

## פרק 2.9.1 חשמל ומערכות מתח נמוך מאוד (מנ"מ)

### 1. תכולת הפרק

**פרק מס' 2.9.1 - חשמל ומערכות מנ"מ** – נועד לקבוע את תכולת השירותים ההנדסיים בתכנון מתקני חשמל ומנ"מ ואת התמורה עבור ביצועם, על-ידי מהנדסים מתכננים הרשומים בפנקס המהנדסים והאדריכלים בענף החשמל ומחזיקים ברישיון חשמלאי מהנדס בעל תוקף ו/או מהנדסים מומחים לתכנון מתקני מנ"מ, בנוסף להוראות הכלולות בחלק 1 של קובץ התעריפים והנהלים – נהלים.

### 2. תכולת שירותי המהנדס

#### א. כללי

- (1) במונח "**מתקני חשמל ומנ"מ**" נכללים בין היתר:
  - יצור, הספקה, חלוקה והולכה של חשמל במתח גבוה ומתח נמוך, בינוי תומך תקשורת (טלפוניה ומחשבים), מערכות חשמל מתח נמוך ומתח מאוד, מערכות בקרה, תשתיות וגלאים לגילוי אש ועשן, גלאי נפח ותנועה וכו'.
  - המתקן כולל את הצנרת, הכבילה, יחידות הקצה לסוגיהן וציוד, לרבות בין היתר: לוחות חשמל מתח גבוה ומתח נמוך, רשתות חלוקה והזנה, שנאים, גנרטורים, מתנעים, לוחות פיקוד ובקרה, מכשור, גופי תאורה, מערכות בקרה לרבות בקרת מבנים (BMS), תשתית והזנה למערכות הבאות: מנועים, טמ"ס, מרכזיות טלפונים, מערכות מחשוב פסיביות, מערכות אוטומטיות להפעלת מכונות, אנטנות, אמצעי תצוגה וכו'.
- (2) המהנדס יבצע שירותי תכנון בסיסיים ב-4 שלבים (תכנון מוקדם, תכנון סופי, תכנון מפורט ובדיקת התאמת הביצוע לתכנון- פיקוח עליון) על פי המפורט להלן.  
הרשות בידי מנהל החוזה לקבוע לפני סיום התכנון שהתמורה בגין שירותי פיקוח עליון תשולם לפי ביקורים באתר על בסיס ש"ע עפ"י דיווח ולא לפי השירותים החלקיים עבור בדיקת התאמת הביצוע לתכנון.
- (3) תחילת כל אחד מהשלבים מותנה באישור בכתב של מנהל הפרויקט.
- (4) בתכנון מתקני חשמל במבנים - התכנון מתייחס אל כל קומות המבנה ממרתפי החניה, המחסנים, קומת כניסה, קומות המבנה או שטחים אחרים, גג המבנה ומערכתיו, שטחים חיצוניים פתוחים (כגון חניות המשרתות את המבנה, גנים, פיתוח צמוד, כבישי גישה וכו').
- (5) המערכות הכלולות בתכנון מתקני חשמל במבנים כוללות בין היתר:
  - א) אספקת חשמל כללית למבנה, לרבות לכל אביזרי הקצה.
  - ב) תאורה, לרבות תאורת חירום.
  - ג) חיבור הבניין למערכת התשתית החיצונית עד 100 מ' מהמבנה/מתקן.
  - ד) תאורת חוץ הצמודה למבנה, תאורת כבישים וחניות, תאורה דקורטיבית



ה) תשתיות למערכות המבנה :

- (1) רשתות תקשורת לרבות טלפון, טלויזיה בכבלים ואינטרקום.
- (2) טלפוניה ייעודית.
- (3) הזנות למתקנים אלקטרומכניים (מים וביוב, מזוג אויר, מתקני הגברת מים ובקרת לחץ).
- (4) מערכות שחרור עשן.
- (5) אזעקות נגד פריצה.
- (6) מערכות מצלמות CCTV להגנה.
- ו) בקרת מבנה משולבת (שירותים מפורטים בנספח נפרד המצורף לפרק זה)
- 6) בתכנון תאורת דרך ו/או אבטחה נכלל מתקן התאורה על כל חלקיו לרבות: תשתיות חשמל, עמודי תאורה, גופי תאורה, מערכת הארקה, שלטים ואביזרים מוארים ומחושמלים לאורך התוואי, מרכזיות תאורה ומובלים לתשתיות תקשורת לאורך התוואי כגון מצלמות, אמצעי אבטחה, בקרה, פיקוד תאורה וכו' (למען הסר ספק צומת תחושב כחלק מאורך התוואי).
- 7) בפרויקטי BIM, המתכנן ידרש לעבוד במערכת המאפשרת יצוא ב-IFC למתכנני המבנים
- 8) שירותים הנוגעים לתכנון ב- BIM סומנו ב"\*\*\*", בפרויקטי BIM שירותים אלו מחייבים בנוסף ליתר השירותים.

## ב. תכנון מוקדם

- שירותי התכנון שעל המהנדס לבצע במסגרת התכנון המוקדם כוללים:
- (1) בירור האפיון למבנה ומתקני החשמל והמנ"מ עם מנהל הפרויקט, חקירות מוקדמות, התייעצות ותיאום עם האדריכל, מתכננים ויועצים אחרים.
  - (2) קביעת תקני וקיבולת מתקני החשמל והמנ"מ.
  - (3) קביעת המערכות הנלוות הנדרשות במבנה והתקנים שלהן.
  - (4) קביעת מסגרת תקציבית לביצוע מתקני החשמל והמנ"מ.
  - (5) הגדרת השטחים והחללים הנדרשים לצורך העמדת ציוד כגון חדרי חשמל, מרכזיות, וחדרי מחשבים.
  - (6) יעוץ בקשר להיבטים האנרגטיים הקשורים לאקלום ולאפיון המבנה/מתקן.
  - (7) הגדרת דרישות מיוחדות למבנה/מתקן בהתייחסות לייעודו.



**פרק 2.9.1 חשמל ומערכות  
מתח נמוך מאוד (מנ"מ)**

- 8) הגדרת שלביות הביצוע.
- 9) שילוב עם מערכות מקבילות / תחומי אחריות של יועצים אחרים מצוות התכנון.
- 10) קבלת הנחיות הרשויות המוסמכות או גורמים אחרים בקשר לבעיות החוקיות והאחרות, הכלולות בתכנון המתקן או בקבלת אישור הרשויות.
- 11) לימוד יסודי של התכנון המוקדם שהוכן ע"י האדריכל ו/או המתכנן המוביל.
- 12) בירורים מול מנהל הפרויקט לגבי הנחיות לתכנון והוראות מיוחדות לתכנון וביצוע.
- 13) עריכת סיורים באתר וסביבתו, לימוד מקורות התשתיות בסביבת המבנה.
- 14) השתתפות בפגישות תיאום ותיאום שוטף עם האדריכל, המתכנן המוביל, צוות התכנון, המזמין והמשתמש.
- 15) לימוד דרישות דין החלות על תכנון המתקנים.
- 16) טיפול בהתחברות למקורות ההספקה.
- 17) קביעת עקרונות פעולת המתקן וצורתו.
- 18) הכנת תכניות מוקדמות המתארות את התצורה העקרונית של המתקן.
- 19) קביעת תצורה סופית של פריסת המתקן והרכיבים המרכזיים.
- 20) הכנת אומדן עלות ברמת תכנון מוקדם.
- 21) קבלת אישור מנהל הפרויקט.
- 22) מודל של אלמנטי מערכת החשמל העיקריים במבנה (חדרי חשמל, גנרציה, שנאים, לוחות ראשיים, קומתיים ומשניים)\*
- 23) הזנת נתונים רלוונטים במודל – שמות האלמנטים, קוד אלמנט, הספק נומינלי\*

**ג. תכנון סופי**

- שירותי התכנון שעל המהנדס לבצע במסגרת התכנון הסופי כוללים:
- 1) קביעת פעולת המתקן וצורתו.
  - 2) קביעת מקדמי העמסה.
  - 3) הכנת תכניות סופיות המתארות את התצורה הסופית של המתקן לאישור מנהל הפרויקט, לרבות חישובי תאורה וכל הנדרש על ידי מנהל הפרויקט והגורמים המקצועיים אצל המזמין.
  - 4) תיאום התכניות עם האדריכל והיועצים.

## פרק 2.9.1 חשמל ומערכות מתח נמוך מאוד (מנ"מ)

- 5) קבלת הנחיות מרשויות ומגורמים מקצועיים מנחים (לרבות בקרת תכן במדורים המקצועיים של המזמין) ושילובם בתכניות.
- 6) הכנת התכניות והמסמכים הנדרשים ע"י הרשויות המוסמכות וטיפול באישורם, חתימה על היתרי בניה והיתרי דרך במידה ונדרשים ע"י הרשויות.
- 7) הכנסת תיקונים בתכניות ובמסמכים בהתאם לדרישות המזמין, הרשויות המוסמכות, מנהלי התכנון, האדריכל והמתכנן המוביל.
- 8) אומדן ערך המתקן.
- 9) הכנת תיאור מילולי של המתקן, המפרט, בין היתר, את עקרונות התכנון, תיאור טכני כללי של המתקן, הסבר שיטת הביצוע המוצעת והתחברות למקורות התשתית.
- 10) קבלת אישור מנהל הפרויקט.
- 11) מודל של אלמנטי מערכת החשמל העיקריים במבנה (חדרי חשמל, גרציה, שנאים, לוחות ראשיים, קומתיים ומשניים) כולל ציוד ברמת פירוט LOD 200.2 (ראה טבלת LOD בנספח \*OIR)
- 12) תוואי מערכות חשמל עיקריים, תעלות חשמל, פסי צבירה, צנרת חשמל, שוחות). \*
- 13) מודל מתואם מול יועצים לתוואי ראשיים\*
- 14) אביזרי חשמל וגופי תאורה במודל ברמת פירוט LOD 200.2 (ראה טבלת LOD בנספח \*OIR)
- 15) המודל יכיל מידע פיזי ואינפורמטי מבוסס על מתכנני המשנה (מנ"מ ותקשורת)

### א. תכנון מפורט

שירותי התכנון שעל המהנדס לבצע במסגרת התכנון המפורט כוללים:

- 1) הכנת חישובי פעולת המתקנים.
- 2) בחירת הציוד הדרוש.
- 3) תכנון התחברויות למקורות ההספקה.
- 4) הכנת תכניות הנדסיות מפורטות, בהירות ומושלמות לביצוע מתקני החשמל על פי הוראות ת"י 1547 חלק 6.
- 5) הכנת פרוגרמה/תכנית בדיקות מפורטת הנדרשות בפרויקט לשלב הביצוע, וזאת על פי חוק התכנון והבנייה ודרישות האגף הרלוונטיות לתחום התכנון. המתכנן יגדיר בין היתר את הנושאים הבאים:



משרד הבריאות

תעריפים ונהלים לעבודות תכנון במערכת הביטחון  
חלק 2 – תעריפים

## פרק 2.9.1 חשמל ומערכות מתח נמוך מאוד (מנ"מ)



מדינת ישראל

- (א) הבדיקות הנדרשות בפרויקט כולל כמות וסוג.
- (ב) נקודות עצירה(נקודות עצירה הן אירועים המתרחשים כחלק מתהליך הביצוע המחייבים נוכחות ופעילות של המתכנן בפרויקט, לפני המשך העבודה).
- (ג) תדירות הבדיקות.
- (ד) נהלי מעקב אחראי התאמות הכוללים: פירוט דרגות חומרה, אופן דיווח למפקח ולמנהל הפרויקט, כולל לוי"ז ממועד אי התאמה.
- פירוט הנושאים לעיל, הינם ראשי פרקים, והינם דרישות מינימום המחייבים את המתכנן
- (6) תיאום, ביקורת ואישור תכניות האדריכל והיועצים מבחינת מתקן החשמל ומבחינת מיקום וגודל פתחים, מובלים, שרוולים וחורים.
- (7) הכנת מפרטים מיוחדים, אופני מדידה מיוחדים, תכולת המחירים וכתבי כמויות של מתקני החשמל בהסתמך על המפרט הכללי לעבודות בניה ועל פי ההוראות מנהל הפרויקט להכנת מסמכי מכרז. כתבי כמויות יוכנו על-פי ההוראות בפרק 1.13 של חלק 1-נהלים.
- (8) הכנת אומדן ערך מתקן החשמל, מבוסס על המפרטים וכתבי הכמויות, תוך ציון המדד התקף במועד הכנת האומדן.
- (9) הכנת דרישות לבקרת טיב המוצר במהלך הביצוע למוצרים כדוגמת גנרטור, שנאי, אל פסק, ספקים/ מטענים, פילטרים וכו'.
- (10) הכנת רשימות ציוד.
- (11) מתן חוות דעת בכל הקשור למכרז בין הקבלנים לביצוע מתקן החשמל ומנ"מ.
- (12) השתתפות בסיוור הקבלנים ומתן תשובות לשאלות הקבלנים.
- (13) קבלת אישור מנהל הפרויקט.
- (14) מודל של כלל אלמנטי מערכת החשמל במבנה (חדרי חשמל, גנרציה, שנאים, לוחות ראשיים, קומתיים, משניים ולוחות קצה) כולל ציוד ברמת פירוט LOD 350 (ראה טבלת LOD בנספח \*OIR)
- (15) תוואי מערכות חשמל עיקריים, תעלות חשמל, פסי צבירה, צנרת חשמל, שוחות). \*
- (16) מודל מתואם מול יועצים לתוואי ראשיים\*
- (17) אביזרי חשמל, גופי תאורה, קופסאות חיבורים במודל ברמת פירוט LOD 350 (ראה טבלת LOD בנספח \*OIR)





משרד הבריאות

תעריפים ונהלים לעבודות תכנון במערכת הביטחון  
חלק 2 – תעריפים

## פרק 2.9.1 חשמל ומערכות מתח נמוך מאוד (מנ"מ)



מדינת ישראל

18) הזנת נתונים באלמנטים שיהיו זמינים לשליפה מהמודל\*

19) המודל יכיל מידע פיזי ואינפורמטי מבוסס על מתכנני המשנה (מנ"מ ותקשורת)\*

20) הכנת מודל ייעודי לתחזוקה בהתאם למסמך OIR.\*

21) כתבי הכמויות יופקו מהמודל\*

### ב. בדיקת התאמת הביצוע לתכנון – פיקוח עליון

השירותים שעל המהנדס לבצע במסגרת בדיקת התאמת הביצוע לתכנון – פיקוח עליון כוללים:

1) פיקוח עליון על הביצוע במטרה להבטיח את ביצוע מתקני החשמל והמנ"מ בהתאם למסמכי ההתקשרות לביצוע (תכניות, מפרטים והנחיות), לרבות השינויים והתיקונים אותם חייב הקבלן לבצע בתקופת ביצוע המבנה וכן בתקופת הבדק.

2) השתתפות בישיבות ביצוע באתר אליהן יוזמן.

3) ביקורים באתר בהתאם ללוח הזמנים שיקבע מנהל הפרויקט, בהתחשב בשלבי ביצוע העבודה, אופי העבודה ומורכבותה לשם בדיקת הביצוע ומתן מענה לבעיות הספציפיות המתעוררות באתר העבודה ודורשות פתרונות.

תדירות הביקורים תהיה על פי הדין ולא תפחת מפעם בחודש.

בכל מקרה חלה חובה על המתכנן לבקר באתר במקרים הבאים:

א) בסיום כל שלב עבודה שאחריו לא ניתן לבדוק את איכות הביצוע והתאמתו לתכנון.

ב) בעת בדיקת הפעלה של ציוד כלשהו הכלול בתכנון ובביצוע.

ג) לפי הזמנת המפקח הצמוד או מנהל הפרויקט.

4) עריכת ביקורים במפעלים ובבתי מלאכה המייצרים מוצרים וחומרים לשימוש באתר

הבנייה, על-פי הצורך ופיקוח עליון על ביצועם.

בכל מקרה חלה חובה על המתכנן לבקר במפעלי הייצור בגמר ייצור הציוד במפעל ולפני הוצאתו לאתר.

במקרים בהם הציוד מתייחס גם למערכות אחרות, יעשה הביקור במשותף עם מתכנן המערכת הנוספת.

5) הוצאת פרוטוקולים מפורטים בכתב לאחר ביצוע בדיקת הביצוע באתר או בבית מלאכה, בהם יימסרו התרשמויותיו, הערותיו לגבי טיב הביצוע, והנחיותיו להמשך העבודה, והפצתם למנהל הפרויקט.





- 6) השלמת מידע חסר בתכניות הביצוע ובמסמכי המכרז.
- 7) בדיקת ואישור תכניות ייצור והקמה (Shop Drawings) המוכנות ע"י קבלנים וספקים לרבות לוחות חשמל, לוחות פיקוד ובקרה וכו'.
- 8) בדיקת ואישור תכניות חלופיות של קבלנים.
- 9) יעוץ והמלצות למנהל הפרויקט לגבי בחירה, בדיקה ואישור של חומרים וציוד.
- 10) הדרכת מנהל הפרויקט, המפקח והקבלן בביצוע המתקן לרבות מתן מענה לשאלותיהם בכל עת, לרבות ההסברים הנחוצים.
- 11) יעוץ והמלצות למנהל הפרויקט ולמפקח הצמוד לגבי תוצאות בדיקת מעבדה.
- 12) יעוץ למנהל הפרויקט והשתתפות בבירורים עם הקבלן בזמן ביצוע מתקן החשמל על פי הצורך.
- 13) יעוץ למנהל והשתתפות בבירורים עם הקבלן בקשר עם ביצוע המתקן.
- 14) ליווי הכנת תכניות עדות (AS MADE) שיוכנו ע"י הקבלנים, לרבות הוראות ושינויים שנמסרו בזמן הביצוע, הוראות הפעלה ותחזוקה של המתקן.
- 15) השתתפות בקבלת המבנה, אישור גמר ביצוע בתיאום עם מנהל הפרויקט והאדריכל וחתימה על טופס אכלוס.
- 16) תקשורת מבוססת מודל הנוגעת ל-RFI, שאלות, שינויים כנציג המזמין בתחומו והמשך תפעול שינויים על גבי המודל בהתאם להנחיות המזמין.

מתכנן החשמל יערוך ביקורים באתר הבניה, במבנה/ המתקן או בחלקים ממנו, בהתאם ללוח הפרויקט, במועדים התואמים את התקדמות העבודה וכפי כשיקבע ע"י מנהל הפרויקט ו/או המפקח וכן לפי שיקול דעתו המקצועי של המתכנן, לצורך מעקב על ביצוע הפרויקט. בכל מקרה, המתכנן יבקר באתר, לפחות בשלבים / צמתים שלהלן-

פרק 2.9.1 חשמל ומערכות  
מתח נמוך מאוד (מנ"מ)

פ"ע של מתכנן חשמל	שלבי עבודה / צומת	
✓	מסירת האתר לעבודת הקבלן חשמל	1
✓	תחילת עבודות תשתיות חשמל	2
✓	ביצוע הארקה יסוד	3
✓	גמר ביצוע צנרת תחת הטיח ונקודות ההכנה (בדיקתה מדגמית)	4
✓	השחלת חוטים (בדיקה מדגמית)	5
✓	בחירת אביזרים ואישור דוגמאות	6
✓	אישור תכנית יצור לוחות	7
✓	בדיקה מדגמית של לוחות חשמל	8
✓	גמר עבודות התקנה, עם קבלת הלוחות וחיבורם באתר	9
✓	טרום קבלת העבודה / אישור חלקי לצורך בקשה לחיבור לרשתות חשמל, תקשורת ומערכות אחרות לפי הפרויקט	10
✓	קבלת המבנה/מתקן/ תשתיות ואישור גמר ביצוע	11
✓	ביקור באתר/מבנה/מתקן לצורך ווידוא תקינות הביצוע לאחר הערות	12

## 3. תוצרי התכנון

## א. תכנון מוקדם

- 1) תכנון בקני"מ 1:100 של מערכות החשמל והמערכות הנלוות מתואמות עם תכניות האדריכל, המתכנן המוביל, מהנדס הקונסטרוקציה, יועצי מיזוג האויר, הבטיחות והתברואה.
- 2) תכניות מערכות החשמל והמערכות הנלוות מאושרות ע"י המזמין.
- 3) אומדן עלויות בהתאמה לשלב התכנון.

## ב. תכנון סופי

- 1) מערכת תכניות שלמה בקני"מ 1:100 מעודכנת לפי ההערות של הרשויות השונות, צוות התכנון והגורם המקצועי של המזמין.
- 2) מערכת תכניות מאושרת ע"י האדריכל, צוות התכנון והמזמין.
- 3) אומדן עלויות בהתאמה לשלב התכנון.





## פרק 2.9.1 חשמל ומערכות מתח נמוך מאוד (מנ"מ)

### ג. תכנון מפורט

- 1) מערכת תכנונית מושלמת של מתקני החשמל והמערכות הנלוות בק"מ 1:100 או 1:50 וחתכים מקומיים בק"מ הדרוש, על רקע תכנית אדריכלית ותכנית תאום מערכות (סופרפוזיציה) מעודכנת תוך התחשבות באילוצים הקונסטרוקטיביים, מערכות מיזוג אויר, מערכות פיקוד ובקרה, מערכות אלקטרומכניות, מערכות בטיחות, ביטחון, אינסטלציה ומערכות אחרות המשפיעות או מושפעות ממערכות החשמל והמערכות הנלוות ו/או תכנון כבישים, דרכים ומנהרות, מאושרת ע"י המזמין.
- 2) במתקני חשמל במבנים - מערכת תכנונית מאושרת ע"י המזמין הכוללת את כל קומות המבנה ממרתפי החניה, המחסנים, קומת כניסה, קומות המבנה או שטחים אחרים, גג המבנה ומערכותיו, וכן שטחים חיצוניים פתוחים (כגון: חניות, גנים, פיתוח צמוד, כבישי גישה וכו').
- 3) תכניות המציירות את כל נקודות הקצה ובכלל זה מיקום ומקרא.
- 4) במידת הצורך, תכניות פריסת ציוד על הקירות
- 5) מפרט מיוחד הכולל הסברים הנדרשים לצורך ביצוע העבודה וכן פירוט אופני מדידה.
- 6) חישוב מפלי מתח בלוחות ובקווים.
- 7) חישוב זרמי קצר.
- 8) חישובים פוטומטרים, חישובי תאורה.
- 9) תכניות ללוחות החשמל (לא כולל תכניות ייצור של הלוחות הנעשות ע"י הקבלן).
- 10) תאום תכנון עם יועץ קרינה בהתאם לחוק הקרינה הבלתי מייננת התשס"ו 2006 והמלצות המשרד להגנת הסביבה.
- 11) רשימת תכניות, רשימת תפוצה, תאריכי עדכון ותאריכי הפצה.
- 12) כתב כמויות ואומדן לעלות ביצוע מערכות החשמל והמערכות הנלוות ובדיקת ההתאמה למסגרת התקציבית.

### 4. התמורה לשירותי המהנדס

#### א. שכר הטרחה

שכר טרחת המתכנן ייקבע על פי שיטה אחת או שילוב של שיטות שונות כמפורט בחלק 1 נהלים פרק 1.4 – שכר מתכנן.

#### ב. ערך המתקן

##### 1) כללי

א) ערך המתקן כולל את כל הרכיבים הכלולים בסעיף 2. א' לעיל.



משרד הבטחון

תעריפים ונהלים לעבודות תכנון במערכת הביטחון  
חלק 2 – תעריפים

## פרק 2.9.1 חשמל ומערכות מתח נמוך מאוד (מנ"מ)



מדינת ישראל

ב) ערך המתקן הינו בהתאם לשיטה שלפיה ייקבע שכר הטרחה (כמפורט בחלק 1 - נהלים, פרק 1.4 - שכר המתכנן, טבלה 1.4.2)

ג) ערך המתקן הינו מכפלה של עלות המתקן למ"ר בשטח המבנה או מכפלת של עלות המתקן למ"א בתאורת דרך/ אבטחה. במקרים בהם לא ניתן לתמוך לפי עלות המתקן למ"ר/ למ"א ערך המתקן יהיה לפי אומדן.

2) שטח המתקן לצורך קביעת שכר הטרחה:

חישוב שטח המבנה הינו בכפיפות להוראות בפרק 1.4 סעיף 2 ח. 5), שכר המתכנן, חלק 1 של התעריף נהלים.

3) עלויות המתקן למ"ר/מ"א

עלויות המבנים/ מתקנים מפורטים בהתאם לסוגי המבנים בטבלה 1 שלהלן:





משרד הבטחון

תעריפים ונהלים לעבודות תכנון במערכת הביטחון  
חלק 2 – תעריפים



מדינת ישראל

**פרק 2.9.1 חשמל ומערכות  
מתח נמוך מאוד (מנ"מ)**

**(א) טבלה מס' 1 – סוגי מבנים**

שימוש	מבנים מורכבים	מבנים מורכבים	
תעשייה ואחסנה	חדרים נקיים (2000 ש"ח/מ"ר) אולמות מחשב (2600 ש"ח/מ"ר)	מחסנים אוטומטיים (500 ש"ח/מ"ר) מסופי מטענים (600 ש"ח/מ"ר) סככות כלי טיס (800 ש"ח/מ"ר) סככות כלי שיט (800 ש"ח/מ"ר) דת"קים (800 ש"ח/מ"ר) מתקני לשי"ב ממוחשבים (1000 ש"ח/מ"ר) חדר מכונות (לפי אחוז) מבנה קירור (500 ש"ח/מ"ר) מתקני טיהור שפכים (750 ש"ח/מ"ר) תחנות דלק (1000 ש"ח/מ"ר) אולמות כרייה/ מנהרות (1800 לפי מטר אורך) בונקר-מחסן תחמושת לרבות ציוד מוגן התפוצצות (1500 ש"ח/מ"ר)	חניה בקומות 120 ש"ח/מ"ר כלביה 100 ש"ח/מ"ר מתקני לשי"ב 70 ש"ח/מ"ר סדנאות רכב (300 ש"ח/מ"ר) מוסכים (800 ש"ח/מ"ר) מחסנים (300 ש"ח/מ"ר) סככות ציוד (300 ש"ח/מ"ר) נשקיות (450 ש"ח/מ"ר) חניה תת קרקעית (200 ש"ח/מ"ר) איגום מים (250 ש"ח/מ"ר) אגני חמצון (150 ש"ח/מ"ר) מאגרי קולחין (150 ש"ח/מ"ר) תחנת כיבוי אש (1100 ש"ח/מ"ר)
	מגרשי חניה (75 ש"ח/מ"ר) משטחי אחסנת חוץ ממוסדים (75 ש"ח/מ"ר) אצירת אשפה (50 ש"ח/מ"ר)	מרכזי תחזוקה (500 ש"ח/מ"ר) תחנת כח, תחנת השנאה, מרכזי אנרגיה (לפי תוצאות מכרז)	
התקהלות (מבני ציבור)/ דרכים	חמ"לים מעל 1000 מ"ר (1800 ש"ח/מ"ר) חמ"לים עד 1000 מ"ר (2500 ש"ח/מ"ר) תחנת קליטה ושידור (2500 ש"ח/מ"ר) מגדלי פיקוח צבאי/אזרחי (2500/4000 ש"ח/מ"ר)	משרדים (750 ש"ח/מ"ר) מוזיאונים (750 ש"ח/מ"ר) מטבחי חימום (1000 ש"ח/מ"ר) מבני רווחה (750 ש"ח/מ"ר) מסופי נוסעים-צבאי (900 ש"ח/מ"ר) *מרפאות – אתר רפואי קבוצה 0 (900 ש"ח/מ"ר) בתי משפט (750 ש"ח/מ"ר) בתי סוהר (750 ש"ח/מ"ר) אולפני אודיו ווידאו (1250 ש"ח/מ"ר) מטבחי בישול (1350 ש"ח/מ"ר) בריכת שחייה מקורה (750 ש"ח/מ"ר) אצטדיון מקורה (750 ש"ח/מ"ר)	מעברי גבול (500 ש"ח/מ"ר) חדרי אוכל (500 ש"ח/מ"ר) מבנה משמר ומעצר (450 ש"ח/מ"ר) בתי כנסת (650 ש"ח/מ"ר) ספריות (500 ש"ח/מ"ר) בית לוויית (300 ש"ח/מ"ר) מבני שירותים תברואיים (300 ש"ח/מ"ר) אולמות ספורט (500 ש"ח/מ"ר) מקלטים (350 ש"ח/מ"ר)
	*אתר רפואי קבוצה 1	מגרשי ספורט (125 ש"ח/מ"ר)	





משרד הבריאות

תעריפים ונהלים לעבודות תכנון במערכת הביטחון  
חלק 2 – תעריפים

**פרק 2.9.1 חשמל ומערכות  
מתח נמוך מאוד (מנ"מ)**



מדינת ישראל

שימוש		מבנים מורכבים
	מסלולי ריצה (300 ש"ח לפי מטר אורך) מסלולי מכשולים (300 ש"ח לפי מטר אורך) מטווחים פתוחים (100 ש"ח/מ"ר) מגרשי מסדרים (150 ש"ח/מ"ר) בתי קברות (100 ש"ח/מ"ר) אתרי הנצחה – כאשר לא מועסק יועץ תאורה (350 ש"ח מ"ר) אתרי הנצחה – כאשר מועסק יועץ תאורה (750 ש"ח מ"ר) אנדרטאות (750 ש"ח/מ"ר) בריכה ללא קירוי (200 ש"ח/מ"ר) אצטדיון ללא קירוי (350 ש"ח/מ"ר) תאורת דרך/אבטחה דו מסלולית (440 ש"ח/מ"ר) תאורת דרך/אבטחה חד מסלולית (350 ש"ח/מ"ר)	(1100 ש"ח/מ"ר) *אתר רפואי קבוצה 2 (1800 ש"ח/מ"ר) מבנה הפקה (1800 ש"ח/מ"ר)
מגורים	מגורי חיילים (500 ש"ח/מ"ר) מלונית (700 ש"ח/מ"ר) מגורי משפחות (500 ש"ח/מ"ר)	
	אהלים (100 ש"ח/מ"ר)	
הדרכה	סככות הדרכה (120 ש"ח/מ"ר) סככות ירי פתוחות (120 ש"ח/מ"ר) כיתות ואולמות הדרכה (500 ש"ח/מ"ר)	כיתות הדרכה עם מערכות מולטימדיה (1100 ש"ח/מ"ר) מטווחים סגורים (750 ש"ח/מ"ר) מבני מאמנים-סימולטורים (1000 ש"ח/מ"ר) אודיטוריום/אולם כנסים (1000 ש"ח/מ"ר)

\* - אתר רפואי כהגדרתו בתקנות החשמל(מתקני חשמל באתרים רפואיים במתח עד 1000 וולט)  
הערה - לא תשולם תוספת שכר טרחה עבור תאורת חוץ הצמודה למבנה, תאורת כבישים וחניות, תאורה דקורטיבית ותשתיות חשמל בהיקף המבנה ועד למרחק של 15 מ' מהמבנה.  
עבור מערכות החשמל והתאורה לעיל, במרחק שמעל 15 מטר מההיקף החיצוני של המבנה, יחושב שכר הטרחה בנפרד.



## פרק 2.9.1 חשמל ומערכות מתח נמוך מאוד (מנ"מ)

4) ערך המתקן עפ"י האומדן המשוער(שיטה לקביעת שכ"ט 1 א' ) או עפ"י תוצאות מכרז לביצוע(שיטה לקביעת שכ"ט 1 ג') כ- % מערך העבודה.

### א) קביעת ערך המתקן

- 1) עלויות המתקן המפורטות לעיל ייקבעו בהפחתת ערכי ציוד כמפורט להלן:  
(א) ערך הציוד ששילובו במתקן דורש בחירה, תיאום ופירוט כללי בלבד (כגון: שנאים, גנרטורים, אל פסק, מסננים, ממירים, מישרי זרם וקולטי PV) נחשב ב- 50% מערכו.  
(ב) ערך ציוד קצה בתכנון מערכות בקרת מבנים ששילובו במתקן דורש בחירה, תיאום ופירוט כללי בלבד, כגון: מצלמות ומסכים, בקרים וכו' נחשב ב- 20% מערכו.  
(2) אגרות ותשלומים לרשויות ו/או תשלומים לחברת חשמל אינם נכללים בערך המתקן לצורך חישוב שכר הטרחה.  
(א) ערכי המתקן לכל סוג מבנה בתוך טווח התכנון יקבעו על-ידי מנהל הפרויקט, בהסתמך על טבלת עלויות אגף ההנדסה והבינוי.

### ג. מכסות שכר יסוד (Sy)

#### 1) מהות

- א) מכסות שכר היסוד נקבעות באחוזים למאה מערך המתקן.
- ב) ערכי מכסות שכר היסוד לערכי העלות השונים של המתקנים כלולים בטבלה 2.
- ג) לערכי עלות הקטנים מהשורה הראשונה הכלולה בטבלה, יש לפעול לפי האמור בפרק 1.10 "עבודות קטנות" של חלק 1 – נהלים.
- ד) לקביעת מכסות שכר היסוד למתקנים שעלותם מעל השורה האחרונה הכלולה בטבלה, ייקבע ערך מכסת היסוד במשא ומתן בין מנהל החוזה לבין המתכנן.



**טבלה מס' 2 – ערכים טיפוסיים של מכסות שכר היסוד**

אחוז השכר	אחוז שכר מבנים מורכבים	ערך המתקן באלפי ש"ח
9.720	11.907	100
8.958	10.973	200
8.423	10.318	300
7.581	9.287	500
6.364	7.795	1,000
5.516	6.758	2,000
5.289	6.479	3,000
4.998	6.122	5,000
4.396	5.285	10,000
4.043	4.926	15,000
3.666	4.447	30,000
3.542	4.288	40,000
3.351	4.069	60,000
3.168	3.880	80,000
3.095	3.753	100,000

השכר עבור ערכי ביניים של הטבלה יהיה על ידי ביון (אינטרפולציה)

**2) תוספות למכסת שכר יסוד**

א) תשולם תוספת למכסת שכר יסוד של 20% עבור שרותי תכנון בלבד לגבי: תכנון מתקני חשמל ותאורה במחלפים בדרך דו-מסלולית (כאשר הגדרת גבולות המחלף לטובת החישוב תקבע בהתאם לכללי דיסציפלינת אורך של נתיי).





**פרק 2.9.1 חשמל ומערכות  
מתח נמוך מאוד (מנ"מ)**

ד. שירותים חלקיים

שיעורי השירותים החלקיים יהיו כמפורט להלן:

תכנון בשיטת CAD		
<b>א. תכנון</b> ..... 80%		
15%	תכנון מוקדם	(1)
5%	תכניות סופיות	(2)
1%	הכנת בקשה להיתר בניה צה"לי <sup>1</sup>	(3)
4%	תכניות לרשויות וטיפול באישורן	(4)
	תכנון מפורט	(5)
10%	א) חישוב מערכות המתקן	
35%	ב) תכניות מערך והתקנה כוללות	
10%	ג) מפרטים, כתבי כמויות ואומדן	
<b>ב. בדיקת התאמת התכנון לביצוע</b> ..... 20%		
12%	פיקוח עליון	(1)
	בדיקת תכניות יצור והרכבה וחלופות תכנון	(2)
4%	המוגשות על ידי הקבלן	
2%	בדיקה ואישור של תכניות עדות	(3)
	בדיקת המבנה ואישורו:	(4)
2%	השתתפות בהליכי קבלת המבנה	

<sup>1</sup> במידה והיתרי הבניה יבוצעו על ידי מנהל הפרויקט, סעיף זה לא ייכלל בשירותים החלקיים של המתכנן





**פרק 2.9.1 חשמל ומערכות  
מתח נמוך מאוד (מנ"מ)**



**תכנון בשיטת BIM**

**א. תכנון ..... 80%**

20%	(1)	תכנון מוקדם
15%	(2)	תכניות סופיות
1%	(3)	הכנת בקשה להיתר בניה צה"לי
4%	(4)	תכניות לרשויות וטיפול באישורן
	(5)	תכנון מפורט
10%		א) חישוב מערכות המתקן
20%		ב) תכניות מערך והתקנה כוללות
10%		ג) מפרטים, כתבי כמויות ואומדן

**ב. בדיקת התאמת התכנון לביצוע ..... 20%**

12%	(1)	פיקוח עליון
	(2)	בדיקת תכניות יצור והרכבה וחלופות תכנון
4%		המוגשות על ידי הקבלן
2%	(3)	בדיקה ואישור של תכניות עדות
	(4)	בדיקת המבנה ואישורו:
2%		א) השתתפות בהליכי קבלת המבנה





## פרק 2.9.1 חשמל ומערכות מתח נמוך מאוד (מנ"מ)

### ה. שירותים נוספים

במידה ובחווה עם המתכנן יכללו דרישות לביצוע שירותים נוספים כגון: תיאום תכנון, תיאום מערכות מבנה, ייעוץ בטיחות, מדידות וכו' כמתכנן ראשי במסגרת תכנון כוללני, ישולם למתכנן חשמל שכר טרחה בהתאם להוראות התעריפים למקצועות השונים (לרבות התעריף עפ"י פרק 2.21 א' תעריף מתכננים ויועצים לפי ש"ע / עמודה D) בתוקף בעת ביצוע ההזמנה. המתכנן יבצע השירותים הנוספים אך ורק לאחר קבלת הנחיית מנהל החווה מראש ובכתב.

1) ככל ויידרש היועץ על ידי המזמין להשתתף בבירור תביעות וסכסוכים משפטיים, אשר התגלעו עם הקבלן המבצע, לאחר סיום הפרויקט, ואשר נוגעים במישרין או בעקיפין, לתכנון הפרויקט ו/או לביצועו, ואשר אינם נובעים מרשלנות ו/או מחדל של היועץ, יסכמו הצדדים את התמורה, ו/או את מנגנון התשלום, עבור שירותים אלו מראש ובכתב. למען הסר ספק, במידה המזמין שילם ליועץ עבור שירותי היועץ הכלולים בסעיף קטן זה או לחלופין שירותי היועץ הנוספים נדרשים עקב רשלנות ו/או מחדל של היועץ, לא תשולם ליועץ כל תמורה בגין השירותים שבסעיף קטן זה.

2) הדרישות לחישובים לתאימות אלקטרומגנטית (בהתאם לחוק הקרינה הבלתי מייננת התשס"ו 2006 והמלצות המשרד להגנת הסביבה), תוגדרנה בתחילת כל התקשרות עם מתכנן החשמל, והתמורה עבור שירותים אילו, תסוכם בין הצדדים מראש ובכתב, לפי שעות עבודה או לפי היקף שעות עבודה סופי וקבוע אשר יסוכם במועד קביעת שכ"ט למתכנן.

### תכנון מתקני מנ"מ שלא במסגרת הסכם תכנון כולל

שכר הטרחה עבור תכנון מתקני מתח נמוך מאוד שאינם כלולות בתכולות מצוינות בסעיף 2 א' 1 לעיל, שלא במסגרת הסכם תכנון כולל, יקבע על פי העקרונות הבאים:

- א) ערך המתקן יקבע על ידי מנהל החווה בהתאם להבהרות שימסרו על ידי המתכנן.
- ב) מכסות שכר היסוד, תוספת לשכר היסוד והשירותים החלקיים יהיו כמפורט בסעיף 4



משרד הבטחון

תעריפים ונהלים לעבודות תכנון במערכת הביטחון  
חלק 2 – תעריפים

## פרק 2.9.1 חשמל ומערכות מתח נמוך מאוד (מנ"מ)



מדינת ישראל

### נספח בקרת מתקן

**מערכת בקרת מתקן: מערכת לניטור, בקרה, שליטה וניהול אחזקה של מערכות אלקטרו-מכאניות ומערכות נוספות במתקן.**

שירותים חלקיים הנדרשים ממתקן חשמל בתחום בקרת מבנה:

- א. **מסירת עבודה בשלבים** – המתכנן יציין במפרט הטכני דרישות מיוחדות למסירת עבודה בשלבים.
- ב. **שרידות ויתירות** – המתכנן יגדיר במפרט הטכני את דרישות היתירות והשרידות הנדרשים לכל מערכת בקרת מתקן ולכל אחד ממרכיבי המערכת לרבות רשת התקשורת, מחשוב, בקרים וחיבור חיוויים לבקרים.
- ג. **טופולוגיה ופריסה של המערכת** – המתכנן יגדיר במפרט הטכני את הפריסה של המערכת במבנים השונים ואת הטופולוגיה של תצורת מערכת המחשוב, רשת וחיבור הבקרים.
- ד. **מחשוב** – המתכנן יגדיר במפרט הטכני דרישות לתצורה של המערכת ובמידת הצורך דרישות מיוחדות לכל אחד ממרכיבי המחשוב לרבות דרישות אבטחת מידע והקשחה, זיהוי משתמשים מורשים, מסכי התצוגה, תוכנה, כבילה, וכד'.
- ה. **תוכנות מדף** – המתכנן יגדיר במפרט הטכני דרישות לתוכנות מדף בשרתים ומחשבים, לרבות מהדורה, רישיונות נדרשים, תהליך חידוש גרסאות ורישיונות.
- ו. **אחסון מרכזי** – המתכנן יגדיר במפרט הטכני את הדרישות לתצורת מערכת האחסון, רזרבה נדרשת במקום האחסון, רמת שרידות, מיקום התקנה ובמידת הצורך דרישות מיוחדות למתקן.
- ז. **רשת תקשורת** – המתכנן יגדיר במפרט הטכני את כמות והרשתות הנדרשות, לכל רשת את התצורה, דרישות שרידות וגיבוי, קצב העברת הנתונים בין מרכיבי הרשת, ביצועים ודרישות מרשת התקשורת עבור מערכת בקרת המתקן.
- ח. **מתגים ברשת התקשורת** – המתכנן יגדיר לכל מתג דרישות שרידות מבחינת כמות ספקי כוח, כניסות חשמל וכרטיסי רשת וניהול המתג, כמות פורטים רגילים ופורטים POE, פרוטוקולים לבקרה בהם נדרש המתג לעבוד, ובמידת הצורך זיוד והתאמה לעבודה בתנאי סביבה מיוחדים.
- ט. **אבטחת מידע וסייבר** – המתכנן יגדיר במפרט הטכני את הדרישות לאבטחת מידע וסייבר זאת על פי הנחיות הנחיות משהב"ט-אגף ההנדסה והבינוי שמפורטות בתקן הגנת סייבר למערכות מתקניות, או הנחיות מקבילות במשרד. ההגדרה תכלול לכל רשת פירוט של מרכיבי אבטחת מידע נדרשים, דרישות הקשחה, זיהוי משתמשים מורשים, סוג וכמות עמדות הלבנה, ממשקים חד כיווניים ודרישות מידור והגנה פיזית.
- י. **רגשים** – המתכנן יגדיר את הרגשים הנדרשים במערכת כולל צורך ב:
  - הגדרת התרעה על חריגה מסף עליון או תחתון.
  - אגירה מקומית ברגש של נתונים והעברת הנתונים למערכת הבקרה יכולה להתבצע בתקשורת או ידנית אחת לתקופה.
  - חיבור לתצוגה מקומית של הפרמטר הנבדק. (לדוגמא תצוגת טמפרטורה).





משרד הבטחון

תעריפים ונהלים לעבודות תכנון במערכת הביטחון  
חלק 2 – תעריפים

## פרק 2.9.1 חשמל ומערכות מתח נמוך מאוד (מנ"מ)



מדינת ישראל

- עמידת הרגשים בתנאי הסביבה לרבות: טמפרטורה, קורסיביות, לחות, אטימות, רעידות, חשיפה ישירה לשמש UV-, נפיצות, הפרעות אלקטרו-מגנטיות.
- יא. **ציוד מנייה** - המתכנן יגדיר במפרט הטכני את ציוד המנייה הנדרש לניהול ופיקוח על הצריכה השוטפת של דלק, חשמל, גז ומים לרבות איתור חריגות בצריכה ובדיקת אפשרויות לחיסכון באנרגיה.
- יב. **בקרים** - המתכנן יציין במפרט המיוחד דרישות לסוג וטכנולוגיה של כל בקר PLC או DDC או בקר ייעודי, סוגי I/O, דרישות לזמני תגובה, מיקום התקנה, דרישות לוגיקה בבקר, דרישות זיכרון פנימי, דרישות תמיכה בפרוטוקולי תקשורת, דרישות לרמת שרידות וגיבוי, אפשרויות שליטה ובקרה. דרישות ליכולת לרזרבה בהתקנה ויכולת הרחבה של כמות I/O לבקר ולמערכת.
- יג. **פרוטוקולי תקשורת לבקרה** - המתכנן יגדיר במפרט הטכני את הפרוטוקול הראשי הנדרש, את הפרוטוקולים המשניים והפרוטוקולים הטוריים כולל התווך הפיזי הנדרש לחיבור והעברת הפרוטוקולים בין כל מרכיבי מערכת בקרת המתקן.
- יד. **זמני תגובה מיוחדים** - המתכנן יפרט במידת הצורך זמני תגובה ספציפיים למערכות ותהליכים שמצריכים זמני תגובה מיוחדים.
- טו. **תוכנה ומסכי HMI** - המתכנן יציין במפרט המיוחד דרישות מיוחדות לביצועי תוכנה, ומסכי מפעיל לניטור, שליטה ובקרה במצבי עבודה שונים. יכולות הצגה ועיבוד נתונים היסטוריים.
- טז. **תשתיות כבילה תעלות וצינורות** - המתכנן יציין במפרט המיוחד ובכתב הכמויות את סוגי התשתיות הנדרשים לכל מערכת בקרת מתקן.
- יז. **כבלים** - המתכנן יפרט במפרט המיוחד לכל חיבור במערכת התקשורת ובקרת המתקן את סוג הכבלים, דרישות מיגון וסיכוך, פנלים מחברים ותצורת חיבור.
- יח. **לוחות לבקרה** - המתכנן יציין במפרט הטכני:
  - דרישות לאטימות מיוחדת בפני אבק, גזים ורטיבות.
  - אבטחת לוחות בפני פגיעת ברק ויתרות מתח.
  - תנאי סביבה ומניעת התחממות - דרישות טמפרטורה ושדרוג הציוד והאבזרים בהתאם לתנאי הסביבה הנדרשים.
  - דרישה לנעילת הלוח.
  - ניתוק אספקת חשמל מלוח מזין, באמצעות רכזת גילוי וכיבוי אש.
- יט. **שילוט וסימון** – המתכנן יציין במפרט הטכני את כל הנדרש לגבי השילוט והסימון.
- כ. **רזרבה** - המתכנן יגדיר במפרט הטכני את הדרישות לרזרבה בשלב ההקמה ואת יכולת ההרחבה העתידית הנדרשת לכל אחד ממרכיבי המערכת.
- כא. **בדיקת המערכת** – המתכנן יציין דרישות לבדיקת המערכת-כל מרכיב בנפרד, וביצועי מערכת כמכלול.

