

  
**מדינת ישראל**  
**משרד הביטחון**  
**אגף ההנדסה והבינוי**

**נוהל אגף ההנדסה והבינוי 002.050**  
**בנושא: תשתיות חשמל כלליות**

הנוהל נערך ופורסם ע"י חטיבת בקרה ונהלים

**תאריך פרסום : 10.12.2015**

**עדכון : 13.02.2020**

**פרק : 002**

**עמודים : 23**

## כללי

1. מחנות ומתקני צה"ל באשר הם, יקבלו את מתח החשמל משני מקורות אפשריים:
  - א. חיבור למקור ייצור אזרחי, ע"ב הסכם מסודר ונהלים קבועים, בתאום עם אגף אמו"ן במשהב"ט.
  - ב. מקור כח עצמי ע"ב גנרטורים, שלא יידון במסגרת הוראה זו.
  - ג. המחנות אשר מחוברים למקור ייצור אזרחי, מחויבים לתהליך תכנון, התקשרות, תיאום הנדסי ועסקי (תשלום לתכנון, תיאום ופיקוח, מדידה ותשלומי צריכה) עם הרשויות האזרחיות, ככל גורם אחר במדינה.
  - ד. במסגרת המחנה/מתקן, מתחייבת בניית מבנה לקליטת החיבור, בהתאם לגודל וסוג המתקן וכן פריסת רשת חלוקה ראשית עד למתקני המשנה.
  - ה. נוהל זה מתייחס לכלל תשתיות החשמל הראשיות במחנות/מתקני משהב"ט ותשתיות חשמל כלליות במבנים.
    - ו. נהלים באשר למתקני ייצור עצמי של חשמל, בין אם כמקור יחידי ובין אם כגיבוי לחיבור הראשי – ראה נוהל אהו"ב 002.032 – "תכנון תחנות כוח בצה"ל".
    - ז. לנהלים פרטניים נוספים לאופן תכנון תשתיות חשמל במבנים לפי סוג המבנה - ראה נהלי אגף ההנדסה והבינוי הרלוונטיות.

**מטרה**

2. הנוהל מגדיר את עקרונות תכנון מתקני החשמל במתח עליון, גבוה ונמוך וחיבור למקורות ייצור אזרחיים.

**אחריות**

3. מנהלי הפרויקטים, מנהלי מחוזות, ראשי ענפי הפרויקטים ומהנדס החשמל הראשי בענף הנדסה, כל אחד בתחומו.

**הגדרות וקיצורים**

## 4. הגדרות

- א. מחנה/מתקן/בסיס – כהגדרתם במילון צה"ל, לרבות מתקן בלתי מאויש ומבנה אזרחי שכור.
- ב. מחנה קבע – מתקן צבאי שאינו ארעי, אשר צפוי להיות מאוכלס לתקופה ארוכה ואינו מיועד לפינוי, בהתאם לקביעת אג"ת.
- ג. מתח נמוך – מתח העולה על 50 וולט ואינו עולה על 1,000 וולט בין שני מוליכים כלשהם באותה שיטת אספקה.
- ד. מתח גבוה – מתח העולה על 1,000 וולט ואינו עולה על 52,000 וולט בין שני מוליכים כלשהם באותה שיטת אספקה.
- ה. מתח עליון – מתח העולה על 52,000 וולט ואינו עולה על 161,000 וולט בין שני מוליכים כלשהם באותה שיטת אספקה.
- ו. מתח על – מתח העולה על 161,000 וולט בין שני מוליכים כלשהם באותה שיטת אספקה.
- ז. מתח ביניים – מתח גבוה השונה ממתח רשת החלוקה האזרחית, המשמש לתשתית חלוקה פנימית צבאית.
- ח. תחנת משנה – מתקן חשמלי המבצע המרה חשמלית ממתח עליון למתח גבוה והפוך.
- ט. תחנת טרנספורמציה (השנאה) – מתקן חשמלי המבצע המרה חשמלית ממתח גבוה למתח ביניים או נמוך והפוך.

## 5. קיצורים

- א. חח"י – חברת החשמל לישראל.
- ב. חמ"י – חברת החשמל המזרח ירושלמית.
- ג. תא"ם – תיל אווירי מבודד.
- ד. כא"מ – כבל אווירי מבודד.

- ה. תת"ק – תת קרקעי/ת.  
 ו. גו"כ – גילוי וכיבוי.  
 ז. תחמ"ש – תחנת משנה.  
 ח. תח"ט – תחנת טרנספורמציה.  
 ט. תט"ז – תחנת טרנספורמציה זעירה.  
 י. מג. – מתח גבוה.  
 יא. מ.ג. – מתח נמוך.

### תוכן הנוהל

#### 6. חיבור המחנה לרשת חשמל אזרחית

##### א. הליך חיבור חשמל למחנה

- 1) מחנה קבע יחובר לרשת הארצית של חח"י או חמ"י, חיבור לחמ"י יבוצע במקרים שבהם לא ניתן להתחבר לרשת חח"י.
- 2) לתהליך הזמנת החיבור, ראה נוהל אהו"ב 005.005 – "חיבור מתקנים למערכות תשתית ארציות".
- 3) גודל החיבור הנדרש יחושב ע"י המתכנן ויאושר ע"י מהנדס החשמל הראשי בענף הנדסה.
- 4) הזמנת החיבור תבוצע ע"י מהנדס החשמל הראשי באמצעות משהב"ט/אמו"ן.
- 5) תכנית לקליטת חיבור חברת החשמל תוכן ע"י המתכנן בתיאום עם מהנדס החשמל הראשי. התכנית תועבר לחח"י ע"י המתכנן לצורך ביצוע תיאום טכני ואישור הציוד של לוח החשמל הראשי וחדר החשמל.
- 6) התכנית לקליטת החיבור תכלול את:
  - א) לוח החשמל הראשי
  - ב) מיקום חדר החשמל הראשי
  - ג) תכנית פריסת הציוד בחדר לרבות:
    - חדירת צנרת תת קרקעית
    - מובלים (תעלות/סולמות)
    - כבלי חשמל
    - הארקות

- (7) המתכנן יגיש את תכניות החשמל לאישור מהנדס החשמל הראשי.
- (8) מרחק נוסף - במתקנים מרוחקים מרשת החשמל הארצית (מרחק של מאות מטרים ומעלה) ואשר הספקם הינו נמוך יחסית למרחק, נדרש יהיה לקחת בחשבון שעלות חיבור המתקנים תדרוש בנוסף לעלות החיבור עצמו, גם עלות נוספת המוגדרת תשלום עבור מרחק נוסף. המרחק הנוסף מחושב לפי עלות נורמטיבית למטר אורך שקובעת רשות החשמל (אשר נע סביב ה-600 ₪ למטר אורך + מע"מ) בהתאם לאמות המידה של רשות החשמל ובכפוף לתיאום הטכני מול חח"י.

#### ב. קביעת סוג החיבור

- (1) חיבור למתקן בעומס חזוי של 600 אמפר (כ- 400 KVA) יבוצע במ.ג.
- (2) חיבור בעומס צפוי הגדול מ - 600 אמפר (כ- 400 KVA) אך נמוך מ - 910 אמפר (630 KVA) יישקל ע"י מהנדס החשמל הראשי חיבור במ.ג (משיקולי כדאיות כלכלית).
- (3) חיבור בעומס צפוי הגדול מ - 910 אמפר (KVA630) ועד ל- MVA8 יבוצע במ.ג.
- (4) חיבור בהספק של מעל 8 MVA ועד 20 MVA תבוצע בחינה למול חברת החשמל האם ניתן לקבל חיבור במ.ג או שנדרש לעבור למתח עליון (העדיפות הינה מ.ג).
- (5) בחיבור בעומס צפוי של מעל 20 MVA יבוצע חיבור במתח עליון.
- (6) במחנות המאופיינים בפריסה גיאוגרפית רחבה יישקל חיבור במ.ג משיקולי מפל מתח.

#### ג. חיבור במתח עליון

- (1) תוקם תחמ"ש למתח עליון אשר תכלול לפחות שנאי אחד ובמידת הצורך אף תכלול שני שנאים בהתאם להגדרת הרציפות התפקודית/תפעולית של המחנה.

- (2) התחמ"ש תהיה תחנה פתוחה או סגורה בהתאם לשיקול המבצעי ולתב"ע האזורית, במידה ואין אילוצים העדיפות הינה לתחמ"ש פתוחה.
- (3) התחמ"ש תבנה בצורת H ותכלול לוחות מתח עליון, שנאים, לוחות מתח גבוה, שנאי בית, גיבוי גנרטור, מערכת הגנות במתח עליון וגבוה, מערכת בקרה –סקאדה וכו'.
- (4) מיקום תחמ"ש יהיה בגבול המקרקעין ויאפשר גישת רכב עבודה מהחלק החיצוני של המחנה (עבור חברת החשמל) וגישה דומה מהחלק הפנימי של המחנה לצרכי תחזוקה.
- (5) בשלב הראשוני של תכנון הפרויקט, תבחן האפשרות להקמת תחמ"ש משותפת עם חברת החשמל מחוץ למקרקעין הצבאי ובסמוך אליו. ביצוע הבחינה תבוצע ע"י מהנדס החשמל הראשי באהו"ב.

#### ד. חיבור במתח גבוה

- (1) יש לתכנן מבנה/חדר חשמל ראשי במתח גבוה (חדר מיתוג ראשי) אשר יקלוט את חיבור חברת החשמל.
- (2) המבנה יכלול לפחות 2 חלקים עיקריים אשר יופרדו בשני חדרים נפרדים:
- (א) חדר ראשון – יכלול מיתוג ומניה של חברת החשמל.
- (ב) חדר שני – ישמש חדר מ.ג של הצרכן.
- (3) מיקום המבנה/חדר יהיה בגבול המקרקעין ויאפשר גישת רכב עבודה מהחלק החיצוני של המחנה (עבור חברת החשמל) וגישה דומה מהחלק הפנימי של המחנה לצרכי תחזוקה.
- (4) מיקום מבנה/חדר החשמל יתואם עם חברת החשמל ויתחשב באילוצי פריסת רשת החשמל האזורית.
- (5) המבנה/החדר לא ישמש לשימושים נוספים שאינם חשמל (כגון: אחסנה, משרד או כל שימוש אחר שאינו חשמל).
- (6) ניתן לשלב מבנה זה כחלק ממבנה תח"ט/תחנת כוח ראשית של המחנה.

#### ה. חיבור במתח נמוך

- (1) לוח החשמל הראשי במ.ג יותקן בחדר או מבנה ייעודי.

2) החדר או המבנה לא ישמשו לשימושים נוספים (כגון: אחסנה, משרד או כל שימוש אחר שאינו חשמל).

3) החדר/המבנה יכלול לפחות 2 חלקים עיקריים אשר יופרדו פיזית:

(א) חלק א – יכלול מונים של חברת החשמל.

(ב) חלק ב' – יכלול לוח מ.נ ראשי מחנה.

#### ו. פעולות ומעקב לביצוע חיבור החשמל

1) עלות התשלום לחברת החשמל תתוקצב במלואה ותהיה תנאי לתחילת תהליך התיאום עם חברת החשמל.

2) מעקב אחר ביצוע התשלומים יבוצע ע"י מדור חשמל באה"ב.

3) תיאום טכני למול חברת החשמל יבוצע ע"י מתכנן החשמל.

4) תיאום הביצוע עם כלל הגורמים המבצעים (חברת החשמל, קבלן, מפקדת המחנה) יבוצע ע"י מנהל הפרויקט ומתכנן החשמל בשיתוף מפקח משהב"ט האחראי לעבודה.

5) קביעת מועד ביצוע של החיבור בשטח ובדיקות למול חברת החשמל יבוצע ע"י הקבלן המבצע.

7. תשתית חשמל ראשיות במחנה

#### א. מרחקי בטיחות מרשתות חשמל

סוג המתח	מרחקי בטיחות
מתח על	<p>לאורך רשת מתח על ישמר מסדרון נקי ממבנים ותשתיות כמוגדר:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ עם סיכול פאזות - רוחב המסדרון יהיה 35 מטר ממרכז הרשת לכל צד (רוחב כללי של 70 מ').</li> <li>▪ ללא סיכול פאזות – רוחב המסדרון יהיה 60 מטר ממרכז הרשת לכל צד (רוחב כללי של 120 מ').</li> </ul>
מתח עליון	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ לאורך רשת מתח עליון ישמר מסדרון נקי ממבנים ותשתיות.</li> <li>▪ רוחב המסדרון יהיה 20 מטר ממרכז הרשת לכל צד (רוחב כללי 40 מ').</li> </ul>
מתח גבוה	<p>לאורך רשת מ.ג ישמר מסדרון נקי ממבנים ותשתיות כמוגדר:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ רשת מ.ג תת"ק – רוחב המסדרון יהיה 2 מטרים מכל צד (רוחב כללי 4 מ'). על אף זאת, ניתן לשמור רוחב מסדרון של 1 מטר</li> </ul>

<p>בלבד מתשתית מתח נמוך (רוחב כללי 2 מ').</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ רשת מ.ג. כא"מ – רוחב המסדרון יהיה 3 מטרים מכל צד (רוחב כללי 6 מ').</li> <li>▪ רשת מ.ג. עילית חשופה – רוחב המסדרון יהיה 7 מטרים ממרכז הרשת לכל צד (רוחב כללי 14 מ') ולא פחות מ-6 מטרים מהמוליך החיצוני ביותר.</li> </ul> <p>במקרים מיוחדים ובאישור מהנדס החשמל הראשי ניתן לחרוג מהנ"ל, וזאת בתנאי שיישמר מרחק מינימאלי אשר לא יקטן מ-3.5 מטרים ממוליך הרשת הקיצוני.</p>	
<p>לאורך רשת מ.ג. ישמר מסדרון נקי ממבנים ותשתיות כמוגדר:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ רשת מ.ג. תת"ק – רוחב של 1 מטר מכל צד (רוחב כללי 2 מ').</li> <li>▪ רשת מ.ג. תא"מ – רוחב של 1 מטר מכל צד (רוחב כללי 2 מ').</li> <li>▪ רשת מ.ג. עילית חשופה (תילים) – רוחב של 2 מטר ממרכז ציר מכל צד של הרשת. (רוחב כללי 4 מ').</li> </ul>	מתח נמוך
<p>מרחקי הפרדה ובטיחות מתשתיות מיוחדות (כגון: אחסנת תחמושת, דלקים) – עפ"י הוראות החיל/אגף הרלבנטיים וחברת החשמל.</p>	

## ב. גיבוי גנרטור

- 1) כחלק מתוכנית אב למחנה תקבע תצורת הגיבוי - אם הגיבוי יבוצע דרך תשתיות המ.ג. או תשתיות המ.ג. או שילוב של שניהם.
- 2) במחנה חדש אשר כולל פריסה רחבה של מבנים ואשר מרושת בתשתיות מ.ג., יבוצע גיבוי ראשי של כלל המחנה על בסיס גנרטור במ.ג., בנוסף לכך יבוצע גיבוי משני במידת הצורך למתקנים חיוניים ברמת רשת המ.ג.
- 3) קביעת המתקנים המגובים תבוצע בהתאם לרציפות תפעולית/דמ"צ ובשיתוף עם הלקוח.
- 4) בכל מקרה, כדרישת מינימום (לטובת שגרת המחנה) יתוכנן גיבוי גנרטור באופן הבא:
  - א) למבנים הבאים יתוכנן גיבוי מלא:
    - 1) תט"פ ותחנות כוח
    - 2) מתקני תקשורת ומחשוב

- (3) שער המחנה/מבנה כניסה
- (4) מערכות בטיחות וביטחון
- (5) תאורת חוץ וגדר
- (6) מטבח
- (7) מרפאה
- (ב) לשאר המבנים במחנה יתוכנן גיבוי לתשתית תאורה וכוח, ללא מיזוג.
- (ג) גיבוי הגנראטורים יתוכנן לפחות לשליש מהספק המחנה.
- (5) תתוכנן מערכת להשלת עומסים אשר תכלול לפחות עשרה (10) מצבים שניתן להגדיר מראש.
- (6) למבנים להם מערכת מיזוג עצמאית המותקנת במבנה, השלת העומסים תבוצע בתחנת הטרנספורמציה והמבנה יוזן בשני קווים נפרדים, חיוני ובלתי חיוני.
- (7) במבנים המחוברים למרכז אנרגיה, תתוכנן הזנה אחת והשלת העומסים תבוצע במרכז האנרגיה ובמבנה.
- (8) בתחנות טרנספורמציה מערכת ההחלפה בין גנראטור לחח"י תהיה עם סנכרון.
- ג. רשת חכמה
- (א) במחנות חדשים תבוצע רשת חכמה (SMART GRID) אשר תכלול מערכת לניהול מקורות האנרגיה, ביקוש והשלת עומסים איסוף נתונים אנליזות וכו'.
- (ב) הרשת תבנה בכפוף לתקן הגנת סייבר במערכות בקרה מתקניות.
- (ג) כהכנה להתקנת מערכות בקרת מחנה יש להתקין 4 צינורות 4 צול במקביל לתשתיות התקשורת השחורה עם הפרדה אופקית של 20 ס"מ בניהן. יש לסמן תשתיות אלו בשוחות התקשורת בהתאם.
- (ד) במתקני מתח גבוה בהם מתוכננת שליטה מרחוק יבוצע שימוש בפרוטוקול תקשורת IEC61850.



ד. שילוב עמודי תאורת גדר ומצלמות

- (א) אין להתקין עמודי תאורה משולבים עם מצלמות אלא בכפוף לאישור מהנדס החשמל הראשי באה"ב.
- (ב) עמוד משולב תאורה ומצלמות יהיה עמוד מתכתי בלבד הכולל שני פתחים ותאי ציוד נפרדים לכל יעוד עם הפרדה מלאה בניהם, כולל עליית כבל ההזנה למצלמה.
8. תשתיות חשמל במתח גבוה

א. מבנה תח"ט וחדרי חשמל מ.ג.

- (1) תח"ט תותקן במבנה עצמאי ונפרד או בחדר שבתוך מבנה.
- (2) המבנה או החדר לא ישמשו לשימושים נוספים שאינם חשמל (כגון: אחסנה, משרד וכו')
- (3) תח"ט פנימית תמוקם כך שלא יהיה לה קיר/רצפה/תקרה משותפת עם חדר מאוכלס בקביעות, חדר שרתים, אולם מחשב וחדרי ציוד. כמו כן, ישמר מרחק מינימאלי של לפחות 5 מטר (כאשר יש 3 שנאים ומעלה יישמר מרחק של 6 מ') בין התח"ט הפנימית לחדר שרתים/אולם מחשב/חדרי ציוד, ובהתאם להנחיות יועץ הקרינה.
- (4) מבנה תח"ט יתוכנן עם חדרים נפרדים לכל פונקציה: לוח מתח גבוה, שנאים, חדר מתח נמוך ומנ"מ, חדר גנראטורים (במידה וקיים).
- (5) מבנה תח"ט תכלול רצפה כפולה בגובה 1 מ' בחדר המתח הנמוך בלבד.
- (6) בחדר לוח המתח הגבוה תתוכנן תעלת בטון בעומק 1 מ' מתחת ללוח החשמל (באורך המאפשר כניסת אדם לתעלה). מתעלה זו יתוכננו צינורות להזנת השנאים.
- (7) גודל חדר לוח המ.ג יאפשר גידול עתידי של לפחות 2 תאים.
- (8) תח"ט תתוכנן עם מקום שמור לתוספת עתידית לשנאי נוסף והציוד הנלווה לו.
- (9) בתחנות הכוללות יותר משנאי אחד תתוכנן הפרדה פיזית בין שנאי לשנאי ע"י גדר רשת.
- (10) במתקנים ברמת רציפות תפקודית א' ו-ב' כל שנאי וגנראטור יותקן בחדר נפרד עם הפרדת אש ביניהם.

11) כל הדלתות בתח"ט יכללו אפשרות לנעילה חיצונית ע"י מנעול תליה. בנוסף לכך, הדלתות יכללו צילינדר פרפר המאפשר פתיחת הדלת מהפנים אל החוץ ללא הצורך בשימוש במפתח.

12) מתכנן מתקן החשמל של תח"ט פנימית יציג למהנדס החשמל הראשי באהו"ב חישוב של עליית הטמפרטורה בחדר ואת דרך הפתרון לטיפול בעליית הטמפרטורה בחדר (אוורור מאולץ/טבעי, מיזוג אוויר).

13) בדרום הארץ ובמקומות שבהם תנאי האקלים הינם תנאים קשים, יבוצע שימוש אך ורק בשנאי שמן.

14) תח"ט חיצונית (ע"ג עמוד) תמוקם במרחק של לפחות 6 מטרים מכל מבנה המיועד לשהיית חיילים/אזרחים כמו כן תתוכנן התחנה כך שצד המתח הנמוך של השנאי יהיה בצד המרוחק מהמבנה

#### ב. לוחות מיתוג וציוד במתח גבוה

- 1) ציוד החשמל (לוחות מיתוג, שנאים וכו') יעמוד בדרישות חברת החשמל.
- 2) הקבלן המתקין את הציוד יידרש להציג אישור כללי של חברת חשמל לסוג הציוד המוצע.
- 3) לוחות מג. יותקנו בתוך מבנה קבוע מבטון (שאינם סככות או מבנים קלים), המבנה יהיה אטום לכניסת לכלוך, חול ואבק ובעל מערכת מיזוג עצמאית (מזגן).
- 4) במתקנים בעלי רמת אמינות גבוהה (א' ו-ב' לפי תקן רציפות תפקודית) יותקן ציוד מיתוג:

#### א) בתחנת מיתוג ראשית ותחנת כוח:

ציוד מיתוג בתוך תאים מתכתיים מסוג AIS ודגמים של (PRIMARY) METAL CLAD מסוג LSC2B PM, עם מפסקי זרם נשלפים כאשר מנגנון המיתוג יהיה בוואקום.

#### ב) בתח"ט וחדרי מיתוג משניים:

ציוד מיתוג בתוך תאים מתכתיים מודולריים מסוג

(SECONDARY) METAL CLAD, כך שיאפשר הוספת תאים בצורה מודולרית. ציוד המיתוג בתחנות אלו יהיה בתוך מיכל מתכת אטום וממולא בגז SF6 מסוג "Sealed For Life" נשלף.

ג) במתח Kv33 כלל הציוד יהיה מסוג Secondary כנ"ל.

5) במתקנים ג' ומטה לפי תקן רציפות תפקודית יותקן ציוד מיתוג:

א) בתחנת מיתוג ראשית ותחנת כוח בעלות גיבוי במ.ג.

ציוד מיתוג בתוך תאים מתכתיים מודולריים מסוג (SECONDARY) METAL ENCLOSE, כך שיאפשר הוספת תאים בצורה מודולרית ציוד המיתוג בתחנות אלו יהיה בתוך מיכל מתכת אטום וממולא בגז SF6 מסוג "Sealed For Life" נשלף.

ב) בתח"ט וחדרי מיתוג משניים:

ציוד מיתוג בתוך תאים מתכתיים מודולריים מסוג (SECONDARY) METAL ENCLOSE, כך שיאפשר הוספת תאים בצורה מודולרית ציוד המיתוג בתחנות אלו יהיה בתוך מיכל מתכת אטום וממולא בגז SF6 מסוג "Sealed For Life".

ניתן להתקין ציוד RMU באישור מהנדס החשמל הראשי באה"ב.

6) במצב שבו נדרש מסיבות תחזוקתיות להתקין מבנה לוח

מתכתי מסוג GIS הנ"ל יבוצע אך ורק באישור מהנדס החשמל הראשי באה"ב.

7) מתח הפיקוד לכלל ממסרי ההגנה והמנועים יהיה 24 וולט

DC. ויוזן ממערכת ספק מצבר עצמאית ל-24 שעות, במידה ומתח הפיקוד מגובה מגנרטור ניתן להסתפק במערכת ספק מצבר עצמאית של 120 ד'.

8) במחנה בו חונות יחידות בעלות שיוך חילי שונה והן מוזנות

כל אחת ע"י קו מ.ג. – יותקן מונה חשמל נפרד עבור כל קו

יציאה מלוח החשמל הראשי. בכל מקרה יותקן לפחות מונה  
חשמל אחד לכל לוח מ.ג.

ג. רשת מתח גבוה

(1) מחנה/מתקן חדש

ככלל גם במחנה/מתקן קיים נדרש לעבוד לפי הנחיות של  
מחנה/מתקן חדש למעט במקרים אשר יפורטו להלן:

(א) תוספת שנאי על עמוד קיים - הנ"ל ניתן למימוש  
בכפוף לאישור מהנדס החשמל הראשי באה"ב ובכפוף  
לכך שהספק השנאי שניתן להתקין על העמוד יהיה  
לכל היותר עד 630 קו"א.

(ב) שדרוג תשתית קיימת - במקום שקיים ריבוי של  
שנאים על עמודים המזינים באופן ישיר תשתיות מ.ג.,  
נדרש לבחון ולהציג לאישור מהנדס החשמל הראשי  
באה"ב שימוש בתח"ט למול תט"ז.

(ג) תוספת שדות לרשת עילית קיימת - החלטה על רשת  
בהתקנה עילית (מעל פני הקרקע) מחייבת קבלת  
אישור חריג ותבוצע אך ורק באישור מהנדס החשמל  
הראשי.

(ד) רשת בהתקנה עילית תבוצע ע"ג עמודי מתכת בלבד,  
התקנת רשת על עמודי עץ אינה מאושרת.

(ה) הרשת תתוכנן בהתאם להוראות/תקני חברת החשמל.

(ו) הרשת תתוכנן לאורך תוואי דרכים קיימות במחנה.

(ז) עמודים הנמצאים בקרבת דרך ולגביהם קיים סיכון  
לפגיעת רכב – ימוגנו ע"י עמודי מיגון.

(ח) מעבר בין רשת עילית לרשת תת"ק יבוצע תמיד דרך  
מנתק בעומס.

(ט) חיבור שנאים במקביל על עמוד – לא מאושרת תצורת  
חיבור שנאים במקביל על עמוד. במקרה של צורך  
בהגדלת הספק מעל ל-630 קו"א למתקן/מבנה נדרש  
להקים תח"ט אשר תכלול שנאי בהספק הנדרש.

(י) תכנון תכנית אב למחנה קיים תבוצע בהתאם להנחיות  
לתכנון מחנה/מתקן חדש.

יא) מחנות המחוברים ע"י 2 חיבורים או יותר במ.ג - גישור בין טבעות של חיבורים שונים יתוכנן רק לאחר קבלת אישור וביצוע תיאום טכני עם חברת החשמל לנושא זה. הגישור יכלול את כל אמצעי הבטיחות האפשריים ובכלל זה: מנתק בראש כל קצה קו עם מנעול כפול (לשימוש חברת החשמל וצה"ל), שילוט וכל אמצעי נוסף שיידרש.

## 9. תשתיות חשמל במתח נמוך

### א. חדר חשמל במ.ג.

- 1) חדר חשמל יתוכנן וישמש למטרה זו בלבד. החדר לא ישמש לשימושים נוספים שאינם חשמל (כגון: אחסנה, בקרה וכו').
- 2) בכניסה לחדר החשמל יותקן:
  - א) מפסק ניתוק לוח החשמל הראשי בחירום (כולל ניתוק מפסק במעלה הזרם).
  - ב) שילוט "חדר חשמל".
- 3) בחדר יותקן מזגן לטובת שמירה על רמת טמפ' אופפת של 25 מעלות צלזיוס.

### ב. לוח חשמל במ.ג.

#### 1) מבנה לוח חשמל

- א) לוח חשמל יתוכנן ויבוצע ע"פ ת.י 61439.
- ב) מבנה הלוח יהיה עשוי מפח מגולוון או פוליאסטר משוריין.
- ג) לוח החשמל יתוכנן כך שפסי הפאזות והאפס יעברו במקביל ובסמוך לכל אורך ורוחב הלוח על מנת להקטין צפיפות שטף מגנטי.
- ד) הלוח יכלול פנלים ודלתות.
- ה) לוח חשמל הכולל הזנות חשמל ממספר מקורות (כגון: חברת חשמל ומערכת אל פסק) יכלול הפרדת השדות באופן פיזי בלוח ושילוט ברור ע"ג דלת לוח החשמל ועל הפנלים הפנימיים.

2) מיקום לוח חשמל

- (א) לוח חשמל יותקן במרחק של לפחות 1 מטר מכל כיוון ממקום שהייה ממושכת של חיילים/אזרחים, כמו כן לא יותקן לוח חשמל בזרם נקוב של מעל 63 אמפר בסמוך לחדר מגורים ו/או משרד.
- (ב) מיקום לוח החשמל יקבע בתיאום עם יועץ קרינה בלתי מייננת מרשת החשמל ELF בפרויקט.
- (ג) הלוח יותקן במקום יבש, נגיש למשתמש ולמתחזק (עפ"י חוק החשמל).
- (ד) לוח חשמל בזרם נקוב מינימאלי של 630 אמפר יותקן בתוך חדר חשמל. לוח בזרם נקוב נמוך יותר יכול להיות מותקן בנישה ייעודית במסדרון או בהתקנה חיצונית בתוך גומחה ("פילר") עם גג.
- (ה) בסמוך ללוח תותקן תאורת חירום שתאפשר התמצאות וביצוע פעולה בסיסית כגון פתיחת הלוח והרמת מפסק.

3) גיבוי גנטור ומערכת החלפה

- (א) לוח חשמל ראשי של מתחם (פילר אזורי) או של מבנה יכלול הכנה להתקנת גנטור כגיבוי ישיר. תכולת תשתית ה"הכנה" תקבע ע"י מהנדס החשמל הראשי או גורם אחר המאשר את הלוח וזאת בכפוף לדרישות רציפות התפקוד/התפעול.
- (ב) במקרה של גיבוי ישיר ידני ההכנה תכלול מערכת החלפה ידנית (שני מפסקים מחוגרים מכאנית וחשמלית) ותסתיים בתא חיבור גנטור אשר יותקן על המבנה.
- (ג) במוצא מערכת אל פסק תתוכנן מערכת החלפה ידנית שקטה להזנה מעוקף תחזוקה (הזנה ישירה מחח"י / עוקף חיצוני).
- (ד) במידה ומערכת האל פסק הינה עם אפס רציף, מערכת ההחלפה תהיה בעלת 4 קטבים.

4 ציוד מיתוג

- (א) מפסקים בזרם של 100 אמפר ומעלה (כולל) יהיו מפסקים יצוקים עם הגנות אלקטרוניות מסוג LSI.
- (ב) מפסקים בזרם של 1000 אמפר ומעלה (כולל) יהיו מפסקי אויר A.B.C ויכללו הגנת LSIG / LSIV (הגנת זרם קצר חד פאזי לאדמה/פחת עם שנאי טורואיד אינטגרלי או חיצוני) בכפוף להחלטת מהנדס החשמל הראשי באה"ב.
- ג) ההגנה תהיה עם מסך תצוגה דיגיטלי.

5 ציוד מדידה ובקרה

- (א) בלוחות חשמל יותקן ציוד מדידה ובקרה.
- (ב) הצגת הנתונים החשמליים (מתח, זרם, הספק, תדר, אנרגיה, תעו"ז וכו') תהיה ע"י רב-מודד דיגיטלי עם תקשורת TCP/IP. רב המודד יכלול שעון זמן אמת וסוללת גיבוי.
- ג) למפסק הראשי של כל הזנה ראשית ללוח חשמל יחובר רב מודד דיגיטלי ייעודי.
- ד) בנוסף לכך יותקן בלוח חשמל רב מודד רב ערוצי לקריאת נתונים לכל שדה (תאורה, כוח, מיזוג אוויר), הזנה ללוחות משנה והזנה למערכות עיקריות (מעלית, מערכת אל פסק, צ'לרים, יט"א אוויר צח וכו').
- ה) לוח חשמל ראשי המזין צרכני חשמל בשיוך חילי שונה – יותקן מונה חשמל לכל מעגל יציאה מהלוח (קו הזנה). התקנת המונה תהיה לצרכן המוזן בחיבור של 63 אמפר ומעלה.
- ו) גילוי וכיבוי אש בלוחות וחדרי חשמל:
- 1) במידה ומותקנת במבנה מערכת ספרינקלרים, בחדרי חשמל תותקן מערכת Pre Action בלבד.

(2) בלוח חשמל הבנוי ע"פ ת.י 61439 ברמת חלוקה של FORM3 ומעלה תותקן מערכת גילוי אש בלבד (המערכת תהיה מסוג יניקה).

(3) בלוח הבנוי בחלוקה של עד FORM2b תותקן מערכת גר"כ כמוגדר:

- לוח חשמל בגודל חיבור של 63 אמפר ומעלה יחובר למערכת גילוי אש.
- לוח חשמל בחיבור של 100 אמפר ומעלה יחובר בנוסף לגילוי גם למערכת כיבוי אש.
- בלוחות המותקנים בפילרים חיצוניים שאינם בצמוד למבנה אין צורך בביצוע מערכת גילוי וכיבוי.

#### ג. רשת חשמל במ.ג.

(1) רשת החשמל תבוצע בהתקנה עילית ע"י התקנת תא"ם או בהתקנה תת"ק.

(2) התקנה עילית:

(א) עפ"י שיטת ההגנה, המתכנן יקבע את הצורך לתוספת מוליך הארקה ברשת התא"ם. אם הותקן מוליך כזה, יותאמו המרחקים בין העמודים בהתאם לתוספת העומס.

(ב) רשת תא"מ תותקן על עמודי עץ בלבד, החלטה על התקנת הרשת על עמודי מתכת מחייבת בידוד והרחקת התא"מ מהעמוד ואישור של מהנדס החשמל הראשי.

(ג) גובה התקנת רשת עילית בחציית כביש תהיה 6 מטר לפחות.

(ד) הזנה למבנה מרשת חשמל עילית תבוצע אך ורק ע"י כבל. אין אישור ביצוע הזנה ע"י מוליכי רשת חשופה או תא"מ.

(3) הזנת צרכן חשמל בזרם נקוב של 160 אמפר (כולל) ומעלה תבוצע ע"י כבל תת קרקעי.



- (4) כבלים בחתך מוליכים של עד 50 מ"מ"ר כולל יהיו מנחושת בלבד. כבלים בחתך מוליכים של 70 מ"מ"ר ומעלה יהיו מאלומיניום. כל חריגה מהנ"ל דרושת קבלת אישור של מהנדס החשמל הראשי.
- (5) מוליכים המשמשים להארקה יהיו אך ורק מנוחשת ללא תלות בחתך המוליך.

## 10. תשתית חשמל במבנים

### א. כללי

- (1) במבנה המכיל שני (2) אזורי אש ויותר, יותקן מחסום אש (משך זמן עמידת המחסום והגדרת האזורים יוגדרו ע"י יועץ הבטיחות או עפ"י תקנות הבטיחות).
- (2) בכניסה למבנה יותקן לחצן ניתוק חירום.
- (3) תכנון של כל מבנה ישלב תכנון של מערכות לחיסכון באנרגיה כגון גלאים לשליטה על מערכת המיזוג והתאורה וכו'.
- (4) תכנון מבנה משרדים ומבנה ייעודי (כגון חמ"ל, מתקני מחשב, קשר וכו') יכלול מערכת בקרת מבנה מלאה BMS וזאת בכפוף לתקן הגנת סייבר במערכות בקרה מתקניות.
- (5) מערכת הגנת ברקים תותקן עפ"י תקן ישראלי 1173.
- (6) מערכת אל-פסק – בהתאם לתקן רציפות תפקודית ודמ"צ, יוגדר האם נדרש לתכנן מערכת אל-פסק למבנה.
- (7) גנרטור – בהתאם לתקן רציפות תפקודית ודמ"צ, יוגדר האם נדרש לתכנן גיבוי גנרטור למבנה ובאיזו תצורה.
- (8) במבנים המכילים חדרים מסווגים רבים ונדרשת התקנת תאורת חירום בחדרים לפי הנחיית יועץ הבטיחות, יש להתקין מערכת תאורת חירום מרכזית. המערכת המרכזית תותקן בחדר טכני שאינו מסווג.

### ב. הארקה והגנה בפני חשמול:

- (1) מערכת הארקה תתוכנן ותותקן בהתאם לחוק ותקנות החשמל.

- (2) אין ליישם שיטת הגנה בפני חשמול "פחת כהגנה בלעדית" אלא בכפוף לאישור מהנדס החשמל הראשי באה"ב.
- (3) הזנה למבנה תכלול מוליך הארקה ללא תלות בשיטת ההגנה.
- (4) במבנים ישנים קטנים ללא הארקה יסוד העוברים שיפוף, יש להתאים את מערכת ההארקה קרוב ככל הניתן להארקה יסוד וליישם שיטת הגנה TT או TNS.

### ג. מובלים

- (1) תשתית המובלים בחדרים ומשרדים תהיה סמויה (תחת הטיח), בשטחים ציבוריים (כגון מסדרונות) התשתית תהיה חיצונית ותותקן במובלים.
- (2) תווי תעלות ומובלים ראשיים (כולל מוליכי הארקה ראשיים) יתוכנן כך שיהווה מינימום חשיפה של צפיפות שטף מגנטי לשוהים במבנה ויקבע אך ורק באזורים ציבוריים שבהם לא מתקיימת שהייה ממושכת של חיילים.

### ד. כבלים

- (1) כבלי חשמל בתוך המבנה יהיו אך ורק עם מוליכי נחושת. במקרים מיוחדים שבהם קיימים כבלים בעלי חתך הגבוה מ-70 מ"ר ואורך הכבל עולה על 20 מ', ניתן יהיה להשתמש בכבל עם מוליכי אלומיניום וזאת רק לאחר קבלת אישור של מהנדס החשמל הראשי.
- (2) במתקן הטמון בקרקע ו/או מתקן ציבורי הכולל התקהלות גדולה של אנשים, כלל הכבלים יהיו מסוג FR3 ו-

HALOGEN FREE.

### ה. חלוקת המעגלים במבנה (במידה ולא הוגדר אחרת)

פירוט	סוג המעגל
3 מעגלים חד פאזיים על ממסר פחת חד פאזי של 25 אמפר, כאשר כל מעגל יזין לכל היותר 2 חדרים או עד 6 עמדות (כאשר עמדה מכילה עד 2 מחשבים).	מעגל כוח לעמדות מחשב
6 מעגלים חד פאזיים על ממסר פחת תלת פאזי	מעגלי כוח לשירות כללי

פירוט	סוג המעגל
של 40 אמפר.	
6 מעגלים חד פאזיים על ממסר פחת תלת פאזי של 25 אמפר, כל מעגל חד פאזי יזין לכל היותר שני חדרים, בכל מקרה אין לחבר יותר מ-1200 וואט על מעגל של 10 אמפר.	מעגלי תאורה (במקרה של תאורת לד, אין צורך בממסר פחת)
ציוד ייעודי (תקשורת, מסדים וכו') - יוזן ע"י מעגל עצמאי וממסר פחת ייעודי.	
תאורה במתחם ציבורי במבנה – תוזן משני מעגלי מאור שונים.	
יש לתכנן מעגלים נפרדים לתאורה, כוח ומיזוג אוויר. כל סוג הזנה תהיה בשדה נפרד בלוח החשמל.	

### ו. לוחות חשמל במבנים

- 1) לוח חשמל בזרם נקוב של 63 אמפר ומעלה יכלול רב מודד דיגיטאלי.
- 2) הלוח יכלול מגני מתח יתר, אשר יותקנו תוך ראייה כללית של נושא הגנות בהתאם לשימוש במבנה.
- 3) לוחות החשמל בכל המבנים יכללו ממסרי פחת עם רגישות של 30 מילי-אמפר על כלל המעגלים הסופיים (למעט מעגלי תאורה המזינים תאורה מסוג לד). אי התקנת ממסר פחת מסיבות מבצעיות מצריכה אישור של מהנדס החשמל הראשי.
- 4) מפסקי מגן (פחת) לציוד מחשוב (כגון ארונות תקשורת ושרתי מחשב) יהיה מסוג SI / APR.

### ז. הכנה למערכת פוטו-וולטרית (PV) על גג מבנה

- 1) לכל מבנה חדש יש לבצע הכנות לקליטת מערכת פוטו-וולטאית על גג המבנה.
- 2) ככלל המערכת תחובר ללוח הראשי של המבנה במתח נמוך.
- 3) ההכנות יכללו:
  - א) הקצאת מקום פנוי על גג המבנה לקולטים. יתר המערכות על גג המבנה ירוכזו בהתאם ככל הניתן על מנת למקסם את שטח גודל המערכת הסולארית.
  - יש לסמן על ע"ג תכנית הגג את השטח הנ"ל.

- (ב) בסמוך לגג (בתוך המבנה) יוקצה מקום לממירים ולוחות חשמל (AC ו-DC).
- (ג) תתוכנן גישה לגג המבנה.
- (ד) יש להתקין ממיקום המערכת בגג ועד ללוח הראשי תעלת פח סגורה ייעודית לטובת המערכת ולשלטה בהתאם.
- (ה) בלוח החשמל הראשי יותקן מפסק ממונע לקליטת החיבור מהמערכת והכנה לקבלת אינדיקציה לניתוק המערכת בעת עבודה מול גנראטור.
- (ו) בסמוך ללוח הראשי יש להקצות מקום שמור ללוח מונה.
- (ז) במידה וההזנה למבנה קטנה מגודל המערכת שניתן להתקין, יש להגדיל את ההזנה בהתאם. לצורך העניין, גודל המערכת יקבע לפי KWP 1 לכל 10 מ"ר שטח גג פנוי לפחות.
- ח. מערכת הגנת ברקים
- (1) מערכת הגנת ברקים תותקן עפ"י תקן ישראלי 1173.
- (2) בחישוב לפי ת"י 1173 האם נדרשת מערכת הגנת ברקים במבנה, הניקוד בסעיף לחשיבות ציבורית, ביטחונית או אחרת במידה יהיה (במידה ולא נאמר אחרת באפיון):
- (א) במתקנים ברמת רציפות תפקודית א' ו-ב' – חשיבות גבוהה.
- (ב) במתקנים ברמת רציפות תפקודית ג' – חשיבות בינונית.
- (ג) ביתר המבנים – חשיבות נמוכה.
- (3) כאשר החישוב בתקן ממליץ בלבד לבצע מערכת הגנת ברקים במבנה:
- (א) במתקנים ברמת רציפות תפקודית א' ו-ב' – יש לבצע.
- (ב) ביתר המבנים – אין לבצע.

## 11. הנחיות תכנון נוספות

א. חשיפה לשדות מגנטיים מתשתית חשמל

- 1) ערך החשיפה הממוצע ביממה לא יעלה על 4 מיליגאוס ו/או ע"פ הוראות מקרפ"ר, במידה של סטירה, הוראת מקרפ"ר הינה ההוראה שקובעת.
- 2) ערך החשיפה המקסימאלי במבנה, שבו השהייה הינה של 5 ימים בשבוע במשמרות של 8 ש' ביום, לא יעלה על 10 מיליגאוס.
- 3) כחלק מהתכנון נדרש לשלב יועץ קרינה ולבצע חישובים והדמיות של השדות החשמליים והמגנטיים הנוצרים ממערכות החשמל במבנה.
- 4) בתכנון מתקנים חדשים, על יועץ הקרינה לקחת בחשבון צריכה מקסימאלית עתידית של המתקן וחוסר איזון פאזות של 30%.
- 5) יש לבצע אומדן וחישוב שדה מגנטי לכל מתקן מעל 80 אמפר.
- 6) היועץ יציג את דרך הפתרון ופעולות המנע הנדרשות ממתכנן החשמל לטובת הקטנת השדות במידת הצורך.

ב. מערכות לחימום מים

- 1) מערכות לחימום מים הבאים במגע עם משתמש קצה שאינו גורם מקצועי / יוזנו דרך ממסר פחת עם רגישות של 30 מילי-אמפר.
- 2) הזנת החשמל למשאבות חום המיועדות לחימום מים לצורכי מקלחות ו/או שטיפת כלים, יוזנו דרך ממסר פחת עם רגישות של 30 מילי-אמפר.  
משאבות חום המתפקדות כגיבוי אחת לשנייה יוזנו דרך ממסרי פחת שונים.
- 3) הזנת חשמל לגופי חימום המיועדים לחימום מים לצורכי מקלחות ו/או שטיפת כלים, יוזנו דרך ממסר פחת עם רגישות של 30 מילי-אמפר.  
גופי חימום המתפקדים כגיבוי האחד לשני יוזנו דרך ממסרי פחת שונים.

ג. תוכניות חשמל

1) תכנון החשמל יכלול את התוכניות הבאות:

- (א) תכניות סביבה, לרבות מקור הזינה של החשמל (קנה מידה שאינו קטן מ-1:500).
- (ב) תכניות מגרש (קנה מידה שאינו קטן מ - 1:250), לרבות תוואי קווי הזינה, תאורת חוץ, סימון שוחות, פרטי ביצוע וחתכים.
- (ג) תכניות הארקת יסוד (קנה מידה 1:50).
- (ד) תכניות מתקני חשמל ותקשוב בכל הקומות (קנה מידה 1:50).
- (ה) תכניות פרטים של עמדות עבודה, מובלים, חפירות, תליות אביזרים וכו' (קנה מידה 1:50).
- (ו) תרשימים חד – קווים של לוחות החשמל.
- (ז) תרשימי זרימה אופקית ואנכית (קנה מידה 1:50).
- (ח) תכנית למערכת הגנה בפני ברקים (במידה שתתקן) (קנה מידה 1:50).
- (ט) תכנית סופרפוזיציה.

- 2) התוכניות יערכו ויוגשו בהתאם לתקן הישראלי 1547 חלק 6 - תכניות ביצוע לבניינים ולעבודות פיתוח סביבתי: חשמל ותקשורת.

12. בדיקה וקבלת מתקן חשמל

- א. מתקן חשמל ייבדק לפני הפעלתו הראשונית, הפעלת המתקן תבוצע רק באישור הבודק ובתנאי שהבדיקה לא הצביעה על מפגעים בטיחותיים.
- ב. חיבור במתח עליון לרבות התחמ"ש ייבדק על ידי חברת החשמל ועל ידי חשמלאי בודק סוג 3 שיזומן ע"י אגף ההנדסה והבינוי.
- ג. חיבור חשמל חדש במ.ג ייבדק ע"י בודק של חברת החשמל.
- ד. חיבור חשמל במ.ג – חברת החשמל תבדוק את הלוח וחדר החשמל הראשי, שאר המתקן ייבדק ע"י חשמלאי בודק סוג 3 שיזומן מטעם אגף ההנדסה והבינוי, המחוזות או מרחב הבינוי.
- ה. לאחר ההפעלה הראשונית והעמסת המתקן (במידת האפשר לפני האכלוס), תבוצע מדידה של עוצמת השדה המגנטי והשדה החשמלי מתשתיות החשמל במבנה. הבדיקה תבוצע ע"י בודק קרינה מוסמך

בעל רישיון ובכפוף לאישור המשרד להגנת הסביבה אשר יזומן מטעם  
אגף ההנדסה והבינוי, המחוזות או מרחב הבינוי.  
ו. קצין החשמל הפיקודי ישותף באופן מלא בתהליך קבלת המתקן.  
המתקן לא יימסר לאחזקת מרחב הבינוי ללא תכניות עדות ותעודות  
בדיקה.

**ארז כהן**  
**סמנכ"ל וראש אגף ההנדסה והבינוי**

ראש אגף ההנדסה והבינוי חתום על המקור