

# אוניברסיטת תל אביב

מכרז לביצוע "קיוסק" עבור שנאי ולוח מ.ג.

לבניין לורי לוקי ועזריאלי באוניברסיטת תל אביב

נערך ע"י משרד:

משרד סמו הנדסת חשמל בע"מ

רח' הבונים 1

רמת-גן 52462

טלפון: 03-6134177

מס' העבודה במשרד: UN-064

תאריך עריכה: מאי 2021

=====

העבודה במסגרת מכרז זה כוללת גם את כל המפורט להלן:

- א. מבנה "קיוסק" – מכולה יבילה עבור לוח מ.ג, שנאי 1250KVA ולוח ראשי מ.ג.
- ב. אספקה והתקנת לוח ראשי מ.ג.
- ג. אספקה והתקנת שנאי שמן אטום להספק 1250KVA.
- ד. חיבור כבלי מ.ג. קיימים מבניין מנהלה ישן ובניין גילמן ללוח מ.ג. חדש.
- ה. אספקה והתקנת לוח ראשי מ.ג. חדש.
- ו. אינסטלציה חשמלית למאור, כוח וגילוי אש לחדרי חשמל.
- ז. הארקות והגנות.
- ח. העברת ביקורות של כל הרשויות המוסמכות לרבות בודק חשמל מוסמך שיוזמן ע"י האוניברסיטה, מכון התקנים, מכבי אש וכו'.

### פרק 08 - עבודות חשמל

#### 08.01 כללי

- 08.1.01 המתקן יבוצע בהתאם למפרט זה, לתוכניות המצורפות, לתקן הישראלי, המפרט הכללי למתקני חשמל אשר סימולו "08", של הועדה הבין-משרדית הוצאת ההוצאה לאור של משרד הבטחון. וכן חוקים ותקנות של משרדי הממשלה, חברת החשמל, חב' בזק מפקדת הג"א והוראות המתכנן והמפקח.
- 08.1.02 לפני ביצוע חפירות וחציבות, על הקבלן לוודא שאין כל צנרת, כבלים ו/או חומרים ומוצרים אחרים העלולים להפגע ע"י עבודתו ולקבל אישור מהנדס האוניברסיטה.
- 08.1.03 העבודה תבוצע ברמה מקצועית גבוהה ע"י בעלי מקצוע מומחים העוסקים בקביעות במקצועם. לפני ביצוע העבודה הלכה למעשה יבקר הקבלן במקום ויתאים ויאתר את כל המידות ומקומות החיבור של המתקנים השונים. בכל מקרה של חוסר התאמה, יודיע למפקח ולמתכנן החשמל. לפני הגשת הצעתו יסייר הקבלן באתרים הקשורים בעבודה כדי ללמוד במקום את התנאים המיוחדים למקום העבודה.
- 08.1.04 כל החומרים שיסופקו יהיו מסוג משובח ביותר. הקבלן ישתמש בחומרים ואביזרים המאושרים ע"י התקן הישראלי ובאין כזה - באלה המאושרים ע"י מכון תקינה מורשה. המתכנן והמפקח רשאים לדרוש אישור של מכון התקנים על כל פריט או יחידה של החומר ו/או הציוד. על הקבלן להגיש למתכנן דוגמאות של כל החומרים והאביזרים ויתר חלקי המתקן לשם אישורם בכתב, לפני ביצוע העבודה ובעוד מועד, על מנת שיהיה מספיק זמן כדי לייצרם לאחר ביצוע השינויים בהתאם לדרישות המתכנן והמפקח במידה והיה כאלה. אך בכל מקרה, הצגת הדוגמאות לא מאוחר יותר מאשר 2 שבועות מיום חתימת החוזה או קבלת הוראה להתחלת העבודה. רואים כל ציון מפורש של מוצר ספציפי במסמך זה כאילו צויין לצידו לרבות שווה ערך מאושר. קביעת היות מוצר "שווה ערך" (ש"ע) תהיה נתונה להחלטת המתכנן ו/או המפקח וקביעתו סופית.
- 08.1.05 לאחר השלמת העבודה ימסור הקבלן את המתקן לבדיקה ולאישור ע"י בודק מוסמך מאושר ע"י האוניברסיטה וע"י המהנדס המתכנן. על הקבלן להזמין את הבדיקה בעוד מועד והאוניברסיטה תישא בהוצאות הבדיקה ע"י בודק מוסמך. תנאי לביקורת סופית של המתקן ע"י המתכנן הינו מסירת אישור בודק מוסמך על כך שהמתקן עבר בקורת של המהנדס הבודק ללא הסתייגויות מצידו.

אין לחבר חשמל למתקן החשמל וללוחות החשמל לפני בדיקת בודק חשמל מוסמך.

08.1.06 הקבלן אחראי על טיב העבודות והחומרים ופעילותו התקינה של המתקן והציוד, למשך שנתיים מיום אישור המתקן וקבלתו ע"י המהנדס המפקח ללא הסתייגויות. במשך תקופת האחריות על הקבלן לתקן כל עבודה לקויה ולהחליף כל חומר ו/או ציוד פגום על חשבונו, פרט למקרה של ליקויים כתוצאה משימוש לא נכון או נזק בזדון מצד המשתמשים במתקן.

#### 08.1.07 עדיפות בין מסמכים

בכל מקרה של סתירה ו/או אי התאמה ו/או דו משמעות ו/או פירוש שונה מהתיאורים והדרישות במסמכים שונים שבמכרז זה. חייב הקבלן להסב את תשומת לבו של המתכנן או המפקח לפני הגשת ההצעה ו/או ביצועה של עבודה כל שהיא ולקבל את הוראות המתכנן או המפקח בכתב לדרך בה עליו לנהוג. לצרכי הביצוע, בהעדר הוראה מפורשת אחרת, יחושב סדר העדיפויות כדלקמן: תוכניות, כתב-כמויות, מפרט טכני מיוחד, מפרט כללי למתקני חשמל "08", תקנות ותקנים. (המוקדם עדיף על המאוחר).

#### 08.02 מפרט טכני מיוחד למתקני חשמל

##### 08.2.1 תוספת 1

השלמה למפרט הסטנדרטי שסימולו "08" כמפורט לעיל, על הקבלן לדאוג לכל ההכנות הדרושות עבור צנרת וקווי חשמל, כך שעבודתו לא תפגע מכל בחינה שהיא מעבודות אחרות המתבצעות באתר. הקבלן יקפיד על אסתטיות של עבודות הגמר כדי שלא יבוצעו לאחר מכן תיקונים.

08.2.2 לוחות החשמל יבנו לפי תקן ישראלי ללוחות חשמל מס' 60439, ויצרן הלוחות יהיה בעל הסמכה של מכון התקנים לת"י 9001-2008.

##### 08.2.3 לוחות חשמל

###### 1. כללי

1. פרק זה מהווה מפרט טכני ואפיון לאספקת והתקנת לוחות החשמל בבנין.

2. הלוחות יכללו תאים בכמות מספקת למילוי כל הדרישות שבתוכניות עם רזרבה של לפחות 30 אחוז מעל המצוין בתוכניות גם כמקום שמור.

###### 2. דרישות מהיצרן

1. על היצרן להיות תחת ביקורת שוטפת של המחלקה לבקרת איכות של מכון התקנים הישראלי. על היצרן להציג דו"ח בדיקה אחרון של המחלקה הנ"ל שלא מוקדם יותר מ- 6 חודשים לפני מועד פתיחת המכרז. בניית הלוחות תבוצע בהתאם לתקן ישראלי 60439. יצרן הלוחות יהיה בעל הסמכה של מכון התקנים, ת"י 9001-2008.

2. הלוח ייבנה בשיטת ייצור סטנדרטית, זאת אומרת שליצרן יש ספרות בה מגודרת השיטה בה הוא מייצר את הלוחות, לרבות פרטים ומידות סטנדרטיים. שיטת חיבור פסי הצבירה של האביזר, שיטת התקנה מכנית של האביזר, סידור האביזרים בתוך הפנלים הסטנדרטיים בהתאם לגודל הפיזי והזרם הנומינלי שלהם, שיטת הרחבת הלוח בעתיד.
- שיטת ייצור הלוחות תהיה כדוגמת ABB ו/או "שניידר" ו/או "מולר", ו/או "סימנס", ו/או LUGSTROP.
- היצרן יציג מסמכים המאמתים כי שיטת הייצור מאושרת ע"י מכון תקינה בינלאומי מוכר וכי אב טיפוס של הלוח עומד בתקנים (Type Tested).
3. על היצרן להגיש למפקח לפני הייצור, תכניות ייצור מפורטות הכוללות פרטים מזהים ומדויקים לכל האביזרים. התכניות תהיינה בקנה מידה שאינו קטן מ - 1:10. התכניות יוגשו במפרט סטנדרטי לפי הגדלים המוגדרים בתקן הישראלי. שיטת הסימון בתכניות תהיה לפי תקן ישראלי או VDE או IEC. התכניות יכללו מראה פני לוח עם דלתות סגורות, ובתכנית נפרדת מראה פני לוח ללא דלתות. התכניות יכללו רשימת אביזרים מלאה הכוללת שם היצרן, הדגם ונתונים טכניים נוספים הדרושים להגדרה מלאה של אביזר.
- בתוכניות תוגדר רמת האטימות של הלוח שלא תפחת מ- IP-54 לפי תקן ישראלי 981. על התוכניות לכלול מפרט הצביעה של הלוח כולל הגוון המוצע.
4. בתוכניות פיקוד חייבת להיות שיטת סימון מפורטת המגדירה את כל נקודות החיבור ומספרת אותן, או כל שיטה אחרת קריאה ומובנת, באישור המתכנן.
5. על היצרן לבדוק המבנה ולוודא שמידות הלוח מתאימות למיקום במבנה ולהתאים חלקי הלוח כך שיהיה ניתן להכניסם למקומם במבנה.
6. חתך פסי הצבירה והמרחקים בין המבודדים יקבעו על ידי היצרן בהתאם ל-2 קריטריונים - טבלאות, חתכי פס צבירה וסידורים במרחב כפונקציה לזרם עבודה וטמפרטורת סביבה. הטבלאות יהיו של היצרן המקורי המספק את ההיתר ליצרן הישראלי או לפי תקן דין 43671. טבלאות או חישוב המרחקים בין המבודדים המחזיקים את הפסים כפונקציה של זרם קצר, יהיו מתאימות לציוד שהיצרן משתמש בו. יש להגיש חישובי עמידות של הלוח ופסי הצבירה בזרמי הקצר המוגדרים בחוזה. פסי צבירה לזרמים קטנים יותקנו על מחזקים שעוטפים אותם.
7. כל המבדדים ופסי הצבירה שיתרו לשימוש ישאו תו תקן בינלאומי והיה כדוגמת "LUGSTROP" או "מולר" או "ABB", או "סימנס" או ש"ע מאושר.

### 3. שיטת הייצור

1. הלוחות יבנו בשיטת מודולרית כולל אביזרי הרכבה מודולרים המאפשרים הוספת ציוד נוסף ללא קושי. התאים יהיו פרופילים פנימיים עם חורים המתאימים לבניה מודולרית.
2. הסתעפויות מפסי צבירה יהיו באמצעות מחברים אורגניליים או על ידי ברגים, על פי תכנון סטנדרטי הקיים אצל היצרן, וספק פסי הצבירה.
3. על יצרן הלוחות להכין הכנות מתאימות לחיבור כל כבלי היציאה והכניסה לפי המפורט בתכניות (כמות, סוג וחתך הכבלים) כדוגמת פסי צבירה או מהדקים מיוחדים ILSCO, או פסי צבירה. כמו כן יכין יצרן הלוח הכנות מתאימות לכניסת הכבלים למעלה או מלמטה בהתאם למקרה (כגון נפח לכניסת הכבלים, פסי חיזוק מתאימים וכד') - היצרן יציג זאת בתוכניות שיגיש לאישור.
4. לא יהיה מצב של צורך פתיחת פנל או דלת יהיה צורך לפרק ידית של מפסק או אביזר גמר.
5. בלוחות יהיו חיזוקים פנימיים למוליכים בינם לבין עצמם וכן אל גוף הלוח. ליצרן יהיו טבלאות או רשימות כיצד לבצע חיזוקים אלו, בהתחשב בזרמי הקצר המוגדים בתוכניות.
6. אלמנטים המורכבים בלוחות יחזקו כך שניתן יהיה לפרקם או להרכיבם ללא צורך להחזיק אומים או אמצעי חיזוק אחרים מצד אחורי.
7. יש לבנות הלוחות כך שמרחק החלקים החיים מהחזית לא יעלה על 60 ס"מ.
8. הלוחות יבנו מפח דקופירט בעובי 2 מ"מ להעמדה על הרצפה בחלקים שאורכם 1.2 מ' לכל היותר (2 תאים בכל פעם), עם דלתות מלפנים לכל הסגרים יותקנו ידיות קבועות מצופות ניקל עם בריח עליון ותחתון. בבסיס הלוח תותקן מסגרת מפרופיל מקצועי UNP10.
9. חריצי אוורור במידה ויידרשו יותקנו בתחתית הלוח ותעלת אוורור בחלקו העליון, הלוח יבנה לטמפ' סביבה של  $50^{\circ} +$  עד  $5^{\circ} -$  צלסיוס. החריצים יכוסו בפילטרים ואמצעי אטימה ל- IP 54.
10. פסי צבירה יהיו מנחושת אלקטרוליטית, בלתי צבועה, הפסים הראשיים וגם בהסתעפויות למפסקי הזרם יבודדו לכל אורכם בשרוולים פלסטיים המתכווצים בחום. יש לסדר את פסי הצבירה באופן שניתן יהיה למדוד את הזרם בפאזות השונות בכל הפסים ע"י אמפרמטר - צבת וכן יש לזהות את הפסים.
11. הלוחות ופסי הצבירה יחושבו לזרם קצר סימטרי כמפורט בתוכניות. יש להגיש חישובי עמידות של הלוח בכוחות אלקטרו דינמיים וטרמיים של הקצר הצפוי, ערוכים לפי "שניידר", או "ABB", או "מולר".

12. בחזית הלוחות תבוצע דיאגרמת מימיק בצבע אדום או שחור מפסים בעובי 3 מ"מ מחוברים ע"י ברגים. הפסים יהיו מאלומיניום אנודיזי בצבע שחור.
13. הלוח יצויד במערכת גילוי וכיבוי אש אוטומטית.
14. כל מגעי העזר יש להוציא לסרגל מהדקים, לחיווט הפקוד יהיו שרוולים ממוספרים בכל קצותיו, מהדקי הפקוד ירוכזו לפי הכבלים המתחברים ללוחות.
15. כניסות ויציאות לכבלים יש לתאם באתר לפני הביצוע עם המתקן הפנימי.
16. צבע הלוחות יהיה סופי בפנים ובחוץ בצביעה אלקטרוסטטית.
17. הקבלן יגיש לאישור המזמין תכנית מראה הלוחות, תכניות עקרוניות, תכניות פקוד עם מספור מוליכים, מספור מגעים, זיהוי מקום במגעים וכד'. תכניות סרגלי מהדקים שונים, רשימת ציוד במגעים וכד'. תכניות סרגלי מהדקים שונים, רשימת ציוד שמותקן בלוחות עם ציון מספר יצרן קטלוגי של כל פריט ופריט בלוחות וכן קטלוגים של הציוד המוצע.
18. ידיות של מ"ז שיבלטו על חזית הלוח יחוברו באמצעות מצמדים.
19. למפסיקי זרם יותקנו לשוניות פסים לשם חיבור כבלים וכן יותקנו מחברים מסוג ILSCO לחיבור ללא נעלי כבל.
20. כל מכשירי המדידה יותקנו על פנל בחלקו העליון של הלוח, כאשר פנל זה יפתח בצורת דלת בנפרד משאר הלוח.
21. ציוד נושא מתח של 50 וולט ומעלה המורכב על הדלת, יוגן בפני מגע מקרי - כך שבשום פנים ואופן לא יהיה ניתן להשחיל אצבע לכל חלק נושא מתח.
22. הלוח יבנה מתאים נפרדים ומבודדים עם מחיצות פח מלאות 2 מ"מ עובי לפחות בצורה שתמנע העברת קצר, שריפה ו/או כל תקלה אחרת מתא אחד למשנהו. כמו כן, יש להקפיד על כך שרכיבי הציוד ימוקמו בתאים כך שהפגיעה באחד מהם לא תשתק יותר ממקור הזנה אחד, אשר אליו שייך הרכיב הנפגע. מחיצות ההפרדה תותקנה בין כל תא ותא ללא יוצא מן הכלל.
23. תותקן מחיצת מתכת להפרדה בין אביזרי וחוטי פיקוד לבין פסי צבירה ואביזרי כח להגנה בפני קשתות שריפה וכו'. וכן תהיינה מחיצות פח מלאות בין סוגי מתחים שונים.
24. בתא הכניסה ללוח על גבי הצד הפנימי של הלוח יורכב נרתיק קשיח שבו יוכנסו התכניות השייכות ללוח. על גבי דלת תא זה יהיה שלט "מאחורי דלת זו ישנו נרתיק עם תכניות".

#### 4. התאמה לתנאים

הלוח יתאים לתנאים כדלקמן:

1. מתח 400 וולט.
2. פסי הצבירה יתאימו לזרם קצר אפקטיבי סימטרי כמפורט בתוכניות.
3. מערכת פסי הצבירה תתאים לזרם המצוין בתוכניות. כאשר חתך פס האפס יהיה זהה לחתך פס הפאזות.
4. טמפרטורת הסביבה:  $50^{\circ} + 5^{\circ}$  -.
5. לחות יחסית: עד 80%.
6. אביזרי הלוח יהיו מיועדים לעבוד בטמפרטורה של  $60^{\circ} C +$  (הטמפ' החזויה בחלל הפנימי של הלוח).

## 5. ציוד

כל הציוד שיוקן יהיה מתוצרת כמוגדר בתוכניות ובכתב הכמויות ובכל מקרה כל אביזר שינתן בלוח חייב להיות בעל תו תקן של אחד או יותר מהתקנים הבאים: UL, I.E.C, VDE.  
הציוד התלת פאזי יתאים לעבודה במתח 500 וולט לפחות וציוד חד פאזי יתאים לעבודה במתח 250 וולט לפחות. ציוד המיועד ללוחות DC יתאים לעבודה במתחים אלו ועל היצרן יהיה להוכיח זאת במסמכים של ספק הציוד.

### 5.1 מפסקים אוטומטיים זעירים (מא"ז)

המפסקים יהיו מתוצרת סימנס דגם 5SX או שניידר או ABB בעלי אופיינים B/C לפי דרישה מותאמים להתקנה על מסילה (כושר ניתוק 10KA לפי תקן 60898 כולל תו תקן VDE).

### 5.2 מפסקים אוטומטיים מגנטיים תרמיים (מאמ"תים) - יהיו

מתוצרת סימנס או שניידר (כדגם NSX) או סאצ'ה. הגנות מגנטיות וטרמיות ניתנים לכוון, ויתאימו לטמפ' סביבה של 40 מעלות צלסיוס, כמו כן יכללו ידיות מצמד ומגעי עזר. הגנות יהיו אלקטרוניות למפסקים החל מ - 250A.

הערה: מפסקי אוויר יהיו מתוצרת MEGAMAX

SACE או שניידר, הכוללים הגנות ממוחשבות ותצוגה.

### 5.3 מגענים ומתנעים

מגענים יהיו מתוצרת סימנס או טלמכניק, בעלי אופיין AC3 -3 מיליון פעולות, יכללו מגעי עזר בכמות הדרושה ויסווגו לפי הספק או זרם.

### 5.4 ממסרי פיקוד שקע-תקע

הממסרים יהיו מתוצרת רלקו או אומרון או איזומי, נשלפים, כולל 6 מגעים 3 פתוחים ו - 3 סגורים נפרדים כל אחד ל - 6 מיליון פעולות.

### 5.5 ממסרי זרם פחת לאדמה

הממסרים יהיו מתוצרת "סימנס" או "שניידר" או "ABB" כולל תו תקן VDE.

ממסרי הפחת יהיו מסוג A, המתאימים לטכנולוגיה חדשה.

#### 5.6 מפסקי פקט לפיקוד

המפסקים יהיו מתוצרת ברטר וכוללים ידיות מצמד ורוזטות חרוטות.

#### 5.7 לחצנים

לחצנים יהיו עגולים בקוטר 22.5 מ"מ בעלי דרגת אטימות IP55 מתוצרת מולר, טלמכניק, ברטר, המגיעים יהיו ל- 10 אמפר. הדקי החיבור של הלחצנים יהיו מושקעים לפי דרישת התקן האירופי.

#### 5.8 מנורות סימון

מנורות הסימון תהיינה מסוג "LED" למתח נמוך 230/24V או 230/6 V, כולל נורה ל - MA 18 מתוצאת טלמכניק.

#### 5.9 נתיכי HRC (מנתקי נתיכים)

הנתיכים יהיו ע"י ידית שליפה משותפת ובעלי תאי כיבוי קשת, מתוצרת סימנס או ז'אן מילר.

#### 5.10 מכשירי מדידה

רב מודד מתוצרת SATEC מדגמים המפורטים בתכנית יותקן בכל לוח ראשי וכפי שיידרש כולל חיבור IP/TCP.

5.11 מתמרי זרם, מתח הספק וכו' - מתוצרת RIS או קמיל בואר.

5.12 שנאי זרם יהיו 15 KVA ולזרם משני 5A - 0 דיוק 1 CLASS ורמת בידוד ל - 1000V. בכל יחידה יותקנו מהדקי זרם.

### 6. מהדקים

1. כל החיבורים בין כבלי/גידי פיקוד לבין הציוד יבוצעו דרך מהדקים.
2. המהדקים יהיו קפיציים על מסילה, ניתנים לפרוק כל אחד בנפרד (ללא צורך בפירוק מהדקים סמוכים), דוגמת SAK תוצרת "וודמילר". החיבור למהדק יתבצע על ידי פחית מצופה ניקל, כסף או אבץ (ולא על ידי בורג) כדי לשמור על הגיד.
3. המהדקים יהיו עם סימניות אורגינליות לסימון מספר הסרגל ומספר המהדק.
4. המהדקים יתאימו לחיווט גידים 4 מ"מ לפחות.
5. מהדקי הזרם יהיו עם אלמנט אינטגרלי שיאפשר קיצור סלילי הזרם או פתיחתם.
6. המהדקים ירוכזו בקבוצות לפי הכבלים המיועדים להתחבר אליהם.



**7. גידים**

1. כל הגידים של מעגלי הפיקוד יהיו גמישים וצבעוניים אשר יקלו על זיהויים (בנוסף לסימונים בקצותיהם).
2. הגידים יהיו בעלי בידוד עמיד בטמפרטורה של  $90^{\circ} \text{C}$ .
3. שטח החתך המינימלי יהיה 1.5 מ"מ<sup>2</sup>.
4. במעגלי המתח יקפיד הקבלן להשתמש בגידים בצבעים על פי תקן.
5. החיבורים של הגידים למהדקים או לציוד יהיה באמצעות סופיות מיוחדות המתאימות לציוד (שרוולי לחיצה, נעלי כבל), אשר יורכבו על ידי מכשירי לחיצה מיוחדים מתאימים.

**8. שילוט וסימון**

כלול במחיר הלוחות:

1. שלטי סימון יהיו כתובים בשפה העברית, שלטי סימון יהיו מסנדביץ' בקליט ובצבעים שיסוכמו עם המתכנן.
2. שלטי סימון יחזקו ללוח על ידי ברגים, או ניטים פלסטיים ולא ע"י הדבקה.
3. כל אביזר בלוח יזוהה על ידי שלט סימון נפרד מסנדביץ', כולל תפקוד האביזר בקיצור. שילוט יהיה גם לאביזרים פנימיים בתוך הלוח וכן לאביזרים חיצוניים בצד הפנימי והחיצוני.
4. נוסח ומיקום שלטי הסימון יאושרו על ידי המזמין אשר יהיה רשאי לדרוש שלטים נוספים בכל כמות הדרושה לדעתו לקיום דרישות מפרט זה ולהבטחת פעולתו ואחזקתו התקינה של הלוח.
5. קצות מוליכי הפיקוד והכח יסומנו ב - 2 קצותיהם בטבעת פלסטית המולבשת ומהודקת על המוליך עם מספר חרוט עליה. שיהיה זהה לזה המסומן בתכניות החיבורים.
6. סרגלי המהדקים יסומנו גם הם על ידי שלט עם מספר חרוט שגם הוא יתאים למסומן בתכניות החיבורים.
7. מספור קצוות המוליכים המתחברים לממסרים או ליחידות.
8. לצד הלוח תמוקם תוכנית A0 חד קווית של מערך החשמל.
9. מצב המפסקים הראשיים יסומן על ידי מראה מצב אלקטרומגנטיים.

**9. גילוי וכיבוי אש בלוחות**

בלוחות תותקן מערכת לגילוי וכיבוי אש אוטומטית (ע"י קבלן גילוי אש).

על היצרן להכין פתחים מתאימים להתקנת ציוד הגילוי ואביזרי הכיבוי וכן פלטות פח לסגירת הפתחים אשר מורכבות ומתפרקות מבחוץ (עם צירים) וכמו כן לתאם עבודתו זו עם המבצע.

### 10. תכניות וביצוע הלוחות

1. התכניות של לוחות החשמל הראשיים ושאר לוחות החשמל הינן מדריכות ומנחות בלבד, אך ההגדרות והתיאורים שבהן מהווים השלמה למפרט זה והם מחייבים כאילו נרשמו במפרט עצמו. הלוחות יתוכננו ויבנו בהתאם לתרשים חד - קווי להזרמת האנרגיה שבתכנית הנ"ל.
2. על היצרן להכין ולמסור למזמין לאישור את המסמכים המפורטים להלן:
  - תכנית סכמטית של תזרים האנרגיה על כל מכשירי המיתוג והמדידה.
  - תכנית רעיונית מפורטת שתגדיר חד משמעית את ביצוע הלוחות בכל מצב אפשרי של הזנות ומצב מפסקים לכח ומפסקים ובוררים לפיקוד.
  - שרטוט מפורט של מבני הלוחות כולל מקום רכיבים עיקריים ומבט על חזית הלוח, חתכים בתאים שונים עפ"י דרישת המתכנן.
  - תוכניות פיקוד מפורטות לכל מערכת האוטומציה של הגנרטור וכו', כולל דגמי ציוד.
  - הסבר טכני מפורט של פעולת כל המערכות לפיקוד ובקרה.
  - לוח זמנים לביצוע בהתייחס למועדי הזמנה ומועדי אישורים שחובת המצאתם חלה על המזמין.
  - מפרטי ייצור מלאים של הלוח.
3. על היצרן להכין תכניות מפורטות לייצור הלוחות והמערכות השונות המורכבות בהם. לתכניות אלו יצרף היצרן הסברים בכתב ומסמכים אחרים הדרושים להבנתן ולהגדרתן החד משמעית. על היצרן להגיש למזמין לבדיקה ואישור את התכניות והמסמכים הנ"ל במועד שנקבע בלוח הזמנים לביצוע. המזמין יהיה רשאי להורות על ביצוע שינויים, תיקונים ותוספות בתכניות הנ"ל ובמידה ולא יתבססו על דרישות מפרט זה יהיה היצרן חייב לבצעם ללא כל תשלום נוסף.
4. כל התכניות והמסמכים הנזכרים בסעיף זה או המשתמעים ממנו לאחר שיאושרו על ידי המזמין/המפקח, יהוו חלק בלתי נפרד של מפרט זה.
5. היצרן ישא באחריות מלאה ובלעדית לטיב התכנון. אישור התכניות ע"י המזמין/המפקח לא יפטור את היצרן מאחריותו לשגיאות ו/או ליקויים אחרים העלולים להתגלות מאוחר יותר. כל נזק הכרוך בליקויי התכנון ו/או הנובע מהם ומונע הפעלת הלוחות בהתאם לתנאים ודרישות של מסמך זה יתוקן על ידי היצרן ועל חשבוננו.

6. הלוחות יבוצעו בהתאם לתכניות המאושרות הנ"ל ועל כל שינוי מהתכניות המאושרות יש לקבל מראש אישור בכתב מאת המתכנן.
7. על היצרן לקחת בחשבון שעבודת ההתקנה עשויה להתבצע בשלבים כפי שיקבע וכי המזמין יהיה רשאי לקבוע סדר קדימויות בכל שלב ושלב. הביצוע בשלבים ולפי קדימויות ולא יזכה את היצרן בתוספת תשלום ולא ישמש עילה להארכת תקופת הביצוע.

#### 11. היקף העבודה לביצוע לוחות החשמל

1. מבחני קבלה סופיים: מבחני הקבלה במפעל אינם סופיים ואינם מחייבים את המזמין, המזמין רשאי לדרוש התאמת הלוח למפרט זה ובכלל זה ביצוע עבודות ושינויים הדרושים לכך גם אם במפעל לא נדרש הדבר, והיצרן יהיה חייב לבצעם ללא כל תשלום נוסף. מבחני הקבלה הסופיים יכללו בדיקת התאמת הלוחות לתקנים הישראליים, הבינלאומיים, ל"מפרט הכללי" ולדרישות מפרט זה ויתר המסמכים והתכניות המהווים חלק בלתי נפרד ממכרז זה.
2. הדרכה: היצרן יעביר הדרכה להכרת הלוחות ומערכתיהם. במסגרתה יודרכו המפעילים בתפעול ובאיתור תקלות לצורך הבנה מלאה של פעולות הציוד ולצורך אחזקה נוספת. ההדרכה תערך במפעל היצרן ובאתר במשך יומיים להכרת הלוחות.
3. אחריות: היצרן יהיה אחראי אחריות מלאה לפעולתם התקינה של הלוחות ולכל פריטי הציוד, החומרים והעבודות שסופקו על ידו. אחריות זו תימשך 24 חודש מיום המסירה הסופית של העבודה כולה.
- בתוך תקופת האחריות יהיה היצרן חייב להופיע באתר מיידית, לצורך תיקון התקלה, ולא יאוחר מ- 24 שעות מקבלת הודעה טלפונית מבא כוחו של המזמין (נציג האתר שבה מותקנים הלוחות).
- כמו כן, יהיה היצרן חייב להמשיך במתן שירותי אחזקה ותיקונים לפי התנאים המפורטים לעיל, גם לאחר תקופת האחריות, אך הגשת שירותים תבוצע תמורת תשלום ששיעורו יסוכם בין המזמין והיצרן בנפרד.

#### 08.2.4 חפירה ו/או חציבה ועבודות עפר

רואים את הקבלן כאילו בדק את השטח לפני ביצוע עבודות העפר.

#### החפירה תכלול:

- א. סילוק הצמחיה העליונה או כל גורם מפריע אחר.
- ב. חפירת ו/או חציבת תעלה בעומק הנדרש.
- ג. אחסנת העפר ופסולת החציבה בזמן עבודות הנחת הצינורות או הכבלים בתעלה ועד כיסוייה.
- ד. ריפוד חול בשכבה של 10 ס"מ מתחת ומעל צנורות החשמל.
- ה. כיסוי החפירה בשכבות, שכבות, והידוקן עד קבלת שכבה אחידה.
- ו. הבאת השטח למצב התחלתי כפי שהיה לפני ביצוע החפירה.

הקבלן יהיה אחראי להחזקת התעלה בזמן ביצוע העבודה בה, כולל שלטי אזהרה לאנשים, גידור וכו'. עבור הנ"ל לא תשולם כל תוספת.

לכל סוג שהוא של צנורות יושחלו חוטי משיכה מניילון 8 מ"מ קוטר, אלא אם צויין במפורש אחרת. בכל המקרים יותקנו בצנורות פקקים מתאימים שימנעו כניסת מים או לכלוך לתוכם.

#### 08.2.5 כבלים

כל הכבלים שבמסגרת מכרז זה יהיו מנחושת בעלי חתך עגול, מסוג חסיני אש עם הטבעה כל 1 מ', וישאו תו תקן ישראלי.

08.2.6 כל חלקי הברזל של האינסטלציה החשמלית (להוציא לוחות חשמל) יהיו מגולבנים בגלבון חם או מצופי קדמיום.

08.2.7 בגמר העבודה יש לבדוק את המתקן ולהפעילו הפעלה נסיונית לשם בדיקת יעילותו. כל הליקויים שיתגלו תוך כדי בדיקה יתוקנו ע"י ועל חשבון הקבלן, לשביעות רצונו המלאה של המהנדס. לפי דרישת המתכנן והמפקח יבצע הקבלן הפעלות נסיוניות נוספות במידה ובהפעלות הקודמות נתגלו ליקויים כל שהם, הקבלן לא יהא זכאי לכל פיצוי ו/או תמורה נוספת בגין כך.

08.2.8 באם בבדיקה חוזרת ימצא שלא בוצעו כל התיקונים אשר נרשמו בבדיקה קודמת, יחוייב הקבלן בכל הוצאות הבדיקה החוזרת (אף אם ימצאו הערות תיקון חדשות וחוזרות שלא בוצעו), וסכום זה ירד מחשבונו עבור העבודה שביצע.

08.2.9 בכל בדיקה לגמר עבודת המתקן, הקבלן יהיה חייב להוציא מכתב בו יצויין שגמר המתקן, בדק אותו, הגיש תוכניות לפי ביצוע, ושהמתקן פועל ללא דופי ומוכן לבדיקת גמר עבודה. המכתב יופנה למפקח עם עותק למתכנן החשמל. לקראת בדיקה חוזרת יציין הקבלן במכתבו את ההערות מהבדיקה הקודמת ואם ביצע את התיקונים בהתאם.

08.2.10 לאחר חיבור החשמל לבנין יבדוק הקבלן את סדר הפאזות באמצעות מכשיר המיועד לכך בכל נקודות הכח התלת-פאזות ויתקן את סדר הפאזות במידת הצורך. כן יוודא הקבלן הידוק החיבורים החשמליים בכל חיבורי החשמל. במידה וחיבורי החשמל ימצאו בקופסא משותפת אשר בה ישנם חיבורים נוספים על הקבלן לוודא חיזוק החיבורים הנוספים שבתובה ולחזקם במידה ואינם מחוזקים.

#### 08.2.11 הארקת יסוד

הארקת היסוד תבוצע כפי המוגדר בקובץ תקנות 4271.

**08.3 כתב הכמויות**

כתב הכמויות ייחשב ככולל את הערך (אלא אם צויין במפורש אחרת) של:

- א. עבודות התקנה של כל החומרים, האביזרים והמוצרים לסוגיהם וחומרי העזר השונים (הנכללים בעבודת ההתקנה ואשר לא צוינו במפורש בסעיף נפרד) הדרושים לביצוע ההתקנה בשלמותה בהתאם לתנאי המכרז.
- ב. אספקת כל החומרים והאביזרים (ובכלל זה מוצרים לסוגיהם וחומרי העזר הנכללים בעבודה ושאינם נכללים בה), האספקה תהיה באתר הבניה.
- ג. השימוש בכלי עבודה, מכשירים, מכונות, פיגומים, דרכים זמניות, מכשירי מדידה וכו'.
- ד. הוצאות ביטוח, מיסים סוציאליים, אגרות לרשויות שונות, כולל חברת החשמל, בזק ומשרד התקשורת.
- ה. הוצאות אחרות מאיזה סוג שהוא (הן ישירות והן עקיפות) אשר תנאי החוזה מחייבים אותם.
- ו. אחסנת כל החומרים, אביזרים, הכלים, המכונות וכו', ושמירתם וכן שמירת העבודות שבוצעו.
- ז. רווחי הקבלן.

## מפרט טכני לציוד מיתוג מבודד בגז SF6 למתח עד 24kV ולזרם 630A

### להתקנה בתחנות טרנספורמציה

#### 1. כללי

##### 1.1. מטרה

מפרט זה מתייחס לציוד מיתוג מבודד בגז SF6 בתא מתכתי כמפורט.

הציוד יהיה מסוג הציוד המאושר ע"י חברת החשמל כתנאי מוקדם, אישור זה יכלול תיאור ייצור, סוג ודגם, (סידרת הייצור), המתאימה באופן מלא לציוד המוצע במכרז.

בטרם תחילת עבודתו יגיש הקבלן קטלוגים, תוכניות מערך הלוחות. מתן אישור סופי יינתן ע"י המתכנן והמפקח.

ציוד המיתוג יהיה מסוג RMU דגם Safe Ring מתוצרת ABB. כל מנתק יהיה בעל 3 מצבים: מחובר/מנותק/מאורק. כל תא מפסק זרם יכלול גם מנתק הארקה טורי בעל 3 מצבים: מחובר/מנותק/מאורק.

לוח מתח גבוה יכלול במיכל אטום ציוד מיתוג בהרכב כלשהו של תאים (מנתקים בעומס/מפסקי זרם/תאי מדידה/מנתקים בעומס משולבי נתיכים וכו') בהתאם לנדרש בתוכניות המצורפות.

הלוח יהיה בבידוד SF6 למתח של עד 24KV ומיועד להתקנה פנימית, הלוח יהיה בעל מבנה מודולארי של תאים. הלוח יכיל את כול המרכיבים בהתאם לתוכניות ולכתב הכמויות המצ"ב.

הלוח יבנה לגישה מהחזית בלבד ויותקן סמוך לקיר בחלקו האחורי, למעט מרווח מינימאלי לשחרור גזים במקרה חרום ע"פ המלצות היצרן.

תוכניות הלוחות (עם הרכב התאים) ימסרו בנפרד.

##### 1.2. מסמכים ישימים

ציוד המיתוג ומרכיביו השונים, יהיה מתוכנן, מיוצר ובדוק ע"פ התקנים המפורטים מטה. (במהדורתם האחרונה והשינויים והתוספות רלוונטיות).

IEC 62271-200 מבנה הלוח

IEC 62271-100, 62271-102, 62271-105, 62271-1 מרכיבי הלוח

#### 2. בדיקות

1. אב טיפוס – הספק יעביר דוח בדיקה של מכון בינלאומי מוכר של בדיקות אב טיפוס לפי התקנים שצוינו לעיל.

2. בדיקות קבלה – בדיקות הקבלה יבוצעו לכל לוח אצל היצרן. דוח הבדיקה יכלול הצהרה על הסטנדרט שלפיו בוצעה הבדיקה, מספר סידורי של הציוד, תוצאות הבדיקה- ערכים נדרשים וערכים שהתקבלו. בנוסף כל ציוד המיתוג ייבדק להתפרקויות חלקיות ולאטימות הגז SF6.

3. בדיקות סדרתיות – לכל לוח יצורף דו"ח בדיקות סדרתיות, אשר עבר בהצלחה, לפני יציאתו לשטח.

**2.1. תנאי עבודה**

ציוד המיתוג יתאים להתקנה פנימית עם אוורור טבעי בתנאי סביבה "רגילים" כמצוין בתקן IEC694.

בנוסף לאמור לעיל הציוד יעמוד בדרישות הבאות:

- לחות יחסית מקסימאלית – 95%.
- לחות יחסית ממוצעת – 70%.
- טמפי' סביבה מקסימאלית - 40°C.
- טמפי' יומית ממוצעת – 35°C.

**3. דרישות חשמליות**

- מתח נומינלי: 24KV -
- רמת בידוד (50Hz, 1min): 50KV -
- עמידות למתח הלם (BIL) 12/50s: 125KV -
- זרם נומינלי: 630A -
- זרם נומינלי יציאה לשנאי: 200A -
- עמידות לזרם קצר (1 שניה): 16KA -
- עמידות אלקטרודינמית וכושר חבור -
- למנתקים/מנתקי הארקה (זרם שיא): 40KA -
- טמפי' סביבה: 40°C -

**4. דרישות טכניות**

כל מפ"ז/ מנתק ומנתק הארקה יהיה בסביבת SF6 ובמעטפת מסוג "Sealed pressure system" לפי תקן IEC60694, המציע יצרף מסמך המוכיח שציוד המיתוג המוצע מתוכנן להיות אטום מסוג "Sealed For Life" לתקופה של 20 שנה.

כל החלקים החשמליים במ"ג כולל מגעים ראשים של מפ"ז, מנתקים, מנתקי הארקה יורכבו במיכל מתכת אטום וממולא בגז SF6 מסוג "Sealed For Life".

הלוח יצויד בשסתום בטחון ובמכוון זרימה לגזים, כך שבמקרה של עליית לחץ מסוכנת של גז במיכל יתבצע שחרור הלחץ לכוון האחורי של הלוח, בצורה זו לא תהיה פליטה קדימה של גזים שעלולה לסכן את המפעיל.

כל החלקים שבתא המתח גבוה יהיו נטולי אחזקה MAINTANANCE FREE.

כל החלקים החיצוניים של ציוד המיתוג יהיו מוגנים בפני קורוזיה.

**מבנה הלוח יהיה כדוגמת SAFE RING של ABB.**

העמודה תהיה מדגם סטנדרטי שכבר מותקן ופועל באתרים שונים בארץ, כולל עמידה בדרישות המבנה והתכולה לדגם זה (הארקות, חווט, פיקוד וסימונים).

מפ"ז / מנתק יהיה מדרגה E3 לפי תקן IEC60265, בהתייחס לחיבור בזרם קצר נומינלי יתקבל גם מפ"ז / מנתק בעל יכולת ביצוע של 5 פעולות חיבור בזרם קצר נומינלי.

מנתק הארקה יהיה בדרגה B לפי תקן IEC60129 סעיפים 3.102.5 – 6.101

פס הארקה יהיה בחתך מתאים ויותקן לכל אורך ציוד המיתוג, בכל קצה של פס הארקה תהיה אפשרות לחיבור של מוליכי הארקה, בפס ההארקה יוכנו 5 חורים לתא אחד בקוטר 9 מ"מ לחיבור הארקה הסיכוך של מחברי כבלי הכניסה ושל בסיס מגן הברק.

#### 4.1. חיגורים

החיגורים יהיו לפי תקן IEC62271-200.

בנוסף לאמור לעיל יש צורך בחיגורים הבאים:

- פתיחת מכסה כבלים מ"ג רק אם מנתק הארקה מוארק.
  - אפשרות לנטרול מנגנון החיגור לצורך ביצוע בדיקות וטיפולים
- ידיות הפעלה של מפ"ז/ מנתק יצוידו באמצעי נעילה עם מנעול.
- מצבו של מפ"ז/ מנתק ומנתק הארקה יצוין לפי תקן IEC60129 סעיף 5.104
- ו- IEC62271-200 ו IEC60694 כחלק מדיאגראמת מימיק.

#### 4.2. תותבים לחיבור כבלים

תותבים לחיבור כבלי כניסה ויציאה יאפשרו חיבור כבלים חד/ תלת גידים מסוג אלומיניום או נחושת בחתך של עד 185 מ"מ<sup>2</sup>.

המציע יגיש את המלצתו לסופיות כבלים המתאימות לחיבור לתותבים. לכל דגם סופית מוצע יצורף אישור יצרן הסופית להתאמה לחיבור לתא.

לכל יציאה תהיה אפשרות לחיבור מגיני מתח יתר לרבות תמיכות. במידת הצורך המציע יגיש שרטוטים מפורטים של צורת התקנתם.

4.3. ציוד המיתוג יצויד בשסתום בטחון לפליטה אחורית של הגזים.

4.4. כל לוח יכלול מד לחץ גז. מד הלחץ יראה בבירור את מצב לחץ הגז ( ירוק – תקין , אדום- לחץ נמוך).

4.5. כל מפ"ז / מנתק יצויד במסמני, (נוריות), קיום מתח קיבוליים.

4.6. המיכל המכיל בתוכו את הגז יהיה מנירוסטה בעובי מינימאלי של 2.5 מ"מ.

4.7. תא חיבור הכבלים יהיה סגור ועמיד בפני קצר פנימי, (Arc proof).

כל הכניסות והיציאות יתאימו להתקנת סופיות אטומות "Sealed connectors" כדוגמת "אלסטימולד" או "רייקס".

- כל חיבור יהיה בתא נפרד עם מכסה בעל חיגור למנתק הארקה כך שלא ניתן יהיה לפתוח את המכסה ללא קיצור להארקה של אותה יציאה.

- תהיה אפשרות להתקין כולאי ברק כדוגמה "RD4-24" של "רייקס" – ע"פ הצורך.

4.8. לוח המיתוג היה צבוע בצבע אפוקסי קלוי בתנור בעובי שכבות כולל של לפחות 70 מיקרון.

4.9. כל מפ"ז/ מנתק היה בעל 3 מצבים מחובר/ מנותק/ מאורק או עם מנתק הארקה טורי בעל 3 מצבים מחובר/ מנותק/ מאורק.

#### 4.10. תפעול

ציוד המיתוג יתופעל ידנית עם אופציה להפעלה חשמלית (מקומית או בפיקוד מרחוק).

תפעול ידני - מפ"ז / מנתק ומנתק הארקה יופעלו ע"י ידיות שונות.

במקרה של ידית הפעלה אחת, מעבר למצב מוארק ידרוש אמצעים נוספים.



הכנות לתפעול חשמלי

לכל מפ"ז/ מנתק תהיה אפשרות לחיבור מנוע הפעלה בעל הנתונים הבאים :  
המנוע יהיה בעל הנתונים הבאים :

זרם עבודה של 8A וזרם התנעה מקסימאלי של 15A ל 2 שניות.

מתח הפעלת המנועים יהיה 24VDC או 220VAC

מתח פיקוד ההפעלה יהיה 24VDC או 220VAC

כל מפ"ז / מנתק יצויד בלחצני חיבור וניתוק מוגנים בפני מגע מקרי ובמפסק בורר בין מצב הפעלה מקומי /מרחוק.

מגעי עזר (4 N.C +4.N.O) לחיווי מצב הפעולה, מגעי העזר יחווטו אל תא מהדקי הפיקוד.

תא פיקוד יהיה חלק אינטגראלי ממבנה התא כל אביזרי הפיקוד יחווטו למהדקים בתוך התא. החווט יעשה ע"י כבלי נחושת בעלי בידוד "HALOGEN FREE".

הלוח יהיה בעל חוזק מכני כך שיעמוד במכה של 2g לפחות בנקודה החלשה ביותר של המעטפת.

כל מנתק יציאה לקו יהיה עם מסמני זרם קצר לשלוש הפאזות עם מגעי עזר שיחווטו אל תא מהדקי הפיקוד (בהתאם לכתב הכמויות)

**5. תא המפסק דוגמת ABB SAFE RING - V**

יכול:

- מזב"ג דגם Safe Ring V תוצרת ABB לזרם 200A .
- פסי צבירה לזרם 630A.
- מנתק הארקה עם חגור מכני למפסק.
- מנתק בטחון טורי (Disconnecter) משולב במקצר הארקה .
- מחברים לכבלי כניסה מסוג אטום, לסופיות כדוגמת "אלסטימולד", לזרם עד 200A.
- מנוע הפעלה 220 VAC (ע"פ כתב הכמויות)
- סליל הפעלה 24 VDC (ע"פ כתב הכמויות)
- סליל הפסקה 24 VDC
- מגעי עזר 2NO+2NC.
- מגע עזר מקצר הארקה 2NO+2NC.
- ממסרי הגנה ומשני זרם.
- כולאי ברק 10KA/24KV המתאימים ללוח קומפקטי בהתאם לדרישות חברת חשמל.
- התקנים למנועולי תליה בהתאם לדרישות חברת חשמל ובכלל זה התקן למנועול נפרד על מקצר הארקה של תא כניסה ראשית מחברת חשמל.
- חיגור כפול בין מקצר הארקה לתא כניסת הכבלים, כך שלא ניתן יהיה לפתוח את מכסה התא ללא קיצור להארקה ולא ניתן יהיה לפתוח את מקצר ההארקה כל עוד לא הוחזר המכסה.
- נקודות מדידת מתח קיבוליות לנורות סימון.
- מראה מצב מכאנית למפסק.

**בתא יציאה לשנאי יותקן ממסר:**

יחידת הגנה משנית דגם MPRB-06 תוצרת CIRCUTOR עם אספקת אנרגיה עצמית ממשנה הזרם ואשר כוללת הגנת קצר מושהה וקצר מידי. הממסר יכלול את משני הזרם המתאימים.

**6. תא מנתק דוגמת C – ABB SAFERING**

- מנתק בעומס דגם SafeRing C תוצרת ABB, בתוך מיכל "אטום לכל החיים".
- מנתק הארקה.
- סליל הפסקה 220 VAC.
- מגעי עזר 2NO + 2NC.
- מגע עזר מקצר הארקה 2NO + 2NC.
- התקנים למנועולי תליה.
- נקודת חיבור לכבל יציאה, מחברים אטומים, לסופיות כדוגמת "אלסטומולד", לזרם 630A.
- נקודות מדידה קיבוליות לנורות סימון.
- מראי מצב מכאניים למנתקים.

**אביזרים נוספים בחזית הלוח:**

- אמצעי נעילה ע"י מנעול תליה למנתקים ולמנתקי הארקה.
- נוריות נאון קיבוליות לציון מתח בכל אחת מן הכניסות/יציאות.
- מראה מצב מכני לכל אחד מהמנתקים.
- מגע עזר לציון לחץ גז במיכל ו/או מד לחץ עם מחוג.

**תיעוד להגשה עם הלוח****תכניות ביצוע**

- לפני הביצוע, ולא יאוחר משבועיים לאחר קבלת ההזמנה, הקבלן יגיש לאישור תכניות הלוח וכן:
- תרשים חד קוי.
  - פרטי כל חלקי הציוד הנכללים בלוח, כולל תוצרת.
  - שרטוטי מראה לוח ומידות.
  - שרטוטי פיקוד וחווט הגנות.
  - התכניות יימסרו למתכנן ב-3 עותקים.

**"ספר המערכת"**

- עם השלמת העבודה ימסור הקבלן תעוד מלא ומעודכן של הלוח, כולל:
- הוראות תפעול של הלוח, בעברית.
  - חוברת הפעלה מקורית של יצרן הלוח.
  - צלום תעודת הבדיקה הסדרתית של הלוח אצל היצרן.
  - שרטוטי פיקוד מקוריים של יצרן הלוח.
  - אוסף התכניות המפורט בסעיף 1 לעיל, מעודכן AS-MADE.
  - חוברות המכשיר של מכשירי ההגנה והמדידה מקוריות של היצרן.