		SCPD	SCPD	רכיב הגנה מזרם קצר	בתוך הלוח
		Prospective short-circuit current	Icp	זרם קצר צפוי	36kA
		Rated conditional short-circuit current	Icc	זרם קצר מותנה	36kA
		Rated short-time withstand current	Icw-1S	יכולת עמידה בזרם רגעי	36kA
		Rated peak withstand current	Ipk	יכולת עמידה בזרם שיא	75.6kA
		Rated current of an assembly	InA	זרם הלוח	1550A
		Rated current of each circuit	Inc	זרם מעגלים	ראה סכמה קווית
	e	Rated voltage	Un	מתח רשת	400V-AC
	g	Rated operational voltage	Ue	מתח הפעלה	400V-AC
	g	Rated voltage of auxiliary circuit	Us1	מתח פיקוד	24VDC
	d	Rated voltage of auxiliary circuit	Us2	מתח פיקוד	48VDC
		Rated frequency	fn	תדר	50Hz
	c	Network configuration		שיטת הארקה	לפי מתכנן הלוח
	s	Type of construction		סוג החיבור קבוע/נשלף/גיתוק	F / F / D
	h	Electromagnetic compatibility	EMC	)סביבה (תאימות אלקטרומגנטית	הפרעות ברמה תעשייתית A
		Rated insulation voltage	Ui	מתח הבידוד	440V
		Rated impulse withstand voltage	Uimp	יכולת עמידה מתח הלם	4kV
	b	Pollution degree		דרגת זיהום	3

סימון	תאור	
	שאר זרם	BC
	קבל	C
	מגן מתח יתר	FA
	מאמר מתח דו קוטבי	FB
	מאמר מתח ארבעה קוטבים	FB
	מא"ז חד-קוטבי	FC
	מא"ז דו-קוטבי	FC
	מא"ז תלת-קוטבי	FC
	מגעון מחיכים	FC
	מגען	K
	מאמר השהיה	KD
	ממסר פיקוד	KFR
	שעון מיתג	KFT
	ממסר צעד	KFZ
	מגע פיקוד	KT
	מגע תלת-פאזי	MA
	מנורת סיגנן	PF
	רב-מודד	PG
	סיגנן , זמזם	PJ
	מאא"ל תלת קוטבי	QA
	הגנת מנוע	QA
	מגתק ללא הגנות	QA
	מפסק פיקוד	SF
	בורר	SH
	לחצן פיקוד	SJ
	שסאי	TA
	סליל המסקה	T.C
	מהדק	XD
	שקע תלת-פאזי	XB

צבעי חוטים ומהדקים בלוח

מערכת	תפקיד	צבע: ביחוד הגיד	צבע: מהדק
230 /400 V	פאזה	חום	אפור
	N	כחול	כחול
12V-AC - 48V-AC	פאזה	אדום	אדום
	N	שחור	שחור
12V-DC - 48V-DC	+	אדום	אדום
	-	שחור	שחור
PLC	Input	סגול	אפור
	Output	ע"פ מתח יציאה	

	כיתוב
	לבן
	לבן
	לבן
	לבן
	לבן
	שחור
	לבן

	שדה בלתי חיוני מלא
	Group A - W0
	Group B - W0

שדה		
רגיל		
חיוני		
אל-פסק		
מפסק ראשי	אדום	לבן
שלטי אזהרה	צהוב	לבן
חרום / קריטי	צהוב	שחור
24V	שחור	

שטחי חתך

פס האפס	CU
פס הארקה	CU

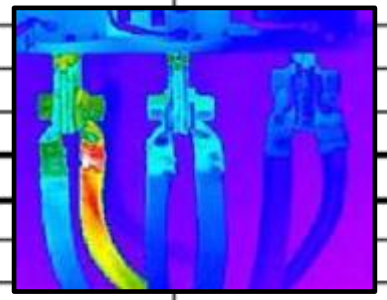
RDF

שדה בלתי חיוני מלא	800/1047=0.76
Group A - W0	1
Group B - W0	1
Group A - WG	0.72
Group - WPT	1
ראה מראה לוח ללא דלתות	

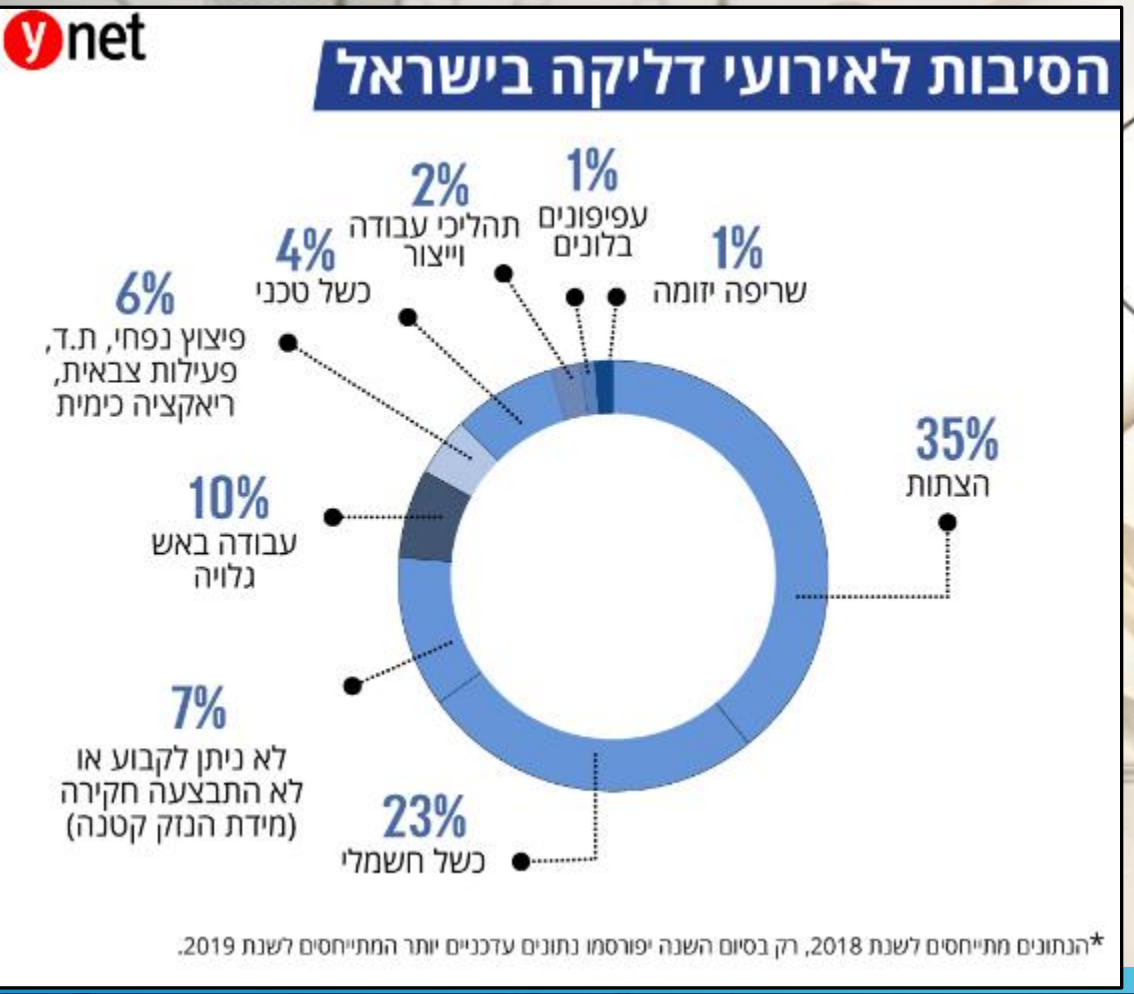
מס'	מבנה הלוח		
1	סוג מבנה:	מתכת	
2	יצרן\דגם:	T4P-M1/TAMHASH	
3	צבע:	RAL-7035	
4	דלתות:	☒	
5	בלי דלתות:	☐	
6	פנלים:	☒	
7	פלטה:	☐	
8	עמידות בפגיעה מכאנית:	IK 10	
9	אטימות: מבנה לפי קטלוג	IP 30	
10	גישה ללוח:	מלפנים ומאחור	
11	רמת מידור:	FORM-2B	
	תנאי סביבה		
12	דרגת זיהום:	3	
13	סוגי שימוש:	פנימי , ניית, סגור	
14	טמפ' סביבה ממוצע:	35 °C	
15	סיווג:	☒ A	☐ B
	מידות מבנה		
16	עומק:	רוחב:	גובה:
	800 mm	5900 mm	2050 mm
	העמדת הלוח		
17	לתלייה על הקיר:	☐	
18	להעמדה על הרצפה:	☒	
19	עומק:	רוחב:	גובה:
	800 mm	5900 mm	100 mm
20	משקל מוערך:	2500Kg	
21	הובלה:	שלם: ☒	חלקים: ☐
22	תנאי הובלה:	אנכי: ☒	אופקי: ☐

מס'	נתונים חשמליים	
1	מתח נומינלי של הלוח:	Un=400VAC
2	מתח נומינלי מעגלים:	Ue=400VAC
3	מתח אימפולס:	Uimp= 6KV
	מרחק אוויר:	
4	מתח הבדדה:	Ui= 440VAC
5	מתח פיקוד:	
6	תדר:	fn= 50HZ
7	זרם ראשי:	InAnormal= 2500A
8	זרם קצר צפוי:	Icp= 48 KA
9	עמידות בזרם רגעי:	Icw= 50 KA 1Sec
	עמידות בקצר שיא:	Ipk= 105 KA
10	מקדם עמסה:	R.D.F= 0.8
11	שיטת הארקה:	INCS
12	חתך "N":	50%
13	חתך PE:	100%
14	ציוד מותקן:	W/F/F/D
15	מיקום אמצעי הגנה/SCPD:	בתוך הלוח
16	שיטת הגנה מחשמול:	☒Direct ☒Indirect
	כניסת כבלי הזנה ראשי:	
17		☐מלמעלה ☒מלמטה
18	חתך:	☐כמות
	יציאת כבלים	
19		☐מלמעלה ☒מלמטה
20	חתך:	☐כמות
21	אחזקה:	לאנשים מיומנים בחשמל

צבע חיווט מוליכים		
מתח-מחווט	צבע מוליכים:	מהדקים:
110/230/400VAC		
פאזה: L1-L3	חום	אפור
אפס: "N"	כחול	אפור
הארקה:	צהוב/ירוק	צהוב/ירוק
24-48VAC		
תדר: fn=		
פאזה:		
אפס: "N"		
DC		
12VDC		
24VDC		
48VDC		
"+"		
"-"		
בקרה \ דיווח		
DI		
DO		
AI		
AO		



סימן שילוט		
שלט שדה	רקע	כיתוב
בלתי חיוני	לבן	שחור
חיוני		
אלפסק רגיל		
אלפסק מסונן		
רגיל מסונן		
12VDC		
24VDC		
48VDC		
אזהרה	אדום	לבן



"... אמר המחבר החיבור הזה לא חיברתיו ללמד בני אדם את אשר לא ידעו אלא להזכירם את הידוע להם כבר ומפורסם להם פרסום גדול , אלא ככל שהפרסום שלהם גדול ומה שאמיתתם גלויה לכל, כך ההיעלם מהם גדול ונשכחה רבה! .." (מסילת ישרים , הרמח"ל)

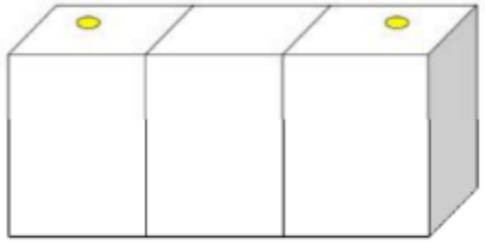
מכון התקנים – מעבדה לחשמל
מיקוד בתקן 61439

מערכות גילוי אש לפי תקן 1220

א. התקנת מערכות אוטומטיות לגילוי אש בלוח חשמל שעוצמת הזרם בו **מעל**-63A אמפר ומעלה.

ב. התקנת מערכת להפסקת הזנה ללוח חשמל שבו הופעל גלאי האש ועוצמת הזרם בו מעל 63A אמפר (מ-80A אמפר).

ג. התקנת מערכות אוטומטיות לכיבוי אש בלוח חשמל בהם עוצמת הזרם **מעל**-100A אמפר ומעלה.



ציור א-2 - דוגמה להכנה למיקום הגלאים

נספח א - הנחיות להתקנת גלאי אש וגלאי עשן בלוחות חשמל העומדים בדרישות התקן הישראלי ת"י 61439

(נורמטיבי)

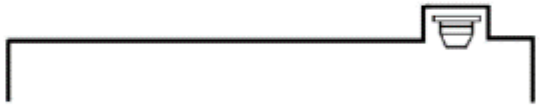
א-1. התקנת גלאים בלוחות חשמל

בלוחות החשמל יוכן מקום להתקנת גלאים נקודתיים לגילוי אש ועשן. מיקום הגלאים יהיה בחלק העליון של הלוח, כך שיהיה אפשר למקם את פתח כניסת העשן לגלאי (לרבות רשת מחומר מתאים) בתוך חלל הלוח בעומק של כ-20 מ"מ (ראו ציור א-1).

המרחק בין שני גלאים סמוכים לא יהיה גדול מ-2.4 מ' (בלוחות גדולים).

בלוחות שאורכם עד 1.6 מ' מותר להתקין גלאי אחד בלבד.

במקומות שאי אפשר להתקין בהם גלאי נקודתי, ניתן להכין התקן לגלאי יניקה.



ציור א-1 – מיקום הגלאי לאחר ההתקנה

א-2. הכנת לוח החשמל להתקנת גלאים

ההכנה להתקנת הגלאים תיעשה אצל היצרן המרכיב של לוח החשמל בשיתוף עם היצרן או/וגם המתקין של מערכת גילוי האש, ותכלול גם הכנת תוכנית למיקום הגלאים. היצרן המרכיב יספק את הקופסות הייעודיות שבתוכן יותקנו הגלאים. הקופסות יחוזקו אל הלוח ויאפשרו פתיחה וסגירה ללא חשש לנפילת חלקים (כגון ברגים) לתוך הלוח.

מיקום הגלאים יהיה סימטרי ככל האפשר (ראו ציור א-2).

אלף כבאים לא יצליחו לכבות אותי

כבאות והצלה לישראל
נציבות כבאות והצלה
אגף הגנה מאש
מחלקת חקיקה ורגולציה
"גלאי עשן מציל חיים"

13. בתיקון לחוק הרשות הארצית לכבאות והצלה, התשע"ב-2012 (אשר תוקן במסגרת חוק התכנית הכלכלית התשפ"ב -2021), נקבע כי הוראות ההגנה מאש ייקבעו על סמך תקני ה-NFPA.

14. לכן, עמדת כבאות והצלה לישראל היא שבלוחות חשמל העומדים בת"י 61439 (או בקודמו – ת"י 1419) אין צורך להתקין מערכות גילוי, כיבוי או ניתוק אוטומטיות.

15. בשים לב לאמור, נודה לפועלכם בהקדם כדי לפתור את חוסר התאימות בין שני התקנים:

15.1. הממונה על התקינה מתבקש לפעול באופן מיידי וזמני – להחרגת הרשמיות של סעיף 8.2 לחלק 3 לת"י 1220, ביחס ללוחות חשמל בהספק של 63 אמפר ומעלה, זאת עד לתיקונו.

15.2. יו"ר וועדה מס' 5824 של מכון התקנים מתבקש לכנס את הוועדה ולאשר גיליון תיקון לת"י 1220 חלק 3, סעיף 8.2, ולקבוע שבלוחות החשמל בהספק של 63 אמפר העומדים בת"י 61439 (או בקודמו – ת"י 1419) אין צורך להתקין מערכות גילוי או ניתוק אוטומטיות.

16. בנוסף, נודה לפעלכם לקידום תיקון מקיף של ת"י 1220 ולאמץ את הוראות תקן NFPA 72 כפי שנקבע בסעיף 7 להחלטת ממשלה 222.

בכבוד רב,

טפסר/מ גיא מור
רמ"ח חקיקה ורגולציה
אגף הגנה מאש
כבאות והצלה לישראל

"גלאי עשן מציל חיים"

- **על דעת המקום ועל דעת הקהל** בישיבה של מעלה ובישיבה של מטה אנו מתירין להתפלל עם העבריינים" (תפילת יום הכיפורים)

בדיקת לוחות חשמל
יצור והתקנה לפי תקן

מכון התקנים – מעבדה לחשמל
מיקוד בתקן 61439

ליקט וערך – מהנדס חשמל רוני שוורץ

חלות תקן 61439-2

- מונחים והגדרות בהתאם לתקן – והחוק, הבנת המושגים ודיוקים :
  1. זרמי עבודה - INP/INA/INC
  2. מקדם העמסה - RDF
  3. זרמי תקלה - IPK,ICP, ICC, ICW
  4. מתחים - Uimp/Ui/Ue
- **קביעת שיטת הגנה בפני חשמול** והתחשמלות והגנה בלוח.
- **דרישות קדם לתכנון** – חלק 0 בתקן
- **חוק החשמל** וועדות פירושים, והרחבות בתקן 60364
- **תקנים נלווים להרכבת הלוח :**
  1. דרישות מבנה מעטפת הלוח 62208
  2. דרישות על מוליכים 60227, כבלים 1516
  3. הגנה בפני קשת חשמלית - 61641
  4. ציוד מיתוג תעשייתי – 60947
  5. עליית טמפרטורה - 60890
  6. השפעות קצר חשמלי על מבנה הלוח - 60865
  7. סימבולים בתוכניות לוח - 81346, 60617
  8. ברקים – 1173 , 60364
  9. בטיחות באש – 1220 (דרישות כב"א)
  10. חבקים –
  11. DIN (מומנטים בחיבורי נחושת) – 43673
  12. DIN (סופיות)- 46228
  13. DIN (נעלי כבל) – נחושת 46235, אלומניום 46329
  14. DIN (דיסקיות) – 6796

בדיקת תהליך – יצור והרכבה של לוחות חשמל – נושאים מרכזיים

בדיקת פסי צבירה ראשיים

חיזוק ברגים אומים ודסקיות

דרגת מידור Form 1-4b

פסי אפס והארקה

הרכבת פס חלוקה משני

התקנה וחיווט מפסקים

התקנה וחיווט מוליכים

הארקות מבנה וציוד

דרגת אטימות IP

שינוע אחסנה והובלה

הגנות מתחי יתר וברקים

עמידות לעליית טמפ' וחום.

עמידות בזרמי קצר -
חישוב/נגזרת התאמה לtype-test

כניסות ויציאות כבלים	
כניסת כבלים ראשיים	☒ מלמעלה ☐ מלמטה
כניסת כבלי מעגלים	☒ מלמעלה ☐ מלמטה

מבנה והתקנה	
גובה [mm]	2150
רוחב [mm]	1000
עומק [mm]	300
דרגת הגנה	IP30
מיקום התקנה	פנימי
שיטת התקנה	העמדה
מרחק מקיר	רחוק – 10 ס"מ
אמצעי הגנה בפני בפני זרם קצר SCPD	בתוך הלוח
סוג לוח	מבנה עמודות סגור
משקל	130 Kg
מתכונת הפרדה	Form 1
מסד	IEC 62208
צבע	RAL-7035
דלתות	כן
פנלים	כן
הגנה מפני פגיעות מכניות	IK10
אמצעי הגנה מפני חיישמול	ישיר.עקיף
מפעילים	מיומנים בלבד

לוח זה מיוצר לפי תקן 61439-2

זהירות ... !!!

- רשאי לטפל בלוח רק חשמלאי בעל רשיון מתאים.
- לפני כל טיפול בלוח יש לנתק את כל ההזנות והמתחים הזרים.

אי ביצוע הוראות אלה עלול לגרום להתחשמלות , פציעה או מוות

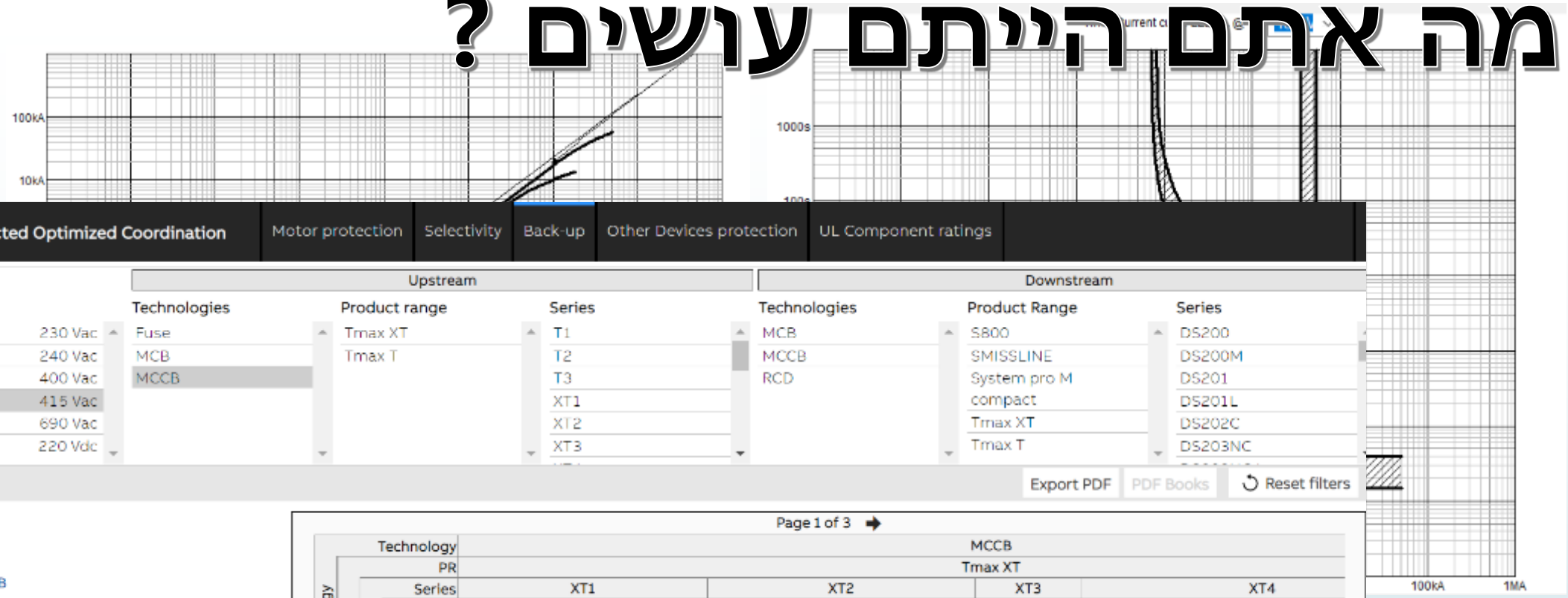
צבעי שלטים	
שדה חיוני	אדום
שדה ב.חיוני	שחור
שדה אל-פסק	כחול

צבעי חוטים	
230/400 VAC	
פאזה	חום
אפס -N	כחול
הארקה	צהוב-ירוק
פיקוד 24VAC	
פאזה	אדום
אפס -N	שחור
פיקוד זרם ישר	
פאזה (+)	אדום
אפס (-)	שחור

נתונים טכניים	
זרם עבודה (Ina)	80A
זרם קצר צפוי (Icp)	10 KA
יכולת עמידה בזרם קצר מותנה (Icc)	10 KA
יכולת עמידה בזרם שיא (Ipk)	17 KA
מקדם העמסה	0.7
מתח עבודה (Ue)	400 VAC
מתח פיקוד	230/24 VAC
מתח הבדדה (Ui)	440V
יכולת עמידה במתח הלם (Uimp)	4kV
תדר	50 Hz
תנאי סביבה	רגילים
ממס סביבה	35°C
דרגת זיהום	ציבורי 2
שיטת הארקה	TNCS
סוג חיבור	F.F.F
EMC	A

תרגיל מסכם

מה אתם הייתם עושים ?



SOC - Selected Optimized Coordination | Motor protection | Selectivity | Back-up | Other Devices protection | UL Component ratings

Voltage	Upstream Technologies	Upstream Product range	Upstream Series	Downstream Technologies	Downstream Product Range	Downstream Series
230 Vac	Fuse	Tmax XT	T1	MCB	S800	DS200
240 Vac	MCB	Tmax T	T2	MCCB	SMISSLINE	DS200M
400 Vac	MCCB		T3	RCD	System pro M	DS201
415 Vac			XT1		compact	DS201L
690 Vac			XT2		Tmax XT	DS202C
220 Vdc			XT3		Tmax T	DS203NC

Export PDF | PDF Books | Reset filters

Results

MCCB/MCB

MCCB/MCCB

MCCB/RCD

Notes

The values are also valid in TN and TT systems with 3-pole or 4-pole MCCB at rated voltage 400/415VAC upstream and 1-pole, 1-pole plus neutral or 2-pole MCB at rated voltage 230/240VAC downstream.

Page 1 of 3

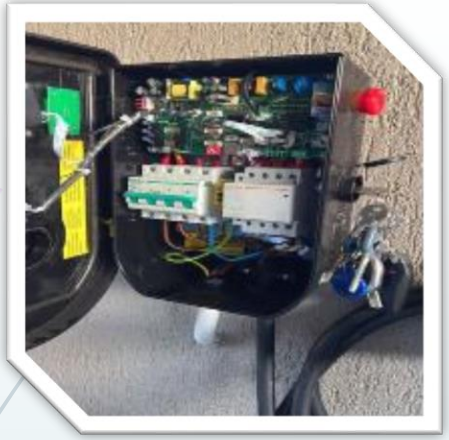
Technology																								
Technology							MCCB																	
PR							Tmax XT																	
Series							XT1					XT2					XT3		XT4					
Version							B	C	N	S	H	N	S	H	L	V	N	S	N	S	H	L	V	
Icu							18	25	36	50	70	36	50	70	120	150	36	50	36	50	70	120	150	1
Technology	PR	Series	Ch.	Icu	In		16..160	16..160	16..160	16..160	16..160	1.6..160	1.6..160	1.6..160	1.6..160	1.6..160	63..250	63..250	16..250	16..250	16..250	16..250	16..250	1
S800	S800	S800B+DDA	B,C,D,K	16	32..125																			
S800	S800	S800C	B,C,D,K	25	10..125				36	40	40	36	50	70	70	70	36	40	36	50	70	70	70	
S800	S800N		B,C,D	36	..125					50	50		50	70	100	100		50		50	70	100	100	

לוחות חשמל לעמדות טעינה

אתגרים לבחירה נכונה של שיטת ההגנה בפני התחשמלות

עמדות טעינה לרכב חשמלי

פחת אז משגות? – סוגיית הארקה



מפסק פחת

.6

(א) כל נקודת חיבור בזרם חילופין תוגן באמצעות מפסק פחת בלעדי המופעל בזרם דלף העולה על 0.03 אמפר;

(ב) מפסק הפחת יתאים לאחת החלופות להלן:

(1) מפסק פחת מטיפוס B לפי IEC 62423;

(2) מפסק פחת מטיפוס A לפי ת"י 61008-1 או ת"י 61009-1, יחד עם התקן לזיהוי זליגה בזרם ישר המתאים לתקן IEC 62955;

שיטת הכל כלול : התקן זליגה DC, מגען, מפסק, מונה , ראוטר , וכו'

(3) מפסק פחת מטיפוס F לפי IEC 62423, יחד עם התקן לזיהוי זליגה בזרם ישר המתאים לתקן IEC 62955;

(ג) בנוסף לאמור לעיל, יש להתאים את אמצעי ההגנה במעלה הזינה לאמצעי ההגנה המותקנים כאמור בסעיף 6(ב);

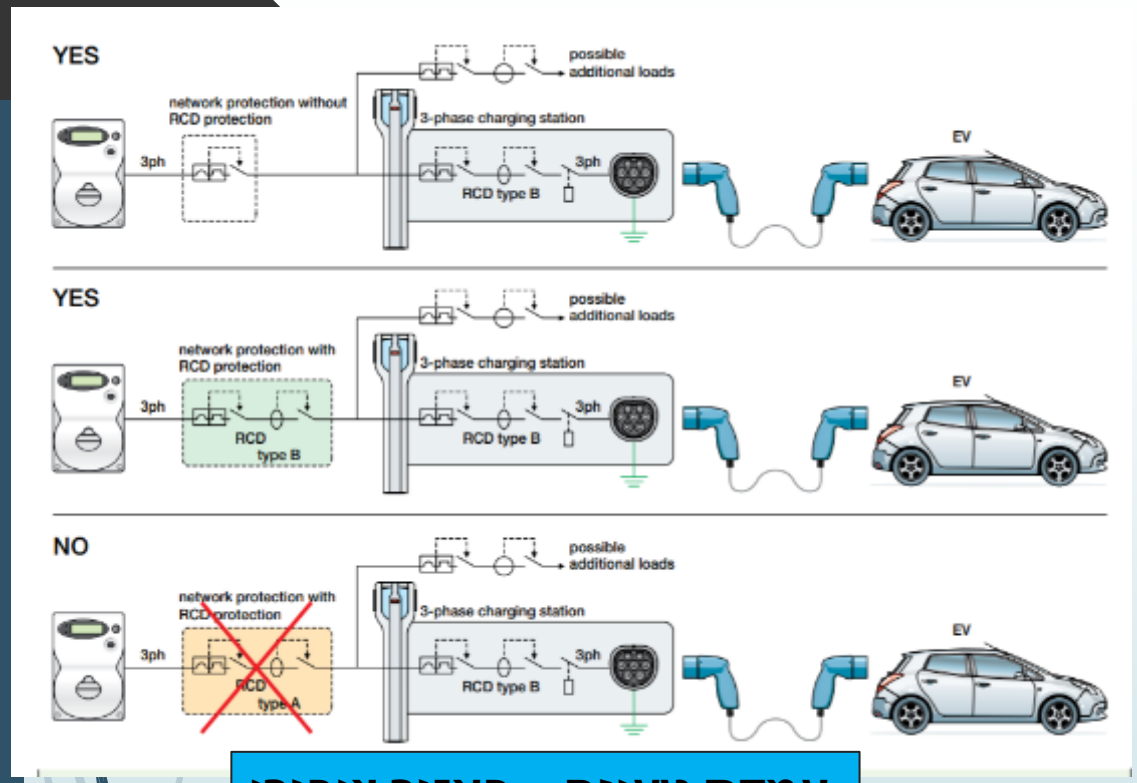
(ד) מפסקי הפחת ו/או התקן לזיהוי זליגה בזרם ישר, יכולים להיות מותקנים כחלק אינטגרלי מעמדת הטעינה;

(ה) במערכת המוגנת בזינה צפה, לא נדרשת התקנת מפסק פחת בתנאי שמותקן משגוח העונה לתנאים הבאים:

(1) אזהרה מקדימה – אם התנגדות הבידוד יורדת מתחת ל 300 אום לוולט, תינתן התראה קולית וחזותית. טעינת רכב מחובר לא תופסק, אבל לא יתאפשר חיבור רכב לטעינה במצב זה.

(2) התראה וניתוק - אם התנגדות הבידוד יורדת מתחת ל 100 אום לוולט, תינתן התראה קולית וחזותית והטעינה תופסק תוך 10 שניות.

פחת – בחירת אופיין נכון לעמדת טעינה רכב חשמלי



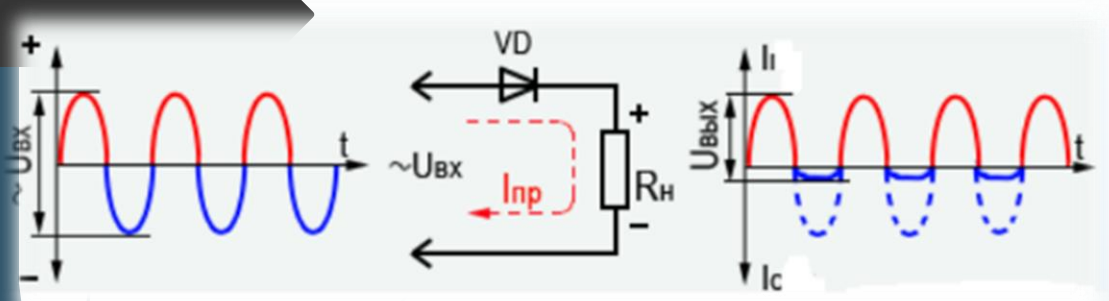
Current waveform	Proper functionning of residual current protective devices of type: AC	A	F	B	Tripping current
	■	■	■	■	0.5 to 1.0 IΔn
	–	■	■	■	0.35 to 1.4 IΔn
	–	■	■	■	Current delay angle 90°: 0.25 to 1.4 IΔn
	–	■	■	■	Current delay angle 135°: 0.11 to 1.4 IΔn
	–	■	■	■	max. 1.4 IΔn + 6 mA
	–	–	■	■	max. 1.4 IΔn + 10 mA
	–	–	■	■	0.5 to 1.4 IΔn
	–	–	–	■	0.5 to 2.0 IΔn
	–	–	–	■	Current frequency 150 Hz 0.5 to 2.4 IΔn
	–	–	–	■	Current frequency 400 Hz 0.5 to 6 IΔn
	–	–	–	■	Current frequency 1000 Hz 0.5 to 14 IΔn

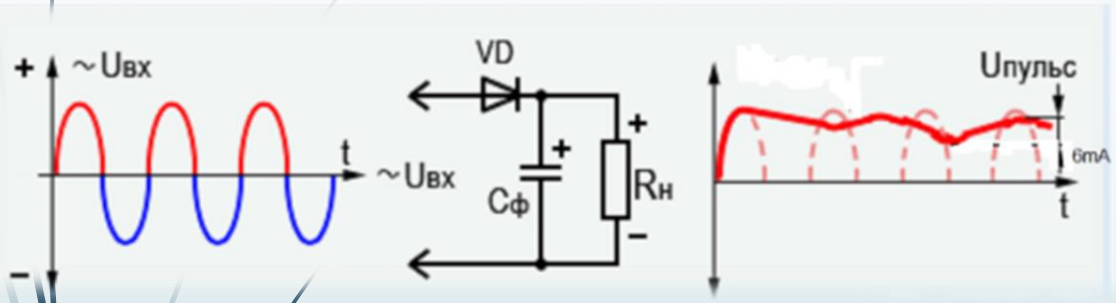
עמדת טעינה – באזור ציבורי

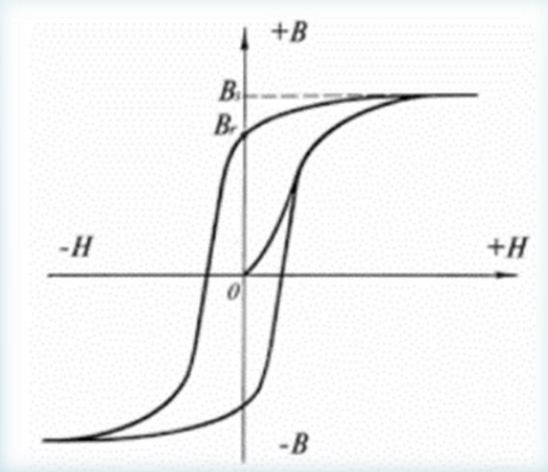
	ממספר פחת מדגם A (ת"י 61008-1)	ממספר פחת מדגם B (62423 IEC)	ממסר פחת מדגם F/A + RDC-DD 6 mA (62955 IEC)
הגנות לזרם דלף תכונות	לא קיימת הגנה לזרם DC מיושר מלא	רגישות בינונית טווח 15-60mA	רגישות גבוהה 3-6mA
שילוב בהזנה לעמדת טעינה לרכב חשמלי	עמדה עם רכיב מובנה RDC-DD	כל עמדה , מומלץ לעמדה חיצונית לאמינות ביצוע במקומות לחים עמדה טעינה כפולה אסור להזין בטור עם פחת מדגם A ראשי מעליו.	כל עמדה בודדת במקום מקורה ויבש ניתן להזין ממתקן עם פחת A ראשי מעליו

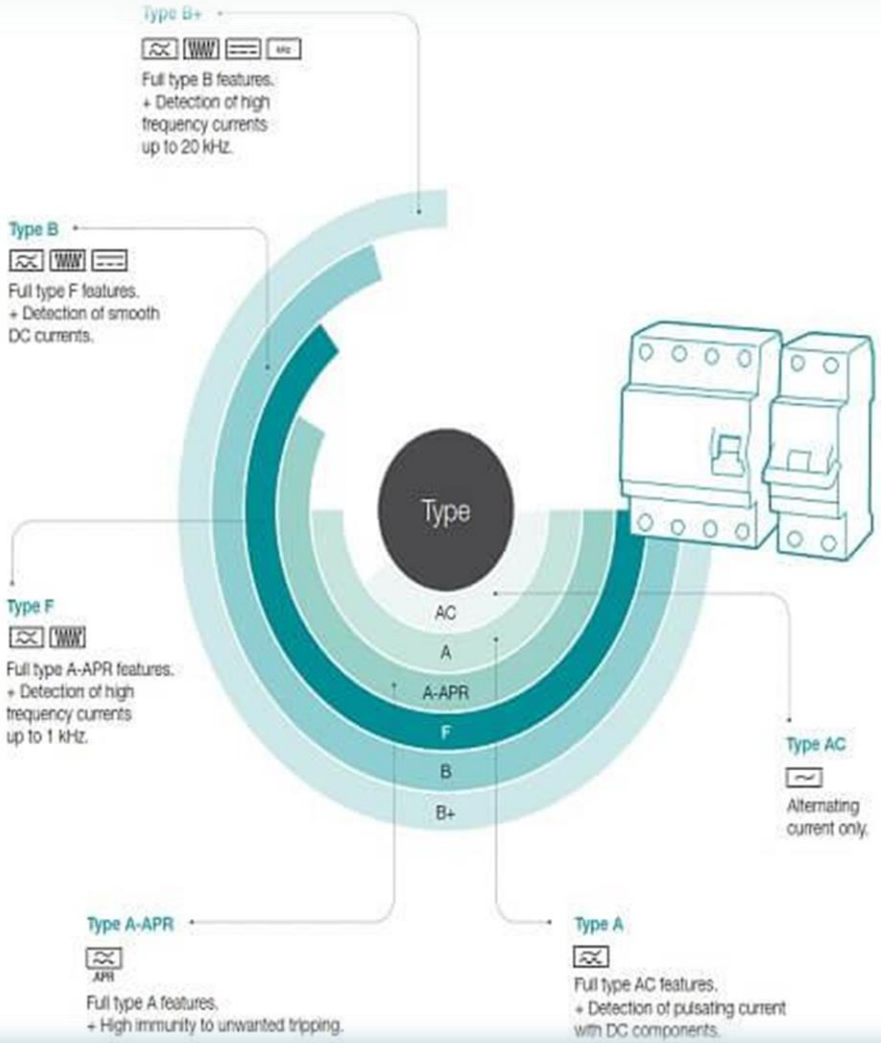
עמדת טעינה מתקן דירתי – כגון חניה פרטית מקורה
בתוך וילה/מחסן צמוד למתחם מגורים– נשלחה שאלה לוועדת פירושים.....

פחת – מצב רוויה מגנטי

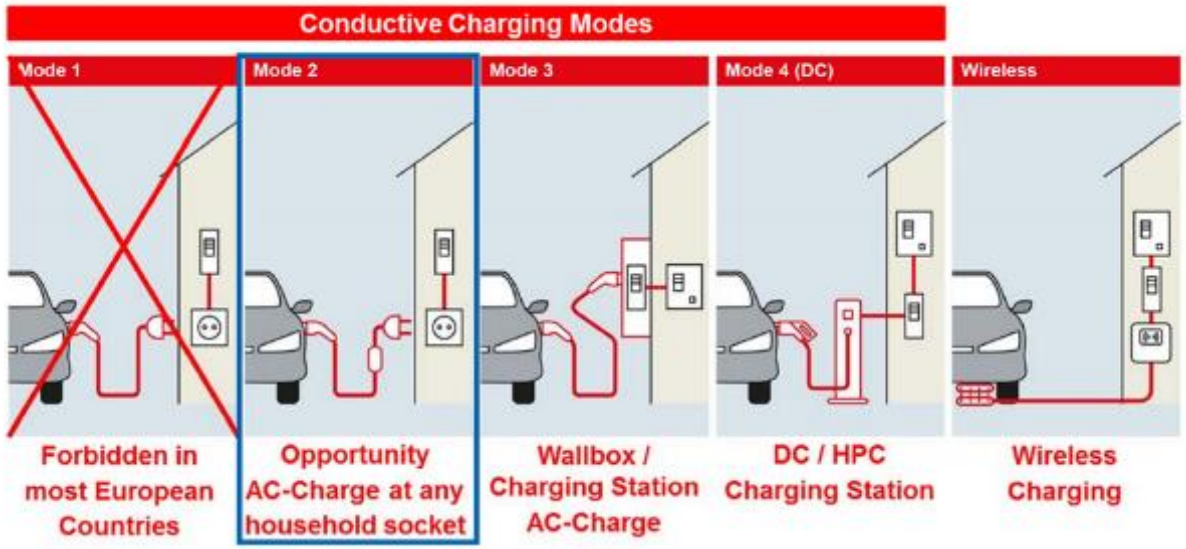




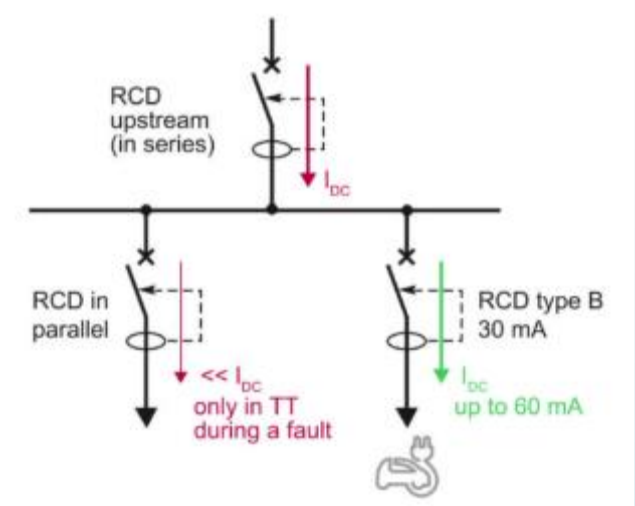




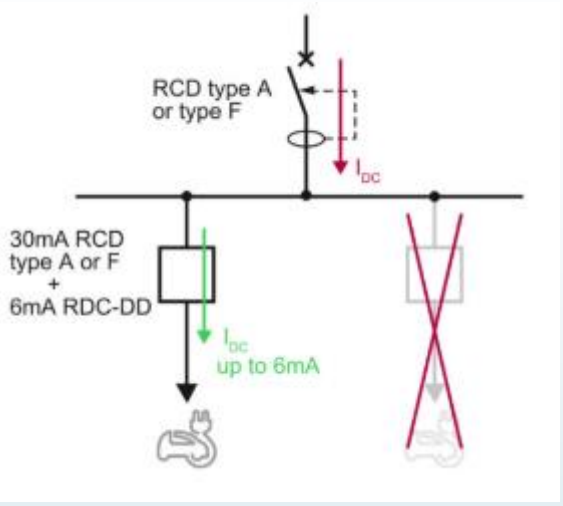
אופייני פחת – עמדת טעינה רכב חשמלי



סוגי עמדות טעינה



עמדת טעינה – באזור ציבורי



עמדת טעינה – באזור ביתי

Charging Mode	Description	Maximum Current and Voltage
Mode 1	conductive connection between a standard socket-outlet of an AC supply network and electric vehicle (EV) without communication or additional safety features	16 A and 250 V AC, 1-phase 16 A and 480 V AC, 3-phase
Mode 2	conductive connection between a standard socket-outlet of an AC supply network and electric vehicle with communication and additional safety features	32 A and 250 V AC, 1-phase 32 A and 480 V AC, 3-phase
Mode 3	conductive connection of an EV to an AC EV supply equipment permanently connected to an AC supply network with communication and additional safety features	1: 32A and 250 V AC, 1-phase 2: 70 A and 250 V AC, 1-phase 63 A and 480 V AC, 3-phase 3: 16/32 A and 250 A AC, 1-phase 63 A and 480 V AC, 3-phase
Mode 4	conductive connection of an EV to an AC or DC supply network utilizing a DC EV supply equipment, with (high-level) communication and additional safety features	AA: 200 A and 600 V DC BB: 250 A and 600 V DC EE: 200 A and 600 V DC FF: 200 A and 1000 V DC

הגנה בפני חישמול .6

(א) נקודת חיבור בזרם חילופין תוגן באמצעות מפסק מגן בלעדי מדגם A לפי ת"י 61008-1 או ת"י 61009-1, המופעל בזרם דלף העולה על 0.03 אמפר;

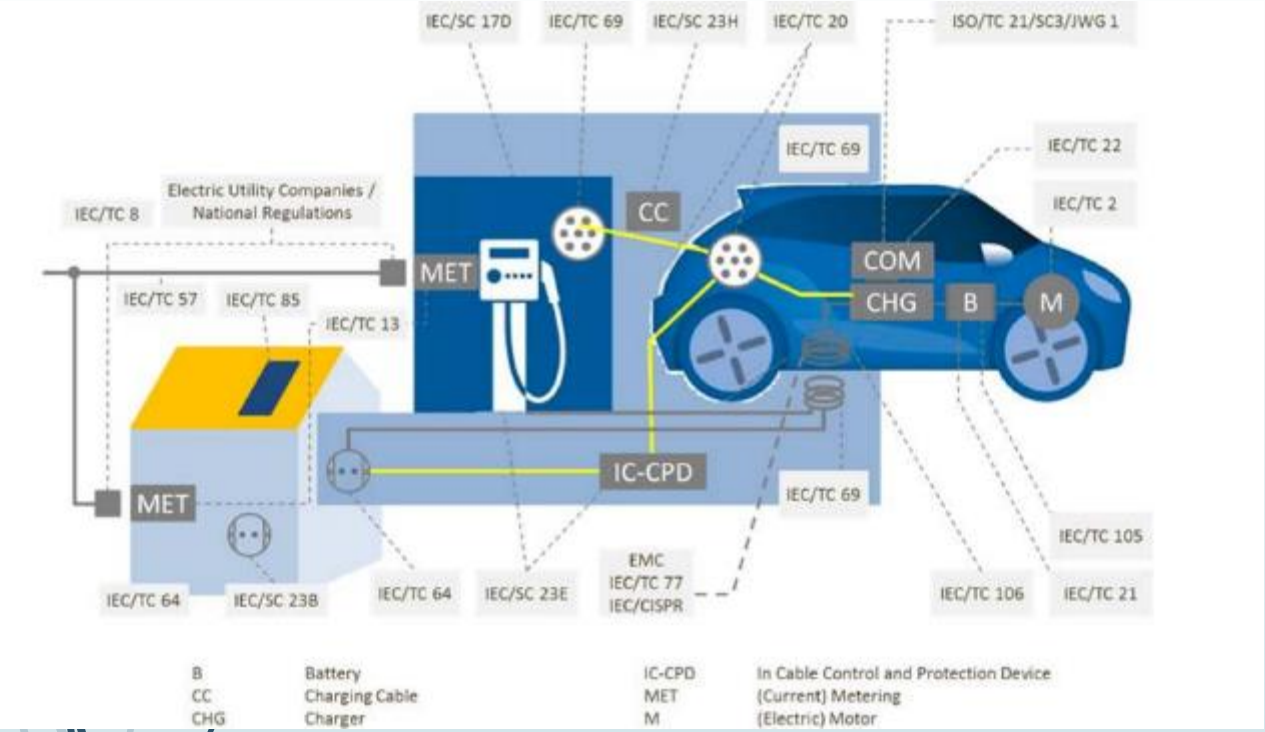
(ב) על אף האמור בתקנת משנה (א) במערכת טעינה המצוידת בבית תקע או במחבר לרכב חשמלי לפי ת"י 62196, ושאינה כוללת הגנה מתאימה מפני זליגת זרם ישר, יותקן אחד מאלה:

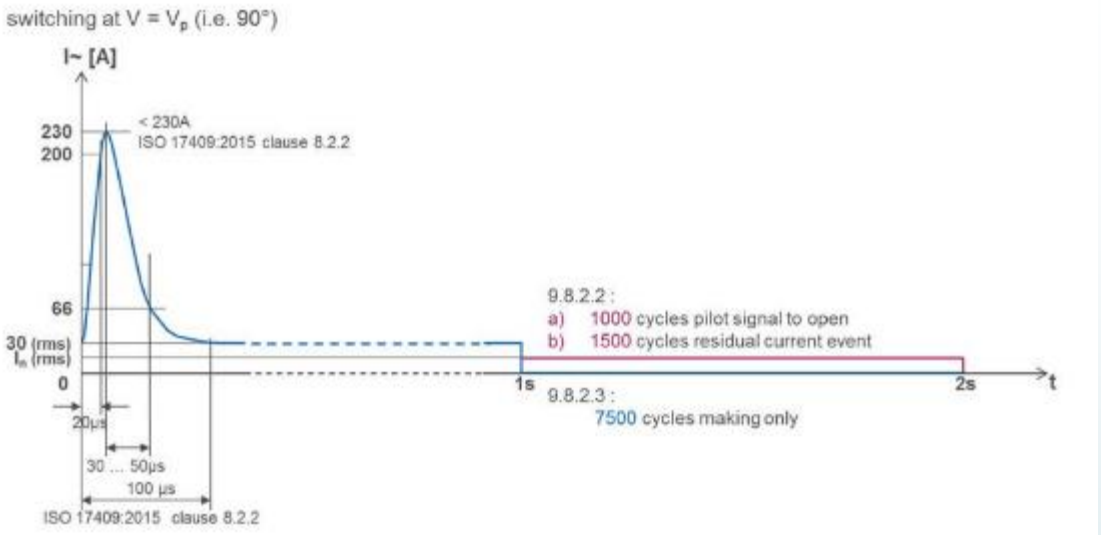
(1) מפסק מגן מדגם B לפי IEC 62423;

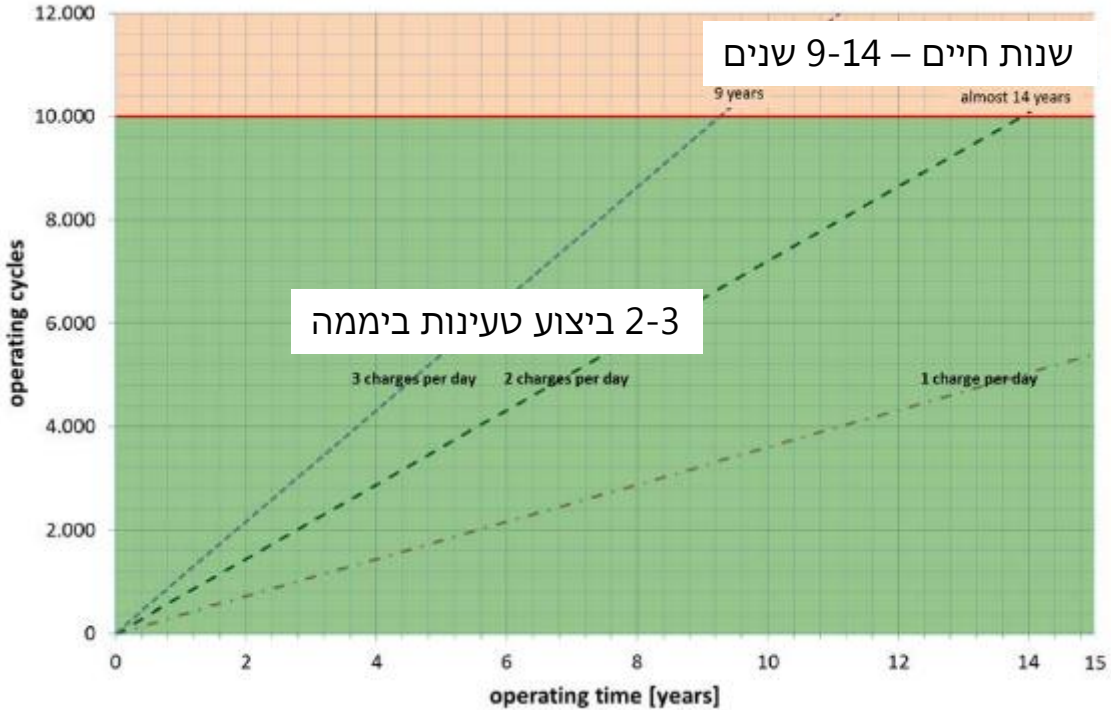
(2) מפסק מגן מדגם A, יחד עם התקן לזיהוי זליגה בזרם ישר המתאים לתקן IEC 62955;

(3) מפסק מגן מדגם F לפי IEC 62423, יחד עם התקן לזיהוי זליגה בזרם ישר המתאים לתקן IEC 62955.

עמדת טעינה – תופעת זרם הנעה (צורך בקונטקטור)







אמצעי הגנה בפני חשמול – עמדת טעינה לרכב חשמלי

שינוי תפיסת רציפות הארקה

הגנה בפני חישמול

5. (א) הגנה בפני חשמול במערכת הטעינה תבוצע בהתאם לדרישות תקנות הגנה בפני חשמול;

(ב) ההגנה בפני חשמול בעמדת הטעינה המותקנת בתוך מבנה, כאשר החניה במבנה או צמודה אליו (עד 5 מטר מהמבנה) תהייה זהה לזו של המבנה;

(ג) חיבור מוליך הארקה ממבנה המוגן בשיטת איפוס לעמדת טעינה או חניה הנמצאות מחוץ למבנה (במרחק הגדול מ 5 מטר), מותר רק כאשר מבוצעת השוואת פוטנציאלים בחניה, אלא אם כן יתקיים אחד מאלה:

(1) התנגדות הארקה במבנה כלפי המסה הכללית של האדמה לא תאפשר במקרה של נתק באפס ברשת התפתחות של מתח מגע הגדול ממתח נמוך מאוד;

(2) קיים התקן הגנה המנתק את הזנת נקודת החיבור לרכב כולל המוליכים החיים והארקה תוך 5 שניות כאשר המתח בין מוליך הארקה לאדמה עולה על מתח נמוך מאוד. התקן ההגנה יכול להיות חלק מעמדת הטעינה;

הערה: יש לשים לב שהארקת הגנה (TT) אינה רצויה כאשר מבנה סמוך מוגן בשיטת איפוס (TN-C-S).

טיוטה לתקנה-מרץ 2023

אתגרים ופתרונות

פריסת עמדות טעינה , כפי הניתן

במגבלות מלוח קיים

רכב פרטי – מתקן קיים

פריסת עמדות טעינה מהירות

עם לוח חשמל ראשי לפי תקן 61439

טסלה – קניון ביג קריית גת

תודה על ההקשבה

קישור לפייסבוק – רוני שוורץ- מהנדס בודק סוג 3

מכון התקנים הישראלי

סיכום ושאלות