



רחוב הסדן 19, הוד השרון, 4531819  
טלפון 09 - 7447715 פקס 09 - 7447716  
Desk@Tzur-Naaman.net



ייעוץ חשמל והנדסה



# מפרט לוחות חשמל בעיני המתכנן

מוגש על ידי:

**צור נעמן**

מהנדס חשמל

לוחות חשמל – ספטמבר 2020



רחוב הסדן 19, הוד השרון, 4531819  
טלפון 09 - 7447715 פקס 09 - 7447716  
Desk@Tzur-Naaman.net

**צור**  
נעדר

ייעוץ חשמל והנדסה

## מטרת ההרצאה:

מטרת ההרצאה לקבל מושג על כל הקשור בתכנון וניהול פרויקט לביצוע לוחות חשמל.

מטרת ההרצאה להכיר הדרישות מיצרני לוחות חשמל.

להבין שיש מקרא לסימון אביזרים חדיש וסטנדרטי.

להבין שרכישת ידע זה לא בושה.



רחוב הסדן 19, הוד השרון, 4531819  
טלפון 09 - 7447715 פקס 09 - 7447716  
Desk@Tzur-Naaman.net



ייעוץ חשמל והנדסה

## חוק חשמל תשי"ד 1954 ותקנותיו

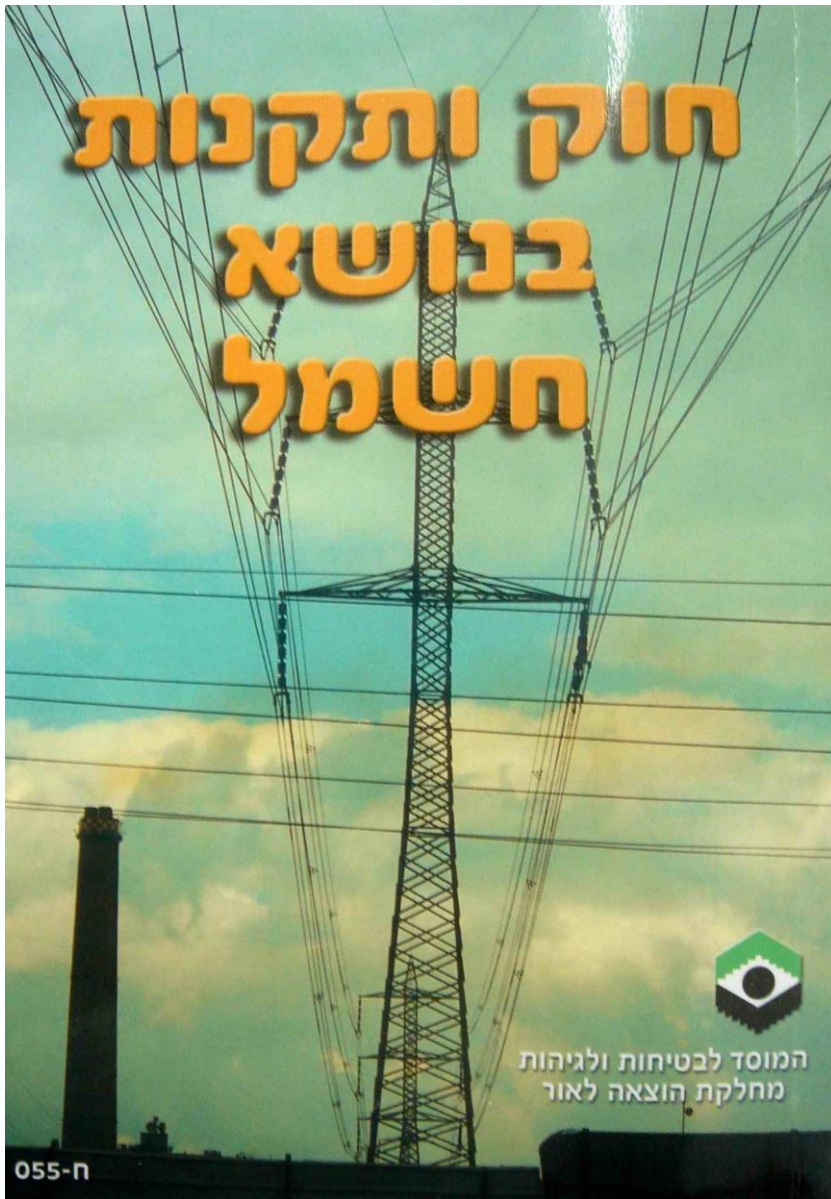
**חוק זה עוסק בכל נושא חשמל במתח נמוך כלומר 400V נומינלי,  
240V נומינלי במערכות חד פאזיות.**

**בספר מפורטים כל הדרישות ממתקני החשמל בעיקר הוראות  
התקנה ובטיחות.**

**החוק הוצא על ידי המוסד לבטיחות וגהות ומאז הוצאתו מתעדכן  
כל הזמן.**

**החוק חי ונושם הוא לא חוק כזה שנשכח בפינה ולא משמש.**

**חשמלאי מהנדס או כל עוסק בחשמל כדאי שיכיר חוק זה.**



## חוק חשמל תשי"ד 1954 ותקנותיו

במה עוסק החוק? למשל ב:

צורת התקנת מוליכי חשמל ולפי זה הזרם שמותר בהם.

רישיונות חשמלאים וחלוקתם לסוגים על פי עוצמות הזרם: 80 אמפר, 250 אמפר, 400 אמפר, 630 אמפר.

מעל כולם מהנדס החשמל "חשמלאי מהנדס" לו מותר לעשות כל דבר.

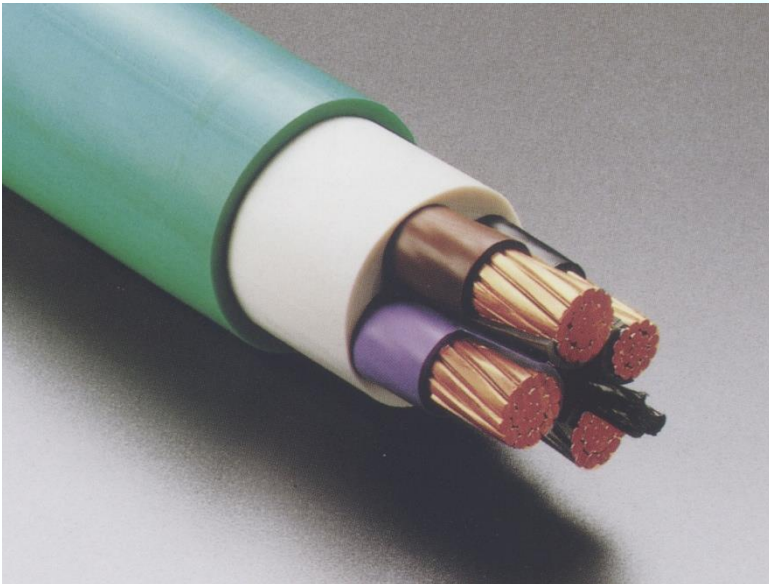
## חוק חשמל תשי"ד 1954 ותקנותיו

החוק קובע גם את צבעי הבידוד של מוליכי החשמל:

חום – לפאזה מה שנקרא מופע עם שרולי סימון לכל פאזה T.S.R  
כחול – מוליך אפס.  
צהוב ירוק – מוליך הארקה.

מוליך חיבור בין אפס להארקה  
יהיה כחול עם שרול סימון צהוב ירוק.

לכל שאר המתחים יש צבעים רבים אך  
להשתמש במוליכים צהובים או ירוקים  
או שילוב שלהם.



## מפרטים טכניים.

מטרת המפרטים הטכניים היא להקל על פעולת המהנדס בהגדרת העבודה.

המפרט הטכני מפרט במיוחד דרישות שמתאימות לעבודה שמתכוונים לבצע.

הדבר דומה לחוזה סטנדרטי שכל רוכש דירה יודע לחתום אך טוב תמיד לקחת יחד עם הסטנדרט עורך דין טוב.

המפרט הטכני הוא חוזה שעל פיו מתקיימת העבודה ועל פיו העבודה תושלם.

מפרט טכני יכול לדרוש דרישות מקצועיות הגבוהות מהתקן למשל: בתקן החפירות במדרכה בעומק מינימאלי של 50 ס"מ. המפרט הטכני יכול לדרוש 100 ס"מ וכמובן שהביצוע יהיה בהתאם לזה.

המפרט המוכר ביותר הוא המפרט הכללי והעוסק בחשמל הוא פרק 08.

08 יולי 2008

מפרט כללי  
למתקני חשמל

אופני המדידה ותכולת המחירים

הוועדה הבין משרדית לסטנדרטיזציה של מסמכי החוזה לבנייה ולמיחשובם בהשתתפות:

משרד הביטחון / אגף בינוי

משרד הבינוי והשיכון / מינהל תכנון והנדסה

משרד האוצר / החשכ"ל

ומשרד התחבורה

משרד הביטחון / ההוצאה לאור

א

## פרק 08:

**הפרק הזה עוסק בדרישות שנקבעו על ידי משרד הבינוי והשיכון ומשרד הביטחון בשיתוף המהנדסים העצמאיים.**

**אלו דרישות המינימום שהמשרדים הממשלתיים אומרים שהם מוכנים לקבל.**

**זה לא אומר שהמהנדס או בעל הבית לא רשאים לבקש יותר.**

## פרק 08:

למשל :

ב 08 הפסדי חום בשנאי יהיו רק 4%, אבל המזמין שלי מוכן לקנות שנאי עם 10% הפסדים,

שנאי כזה זול יותר, קל משקל וניתן להשיגו מהר.

משיקוליו הוא רוצה שנאי לכאורה לא טוב.

המפרט הכללי לא מחייב אלא אם כן מפנים אליו במפרט.



## מפרט טכני ספציפי לפרויקט:

כפי שאתם יודעים, יוצא לכל עבודה בנפרד,

מה תפקידו אם כך?

ראשית להחיל את כל המפרטים הדרושים על החוזה הספציפי.

להוציא דברים שלא דרושים בעבודה הנוכחית.

להוסיף דברים שכן דרושים מעבר למפרטים שכבר צוינו.

לציין דרישות מיוחדות "משוגעות" יותר, למשל אני מבקש ליצר לוחות חשמל רק במפעל שיש בו מחלקת תכנון עם 4 מהנדסים, מחלקת בדיקות עם 2 מהנדסים נוספים ובסה"כ לפחות 40 עובדים.

## האם זה מותר לי כמהנדס?

**בודאי שמותר!**

**וכמובן יש לדרישה כזו גם מחיר! מישהו יגיד מוגזם.**

**בדרך כלל הדרישה מוזילה את המחיר, אך הלקוח צריך לדעת  
מה גרמתי לו.**

**מכיוון שהמפרט הטכני הכללי ופרק 08 שבו עודכנו לאחרונה,  
והם מכסים די טוב את הענף כולל הסדרת שיטות מדידה,  
אין צורך כמעט במפרט נוסף ארוך, אלא קצר ביותר.**

## קדימויות:

בדרך כלל נהוג שהמפרט האחרון שנכתב הוא הקובע, כלומר הסדר יהיה:

- כתב כמויות .
- מפרט מיוחד לעבודה,
- מפרט כללי , פרק 08 לגבי החשמל,
- חוק חשמל אותו אסור לסתור והוא בעצם המחייב ביותר.

המפרט הטכני בנוי בדרך כלל כך שהחשמלאי הפשוט יוכל לקרוא ולהבין מה רוצים ממנו.

חשוב ביותר שהחשמלאי בעצמו ידע, עד כמה הוא מסוגל, לבצע את העבודה בהתאם לדרישות שנכתבו.

חשוב שיביא בחשבון כמה זה עולה לו ומה ההבדל בין המפרט לסטנדרט.

כבר הזכרנו את הלוחות, אך מה קורה אם אני כמתכנן ביקשתי צינורות בקוטר מינימאלי של 23 מ"מ והמפרט הכללי דורש מינימום 16 והחוק מאפשר גם 11 מ"מ?

יש כאן, בדרישה כזו, הרבה כסף.

חשמלאי שלא שם לב יכול בקלות רבה ליפול בפח הצעתו.

## לסיכום:

דרוש מפרט קצר, פשוט ואפשרי ליישום,

כמעט אמרתי קל. אך קל ליישום זה מפרט שאיננו.

המפרט שיהיה קצר ברור ומוסבר מראש למבצע.

במפרט הטכני מוכנס ניסיונו של המהנדס למנוע מלהיכנס ו/או לדעת לצאת בשלום מפחים קטנים כגדולים.

**להלן מפרט לוחות שלי אישית שמתאים רק ליצרנים בודדים :**

## לוחות חשמל מתח נמוך

- לוחות החשמל יבוצעו רק אצל יצרן מוסמך מכון התקנים ותחת פיקוח מכון התקנים לעמידה בתקן 61439 יצור לוחות. כמו כן בעל תקן ISO-9000
- היצרן יהיה כזה שיכול לתת שירותים הנדסיים ומעסיק באופן קבוע בחברתו לפחות 4 מהנדסי חשמל בעלי ניסיון בבניית לוחות חשמל וחישובם
- אצל יצרן הלוח במפעל יהיו 3 מחלקות כדלקמן: תכנון, ייצור וביקורת גמר חשמלית, בכל מחלקה יהיה אחראי מהנדס חשמל אחד.
- רק מהנדס החשמל רשאי לאשר יצור לוחות אצל יצרן זה או אחר וזאת לאחר בדיקה של היצרן המוצע ובדיקת ההמלצות לגביו. אין המזמין מחויב לאשר את היצרן המוצע על ידי קבלן החשמל ושומר לעצמו את הזכות לחייב יצור הלוח במקום מסוים, שעונה על דרישות טיב ואיכות שנקבעו מראש במכרז.

- לוחות החשמל יבנו בהתאם להגדרות שבמפרט, לפי תוכנית קווית שיקבלו מהמתכנן ולפי תכנון מפורט לביצוע שיעשה על ידי היצרן בתאום עם החשמלאי המבצע, בתאום עם המהנדס המתכנן ובאישורו. על הקבלן לבדוק לפני מתן הצעתו את התאמת פרוט הכמויות.
- לפני יצור הלוח על היצרן להגיש תוכניות מפורטות לתרשים חשמלי ומכאני חתומות על ידי מהנדס חשמל, לאישור המהנדס המתכנן.
- ביצוע חלקי הפח של הלוח יעשה על ידי מכבשים ופרופילים מתאימים ללא ריתוכים ידניים. כל הברגים, הצירים, ידיות וכו' יהיו מפלדת אל-חלד ויובטחו בדסקיות קפיץ.
- קבלן אחראי להתאמת ההכנות לחיבור הכבלים בלוחות לפי קוטרם וחתכם בתוכנית קווי ההזנה.
- הלוחות חשמל מפח יצבעו, לאחר ניקוי הפח ולמניעת החלדתו, בצביעה אלקטרו סטטית צבע אפוקסי.



- כל חלקי הפח הנעים על צירים, ועליהם מותקן ציוד נושא מתח יוארקו בחוט הארקה גמיש מבודד מחובר בברגים ונעלי כבל מתאימים.
- כל הציוד בלוחות יסומן בשלטי סנדוויץ' חרוטים שיוצמדו לפח בברגים. הנוסח המדויק לשילוט מפורט בתוכניות ויימסר סופית בשעת בדיקת קבלת הלוח אצל היצרן
- לאחר סיום חיבור לוחות החשמל וההפעלה, על הקבלן לבצע איזון עומסים לפאזות השונות.
- בכל לוחות החשמל ישאיר היצרן מקום פנוי בשיעור 30 % מהשטח שינוצל להתקנת הציוד שמפורט בכתב הכמויות. זה כולל גם את כל אביזרי ההתקנה והחיבור הנדרשים כמו פסים מהדקים מסילות וכדומה.

- בכתב הכמויות מפורט גודל פיזי של כל לוח חשמל, חובת המציע לבדוק הגודל עם יצרן הלוחות לפני מתן ההצעה. במידה והגודל המצוין אינו מספיק להתקנת הציוד המפורט ולמקום הפנוי שנדרש להשאיר, יחשב היצרן את הצעתו לפי הגודל הגדול יותר שהוא חישב. בכל מקרה לא יקטן הלוח מהרשום בכתב הכמויות ולא תשולם כל תוספת אם הלוח יוגדל מהרשום.

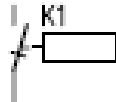
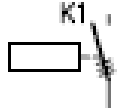
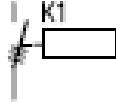



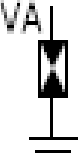
- קראתם?
- התרשמתם?
- האם מישהו כאן יכול להגיד שהדרישות מוגזמות?
- האם מישהו כאן עומד בדרישות אלו?
- האם מישהו כאן רוצה להציע לי, כלקוח מפרט קל יותר?

## להלן מקרא טיפוסים ונכון של ציוד ללוחות חשמל

## חשוב ביותר לעבודה בייצור לוחות בשנת 2008

סימון	שם בלוק	תאור
	E1-11	חצי אוטומט - 1 פול טרמי ומאנטי קבועים
	E2-11	חצי אוטומט - 2 פול טרמי ומאנטי קבועים
	E3-11	חצי אוטומט - 3 פאדות טרמי ומאנטי קבועים
	E4 E4-2	חצי אוטומט עם ניתוק אפס
	E5 E5-2	3 חצי אוטומטים, מגושרים

<p>מפסק עם הגנה טרמית ומאנטית מדוּסְתִים NZM – 3 פּוֹל</p>	<p>E15 E15-2</p>	 <p>3X63A NZM-4 40-63A</p>
<p>מפסק עם הגנה טרמית ומאנטית מדוּסְתִים NZM – 4 פּוֹל</p>	<p>E16 E16-2</p>	 <p>4X63A NZM-4 40-63A</p>
<p>מפסק עם הגנה טרמית בלבד 3 פּוֹל</p>	<p>E17</p>	

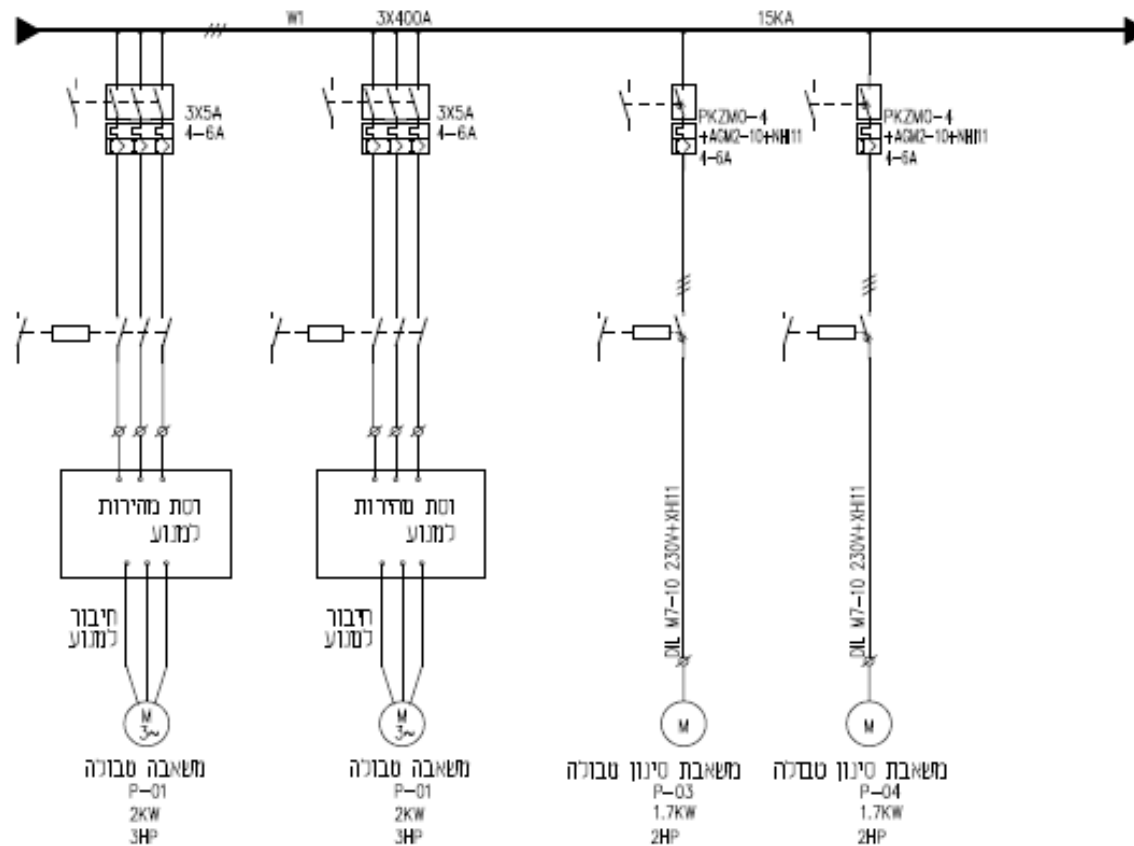
מגען - 1 פול	E28	
מגען - 3 פאדזות	E29	
מגען - 3 פול	E30	
מחסר צעד - 1 פול	E31	
מחסר צעד - 2 פול	E32	
קבל ת"ע	E33	
מערכת קולטי בריק (מתח יתר)	E34 E34-2	

	E68	3
מגע סגור רגיל NC	E69	4
מגע פתוח מקדים סגירה	E70	5
מגע סגור מקדים	E71	6
$c = \text{סימון כיוון התנועה המדושה}$	E72	7
מגע פתוח NO מדושה פתיחה OFF DELAY		



מגע מחליף	E76	
מגע מחליף מדשהה בסגירת 1-2	E77 E77-2	
מגע מחליף מדשהה בסגירת 1-3	E78 E78-2	
מפסק חד קוטבי פתוח	E79	
מפסק חד קוטבי סגור	E80	

להלן דוגמא מעשית של תרשים לביצוע אך לא לייצור



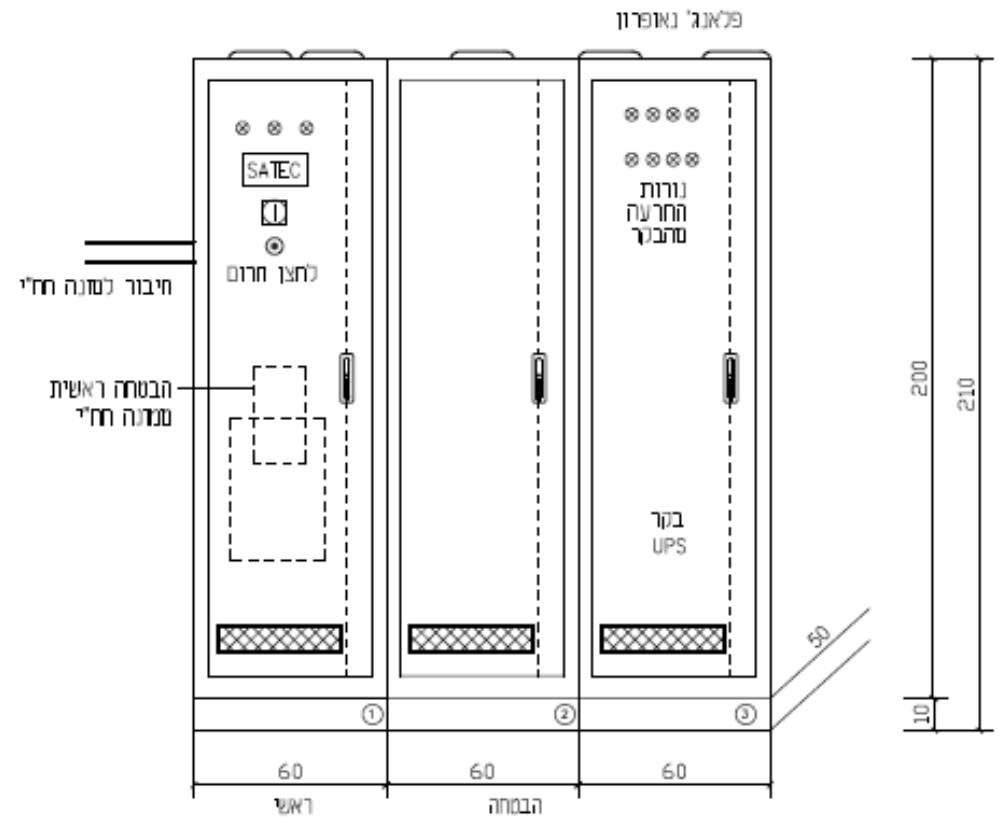
### מט"ש יד מודכני - כרמיה - חשמל

לוח חשמל 2008		<b>צ'ר</b> תפקידים : 09 - 7447715 : טלפון 09 - 7447716 : פקס/טלפקס : ייעוץ חשמל והנדסה
תרשים חשמלי		
2020-14 ח		
תכנון	תחזוקה	שרטוט
צור נעמן	צור נעמן	כיאורה
ק.ט.	ג.כ.ד	מתור
5	4	5
נהדורה	תאריך	מט' נישא
14.7.08		

2020MATAS/MATAS11.JULI 08

תפוצה

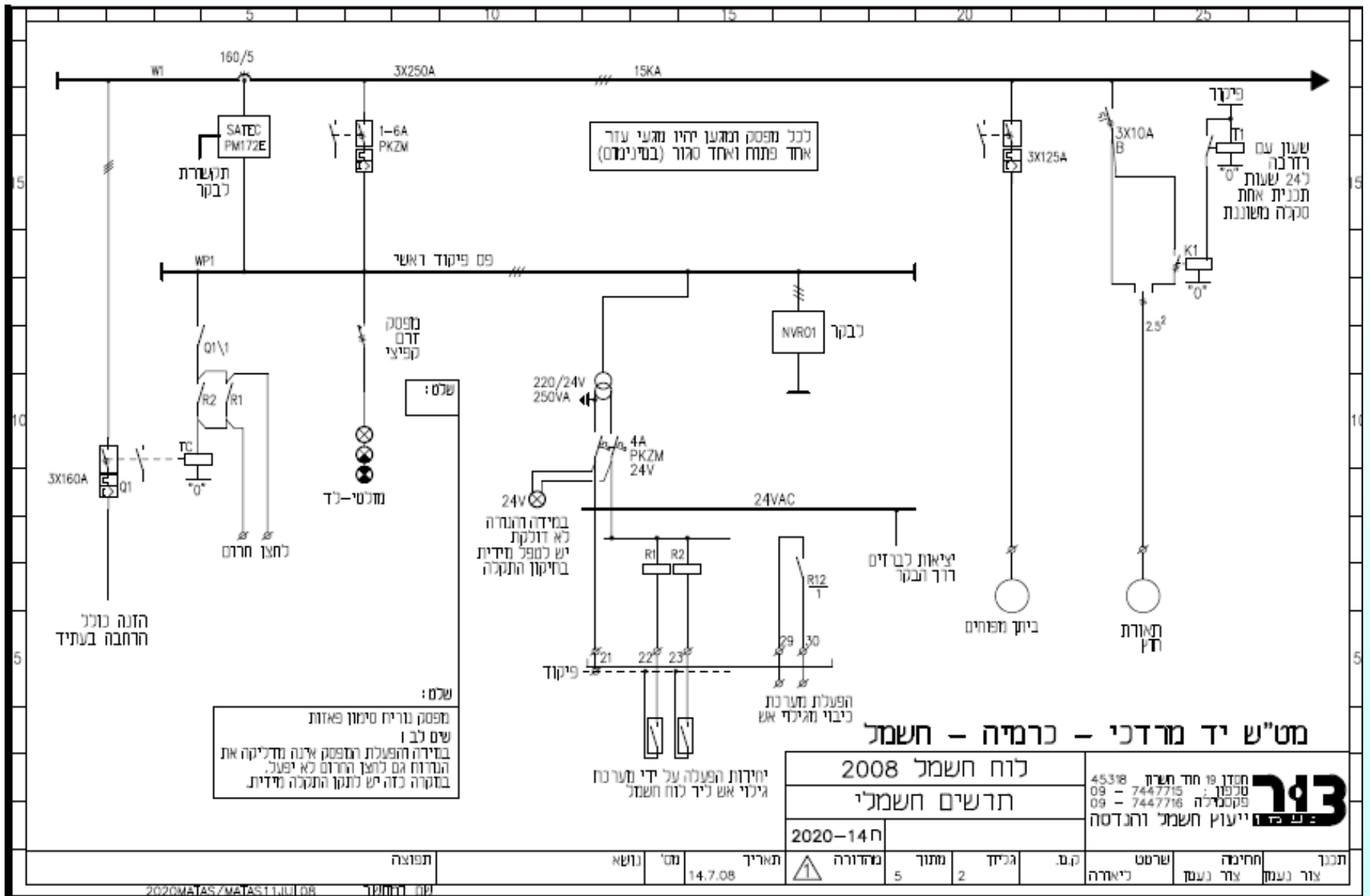
מראה פתוח  
קניז 1:20



מט"ש יד מודכי - כרמיה - חשמל

לוח מפוחים		
מראה		
2020-15ח	מספר	מסדן 19 חוד חשון 45318 טלפון : 09 - 7447715 פקס/טל 09 - 7447716
תפוצה	מט' נשא	תכנון
	14.7.08	צור נעמן
		צור נעמן
		שרטט
		כיארדה
		חחיכה
		צור נעמן
		ק.מ
		1:20
		גניז
		1
		מתור
		4
		מחזור
		4
		מחזור
		4

2020M1AS/M2AS11.JUL08



ככל שמפסק תמוגן יהיו נוהגי עזר  
אחד פתוח ואחד סגור (בטיינרס)

פיקוד  
שעת עם  
רדד כנה  
24 שעות  
תכנית אחת  
סקלה משוננת

24V  
במידה הנעודה  
לא דולקת  
יש להפוך מידית  
בתיקון התקנה

מט"ש יד מרדכי - כרמיה - השמל

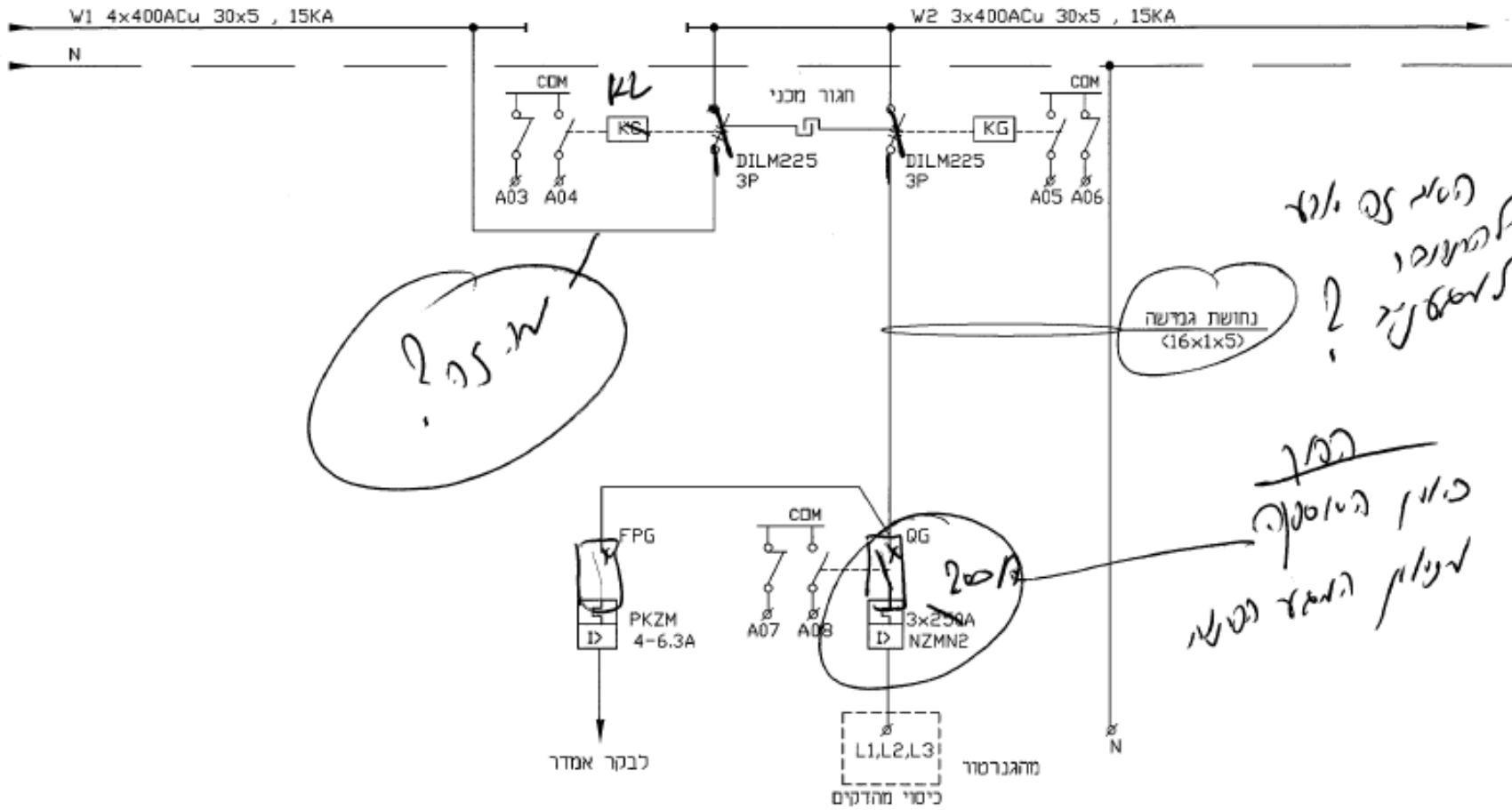
לוח השמל 2008
תרשים השמלי
ח-14-2020

הנדסן ת. חור השרון 45318  
 09 - 7447715  
 09 - 7447716  
 פקס  
 : 7447716  
 ייעוץ חשמל והנדסה

תכנון	צור נעמן	חתימה	צור נעמן	שרטט	י.אברהם	ק.ט.	ג.חיד	מס.ק.	2	מס.ק.	5	מס.ק.	5	מס.ק.	14.7.08	תאריך	מט	נשא	תפוצה
-------	----------	-------	----------	------	---------	------	-------	-------	---	-------	---	-------	---	-------	---------	-------	----	-----	-------

2020MATAS ZMATA51.1.01.08 ח.פ. החתום

## להלן דוגמא של הערות שנשלחו ליצרן לוחות

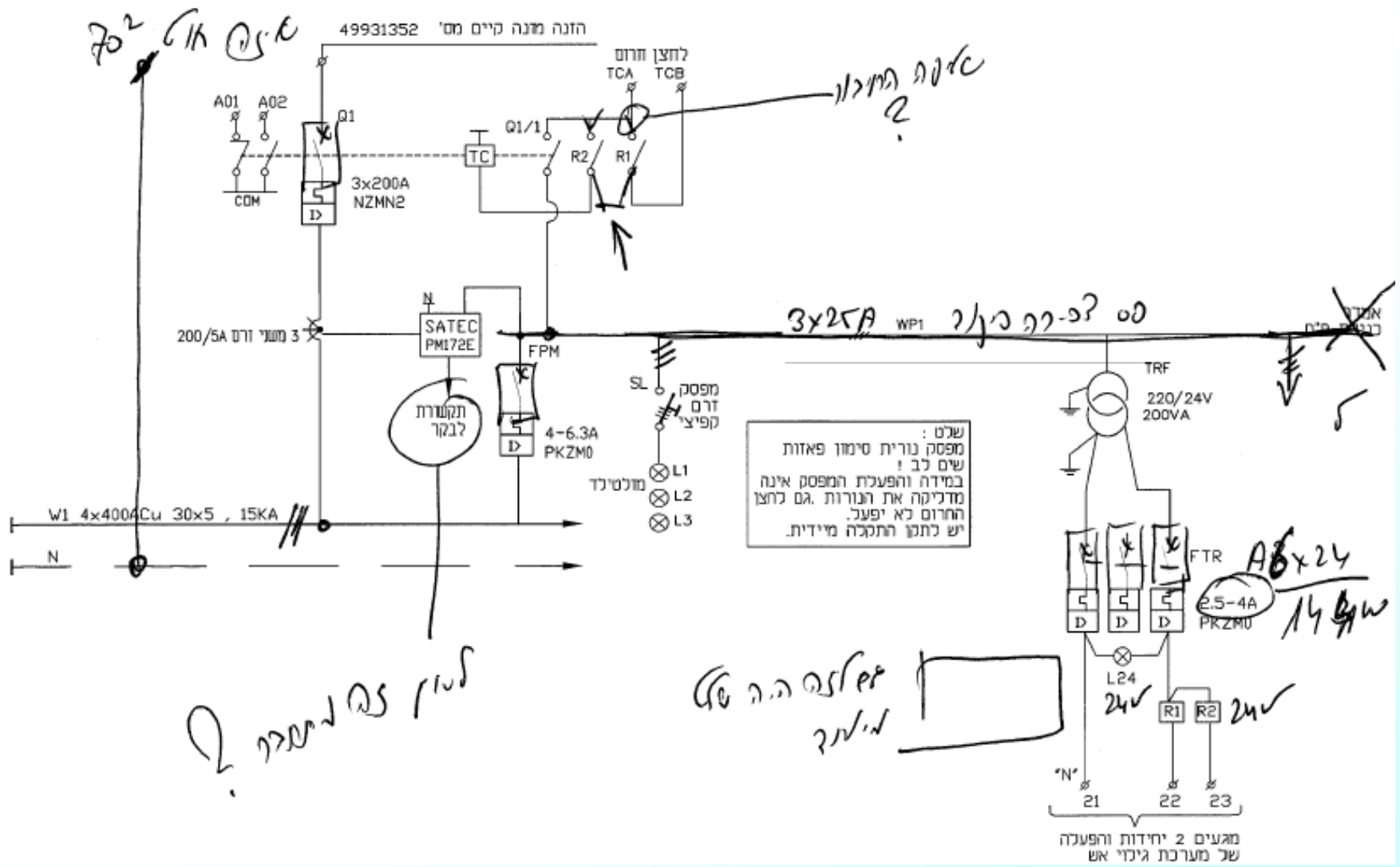


2.05.20

נחושית גודשה  
(16x1x5)

הטל 50 יולי  
קמתיו  
5 אפריל ?

כפר  
כיוון הוואטקה  
לעיון הריבוי בעלי





**ויש עוד סימון חשוב.**

**סימוני בטיחות באביזרי חשמל.**

**IPXX**

**סימון זה מראה**

**ב X הראשון את ההגנה בפני הכנסת גופים מוצקים  
וב X השני את ההגנה מפני כניסת מים בעוצמות שונות**

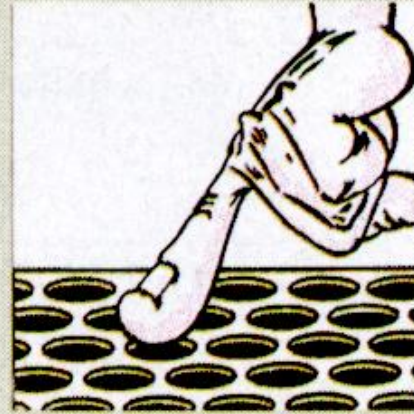
**ותראו את ההדמיות:**



IP 0X



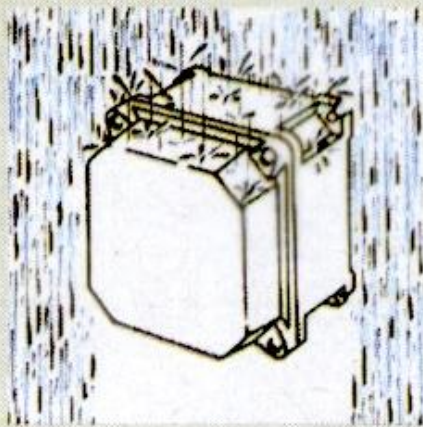
IP 1X



IP 2X



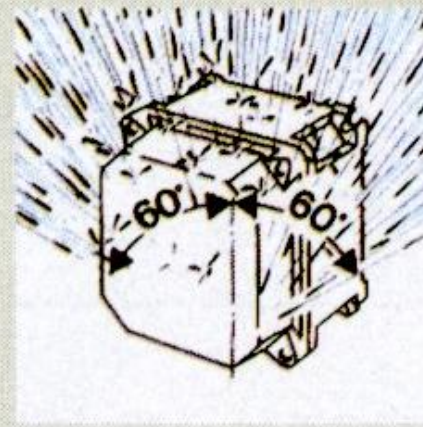
IP 3X



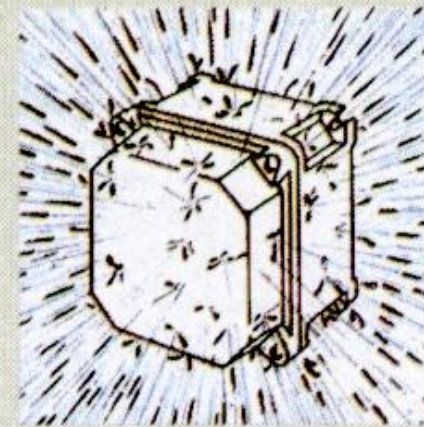
IP X0



IP X2



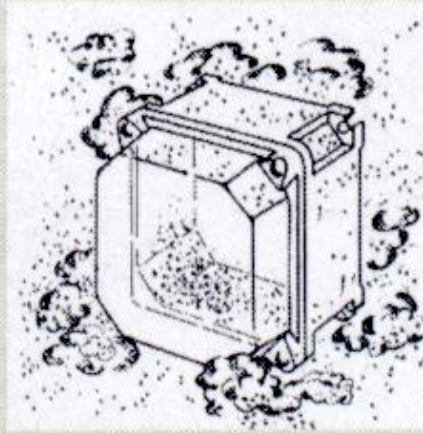
IP X3



IP X4



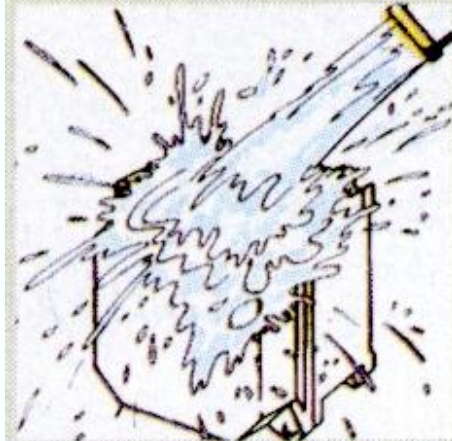
**IP 4X**



**IP 5X**



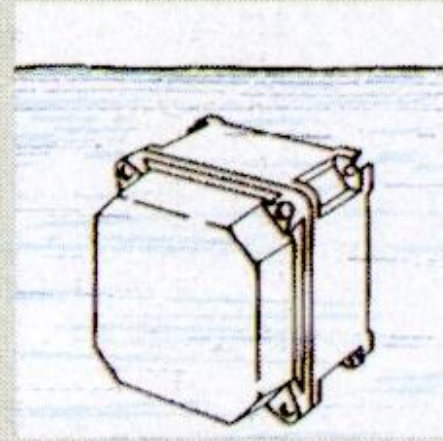
**IP 6X**



**IP X5**



**IP X6**



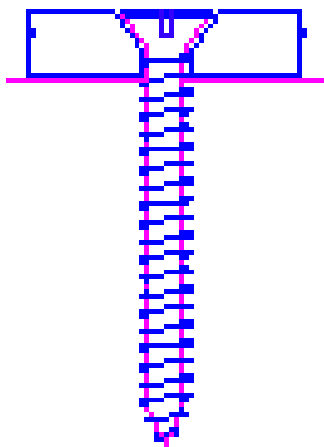
**IP X7**

## עוד דוגמא לאיכות עבודה

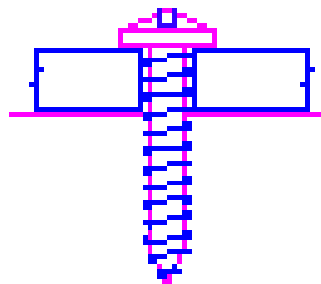
על צורת ההתקנה נדבר הרבה כי את זה אף אחד לא עושה יפה ונכון.

## פרט לשימוש בברגים טיפוסיים בהתאם למקום התקנתם

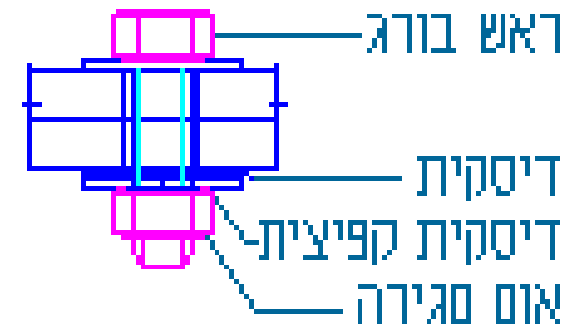
בורג ראש קוני



בורג ראש עגול



בורג עם אום



### הערה:

1. על הקבלן להקפיד על שימוש נכון בסוג ראש הבורג שמתאים למקום ההתקנה.
2. דפנות דקים יתסכו בדיסקים מתאימים לקוטר הבורג.
3. ברגים ותותבים יותאמו באחריות הקבלן לעומס המוטל עליהם.



**תודה על תשומת הלב,  
אנחנו מחכים להרבה חברות  
שיודעות לייצר לוחות ולא רק  
לדבר על כך,  
סטנדרטיזציה תעזור לכולכם**

