

23/02/2014

ח ב ר ת ה ח ש מ ל
חטיבת לקוחות ופיתוח עסקינספח טכנילתכנון ובניית תחנות פנימיות למיתוג וטרנספורמציה (להלן "תחט"פ")**1. הנחיות כלליות**

1.1. הדרישות שבמסמך זה מהוות את הדרישות הבסיסיות המינימאליות של חח"י. יחד עם זאת, במידה ודרישות חוק התכנון והבניה, החוקים והתקנות הנוגעים, מחמירות מעבר לדרישות הנספח הטכני, באחריות מתכנני הפרויקט מטעם היזם להכיל אותם גם על התחט"פ.

1.2. באחריות מתכנני הפרויקט מטעם היזם להתאים את מבנה התחט"פ לתנאי הסביבה בה מוקמת התחט"פ (כגון: קרבה לים, מליחות, זיהום תעשייתי וכו').

1.3. באחריות מתכנני הפרויקט מטעם היזם לתאם את מיקום, סוג וגודל מבנה התחנה, את תוואי הכבלים במגרש, כמות וסוג הצינורות לצורכי הרשת והחיבורים לבנין עם מתכנני תחט"פ, מתכנני הרשת והחיבורים לבתים (חל"ב) של חח"י בשלב מוקדם של תכנון הפרויקט.

1.4. לאחר תאום טכני לתכנון חדר תחט"פ תוגש תוכנית בקשה להיתר בניה או לשימוש במקרקעין לקבלת אישור של מדור תכנון תחט"פ של המחוז אשר בתחומו יוקם הפרויקט.

1.5. מבנה תחט"פ יסומן על גבי תוכניות המגרש של הפרויקט בקנ"מ 1:250 כולל השטחים המיועדים לגישה של עובדי חח"י ברגל וברכב ולמעבר כבלים תת-קרקעיים בין מבנה התחט"פ לבין גבולות המגרש (שטח ציבורי).
תוכנית המגרש המסומנת כנ"ל תשמש לרישום בעלות לזכות חח"י על שטח חדר תחט"פ, לרישום זיקת הנאה לגבי השטחים האחרים כנ"ל ולצורכי תקנון הבית המשותף ורישום.

1.6. בהמשך התוכנית, מבנה התחט"פ יסומן בתוכנית מפלס השטח הרלוונטי בקנ"מ 1:100 ובסוף התוכנית יצורפו חתכים של מבנה תחט"פ בקנ"מ 1:100.

1.7. חובה לסמן בתוכנית המגרש את מיקום כל התשתיות המתוכננות בפרויקט לרבות חומרים דליקים (כגון: מיכלי גז פחמימני מעובה, מיכלי נפט, תחנות דלק וכו').

1.8. אופן הדגשת מבנה התחט"פ על גבי תוכנית ההגשה בצבעים יבוצע בהתאם לדרישות מתכנן המחוז של חח"י בתחומי מבנה התחט"פ.

1.9. תכנון של מבנה התחט"פ יבוצע ע"י הלקוח בהתאם להנחיות של התאום הטכני, נספח טכני והנחיות של מתכנן המחוז של חח"י.

1.10. בנית מבנה התחט"פ תבוצע ע"י הלקוח בהתאם להיתר בניה שניתן כדין ולפי התוכניות לביצוע (אדריכלות וקונסטרוקציה) בקנ"מ 1:50 המאושרות ע"י חח"י.

1.11. חשוב לציין: יש למסור לאישור חח"י את התוכניות לביצוע יחד עם עותק של היתר הבנייה ובצירוף כל תנאי מיד עם קבלתו.

1.12. לתשומת לב הלקוח: ניתן להזמין מבנה תחט"פ טרומי (יביל) באחת מהחברות לבניה טרומית, המאושרות ע"י חח"י. ניתן לקבל את רשימת המפעלים המורשים במדור תכנון תחט"פ של כל מחוז.

בדרך זו יפושט תהליך התכנון, האישורים, הפיקוח, הביצוע ופיתוח השטח שמסביב למבנה. במקרה זה אין צורך להגיש לחברת החשמל תכנית קונסטרוקציה אך יחד עם זאת יש צורך להגיש תוכניות אדריכלות בקנ"מ 1:50.

2. דרישות טכניות לתכנון מבנה תחט"פ

2.1. סוג התחט"פ

כדי להקטין ככל האפשר חשיפה ממושכת של בני אדם לשדות מגנטיים, מומלץ כי בראשית הליך התכנון יועץ החשמל ואדריכל הפרויקט יבחרו את סוג התחט"פ בהתאם לסדר העדיפויות הבא:

א. ביתן נפרד מחוץ למבנה

ב. תחט"פ בחדר תת - קרקעי

ג. תחט"פ בצמוד למבנה מאוכלס

ד. תחט"פ במבנה מאוכלס אבל לא צמוד לחדר מאוכלס

סוגי התחט"פ לפי סדר עדיפויות מס' ג' ו-ד' יבחרו אך ורק כאשר אין אפשרות לקבוע תחט"פ לפי סדרי עדיפויות מס' א' ו-ב'.

2.2. מיקום התחט"פ

כללי: מיקום התחט"פ חייב להבטיח עמידה בהתרי הקמה והפעלה לסוג של מתקן של המשרד להגנת הסביבה.

2.2.1. מיקום התחט"פ חייב להבטיח גישה אל התחט"פ בכל שעות היממה הן לרכב (ראה סעיף 2.3 בהמשך) והן לאנשים משטח ציבורי, כגון: מדרכה, כביש או כל שטח אחר המוגדר כשטח ציבורי.

2.2.2. תחט"פ בבניין תמוקם בקומת קרקע ובאופן שלפחות שניים מקירותיה יהיו חיצוניים.

2.2.3. למרות האמור בסעיף 2.2.2, מותר למקם את התחט"פ בצורה אחרת או במקום אחר בתנאי שרצפת התחט"פ לא תמצא בגובה נמוך מ- 5 מטר מתחת למפלס הגישה אליה כמתואר בסעיף 2.2.1, ושיובטח אוורור מתאים.

2.2.4. יש להימנע מהקמת התחט"פ מתחת למקומות בהם יש שימוש במים.

אין להעביר דרך תחט"פ או דרך קירותיה צינורות, מעברי מים או כבלים שאינם שייכים לתפעול התחט"פ.

2.2.5. יש לשמור על מרחק של 2 מ' לפחות בין חזית התחט"פ הכוללת פתחי אוורור למבנה אחר, **תוך שמירת המרווחים הנדרשים בהיתרים של המשרד להגנת הסביבה.**

2.2.6. **מרחקים מזעריים בין מבנה תחט"פ לבין מתקנים המכילים חומרים דליקים/פציצים**

2.2.6.1. **הגדרה** : מתקנים המכילים חומרים דליקים/פציצים ע"פ הגדרות התקן הקובע NFPA 497 הינם מתקנים שבהם יכול להתרחש אירוע דליקה, פיצוץ, אש, שפך, פיזור או דליפה של חומרים המסוגלים לגרום לפגיעה באוכלוסייה, רכוש, ציוד, סביבה. אירועי מסוג זה יכולים להתרחש בתהליכי שינוע, אחסון, תקלות תהליך, אסונות טבע או אירוע בטחוני.

המרחק בין קיר התחט"פ לבין המתקן עם חומרים דליקים/פציצים יהיה כדלקמן:

- מתקן תת-קרקעי - 5 מ'

- מתקן על-קרקעי - 20 מ'

ניתן להקטין את המרחקים הנ"ל באישור יועץ בטיחות מטעם היזם.

באישור מטעם יועץ הבטיחות יצוין שהאישור מבוסס על סקר סיכונים בשיטה דטרמיניסטית ע"פ תרחישים מחמירים בהתאם להנחיות המשרד להגנת הסביבה, שירותי כבאות ורשויות רגולציה.

2.2.6.2. **המרחק המזערי בין תחט"פ לבין תחנת תדלוק ציבורית** :

- **תחנה דלק מקורה** : 20 מטר לפחות עד לעמדת החלוקה.

- **תחנה דלק פתוחה** : 16 מטר לפחות עד לעמדת החלוקה.

המרחקים נמדדים בקו ישר עד כל עמדת חלוקה /ניפוק – DISPENSER

המרחקים של תחנות תדלוק המשולבות עם עמדות ניפוק גט"ד (גז טבעי דחוס) יענו לדרישות ת"י 6236.

2.2.7. קרבת תחט"פ למאגרי מים וברכות מים

אין לבצע קיר, רצפה או תיקרה משותפת בין מאגרי מים, בריכות וכדומה לבין מבנה התחט"פ.

המרחק בין מבנה התחט"פ לבין ממאגרי מים, בריכות וכו' יהיה לפחות 3.5 מ'.

2.3. גישה לאנשים

2.3.1. כניסת האנשים לתחט"פ תהיה באמצעות דלת המשמשת גם להכנסת הציוד או באמצעות דלת נפרדת המיועדת לכניסת אנשים בלבד.

דלת המיועדת לכניסת אנשים בלבד תותקן במקרים כגון :

- אורך התחט"פ עולה על 12 מ'

הערה: בתחט"פ הממוקמת מתחת למפלס האפס, כאשר אורך החדר גדול מ- 12 מ', תתוכנן גם דלת מילוט/פתח מילוט וזאת בנוסף לדלת כניסה.

פרטים טכניים לגבי הדלתות ראה סעיף 2.17.

2.3.2. דלת הכניסה לתחט"פ תמוקם קרוב ככל האפשר לשטח ציבורי. המעבר מדלת הכניסה עד לגבול המגרש (עד לשטח הציבורי) יהיה פנוי בכל שעות היממה, פתוח לכיוון השטח הציבורי, כך שלא ימצאו בין דלת הכניסה לתחט"פ לבין השטח הציבורי שום דלתות נוספות, שערים, מחסומים, תעלות פתוחות וכו'.

2.3.3. למרות האמור בסעיף 2.3.2 במקרים מיוחדים, רשאית חח"י לשקול אפשרות לשינויים בדרישות הגישה לתחט"פ אך ללא פגיעה בעקרונות הגישה החופשית.

2.4. פיתוח שטח

2.4.1. משטח לפני דלת הכניסה ומסביב למבנה התחנה

2.4.1.1. לפני דלת הכניסה יוכן משטח ישר עם ציפוי אספלט או שווה ערך (כגון אבנים משתלבות) לצורך פריקת הציוד מהמשאית ושינועו לתחט"פ.

רוחב המשטח יהיה לפחות כרוחב הדלת ואורכו לפחות 2.5 מ' ויהיה בעל שיפוע של

מינימום 2% מהכניסה לתחט"פ החוצה.

המפלס העליון של המשטח (צמוד לסף הדלת) יהיה 5 ס"מ מתחת למפלס הרצפה העליונה של תחט"פ.

המשטח החיצוני להורדת ציוד של תחט"פ יתוכנן עבור מצבי העמיסה הבאים :

א. מצב עמיסה A – עומס אופייני שימושי מפורס 1500 ק"ג למ"ר.

ב. מצב עמיסה B – יופעל עומס מקומי נייד במשקל 4800 ק"ג (משקל שנאי כפול מקדם דינמי 1.2), אשר יכול להימצא באופן אקראי בכל מקום בתחום המשטח, ובנוסף יופעל עומס אופייני שימושי מפורס של 500 ק"ג למ"ר בכל מקום במשטח, למעט ממיקום השנאי.

ג. מצב עמיסה C – עומס מלגזה במשקל כולל (עומס שימושי ומשקל עצמי) של מינימום 13 טון, בהתאם לת"י 412 סעיף 5.8. העומסים על הסרן הקדמי והסרן האחורי של המלגזה (בהתאם לטבלה מס' 13 בת"י 412) יוכפלו במקדם דינמי 1.4. בנוסף, השטח שמחוץ לשטח המלגזה, במרחק חצי אורך המלגזה לכל כיוון, יועמס בעומס אופייני שימושי מפורס של 2500 ק"ג למ"ר (ללא מקדם דינמי). יתר השטח יועמס בעומס אופייני שימושי מפורס של 500 ק"ג למ"ר (ללא מקדם דינמי) או בהתאם לייעוד המבנה כמפורט בטבלה מס' 1 בת"י 412 (הערך הגבוה מהשניים). שילוט – יש להתקין שילוט המציין את המשקל הכולל של המלגזה הכבדה ביותר שהמשטח מיועד לשאת.

ד. מצב עמיסה D – במידה שהמשטח להורדת הציוד מהווה חלק מרצפת חניה לרכב כבד (מעל 6 טון) או חלק מרצפה המיועדת לעומס כבד אחר, יש לתכנן את המשטח גם לעומס כבד זה, בהתאם לדרישות ת"י 412. שילוט – יש להתקין שילוט המציין את המשקל הכולל של כלי הרכב הכבד ביותר שהרצפה מיועדת לשאת.

הערה: יש להדגיש בהוראות ובשילוט מתאים שאין להרשות כניסת מלגזה לתוך שטח התחט"פ (רצפת התחט"פ לא תוכננה לעומס מלגזה).

2.4.1.2. בצמוד ומסביב למבנה התחנה יוכן משטח ברוחב 1 מ' לפחות עם ציפוי אספלט או שווה ערך (אבנים משתלבות).

בתוך הרצועה של 1 מ' שמסביב לתחט"פ שלעיל לא יוקמו תשתיות על-קרקעיות כלשהן שאינן שייכות לתחט"פ. יחד עם זאת, תשתיות תת-קרקעיות יותקנו בהתאם לתקנות, חוקים ונהלים הנוגעים בדבר.

2.4.2. מדרגות

2.4.2.1. נידרש לבנות חדר מדרגות אם חדר התחט"פ נמצא במבנה בקומה התת-קרקעית הראשונה (המרתף הראשון) והכניסה לתחט"פ אינה ישירה משטח ציבורי.

2.4.2.2. המשטח והפודסט לפני דלת הכניסה לאנשים עד למדרגות צריך להיות בעל אורך של 0.8 מ' לפחות.

2.4.2.3. חדר המדרגות יהיה מקורה ויכלול דלת כניסה (גובה נטו 2.05 מ', רוחב נטו 0.8 מ'), קירות ותקרות שיעמדו בדרישות בדומה לחדר התחט"פ (סעיפים : 2.10÷2.15).

2.4.2.4. אחרי הדלת בחדר המדרגות יהיה משטח באורך 0.9 מ' לפחות.

2.4.2.5. המדרגות יהיו מבטון במידות:

• שלח: 27 ± 1 ס"מ

• רום: 17 ± 1 ס"מ

2.4.2.6. לאורך המדרגות יותקן מאחז יד (מעקה) מצינור " $1\frac{1}{2}$ Ø הצבוע בצבע "טמבור" המתאים לסביבה.

גובה המעקה יהיה 90 ס"מ ממשטח המדרגה.

המעקה יחוזק ויורכב בצורה שתבטיח את יציבותו המלאה.

2.4.2.7. נידרש לבנות מדרגות לפני הדלת לכניסת אנשים אם הרצפה העליונה של התחט"פ נמצאת במפלס מעל מפלס קרקע.

2.4.3. ניקוז סביבת התחט"פ

היזם יתכן ויבצע את מערכת הניקוז של הסביבה, כך שהתחט"פ תהיה מוגנת באופן מוחלט מחדירת מים מהסביבה.

יש לתכנן ולבצע ניקוז טבעי של פני השטח מסביב לתחנה.

לא תתקבל כחלופה לניקוז טבעי מערכת ניקוז באמצעות צינורות וקולטנים מחשש לסתימתה.

2.4.4. הצמדת הקיר האחורי של התחט"פ (הקיר ללא פתחי אוורור) לבניין סמוך

ניתן להצמיד את הקיר האחורי של התחט"פ (הקיר ללא פתחי אוורור) לקיר בניין קיים וזאת בהתאם לתנאים שבהיתרי הקרינה לסוג של המשרד להגנת הסביבה. קיר התחט"פ הצמוד לקיר הבניין הקיים יהיה קיר עצמאי. יש לדאוג לאיטום חיצוני של קיר התחט"פ המוצמד לקיר הבניין הסמוך.

2.5. גישה לרכב

2.5.1. יש להבטיח גישה ואפשרות עמידה מתאימה למשאית עם מנוף של החברה וכמו כן מקום מתאים לפריסת אביזרי עזר לצורך הפעלת המנוף, קרוב ככל האפשר לדלת הכניסה של תחט"פ או לפיר להורדת הציוד.

2.5.2. דרך הגישה צריכה להיות מחושבת לעומס של לפחות 32 טון (משקל זה כולל משקל עצמי ומשקל המטען המרבי המותר להובלה) כדי לאפשר מעבר והעמדת משאית עם מנוף של חח"י לצורך פריקת הציוד. דרך הגישה תחושב בהתאם למוגדר בת"י 412, סעיף 5.7. השיפוע המרבי של דרך הגישה הינו 5%.

2.5.3. מידות המשטח הנדרש לפריקת הצידוד באמצעות משאית מנוף הינו : 10x7 מ'

2.5.4. במקרה של קשיים בקיום הדרישות של סעיף 2.5.1, חברת החשמל רשאית לפסול את המיקום המוצע של תחט"פ.

2.6. הכנסת הצידוד לתחט"פ

הכנסת הצידוד לתחט"פ, כגון : שנאים, צידוד מ"ג, לוח מ"נ וכ"ו תהיה ישירות דרך דלת הכניסה או דרך פיר להורדת הצידוד (ראה סעיף 2.18).

2.7. תוואי הנחת הכבלים

יש לתאם את תוואי הכבלים במגרש, כמות וסוג הצינורות לצורכי הרשת והחיבורים לבנין עם מתכנני הרשת והחיבורים לבתים (חל"ב) של חח"י.

2.7.1. מיקום התחט"פ חייב להבטיח כניסה ויציאה של הכבלים בתוואי הקצר ביותר ובצורה ישירה ככל שניתן ובטיחותית.

2.7.2. תוואי הנחת הכבלים יענה לדרישות ההיתרים של משרד להגנת הסביבה.

2.7.3. צנרת P.V.C. למעבר כבלים תותקן בין התחנה לקו הרחוב שבחזית המגרש ע"י הלקוח, מבקש ההיתר ועל חשבונו.

תכנון מעברי/כוורת הכבלים ביציאה ממרתף התחנה, יהיה בהתאם לעומק הנדרש מכבלים בחוק החשמל ותקנותיו, ובהוראות הרשת הארצית.

מספר וסוג הצינורות יהיה בהתאם לסיכום עם מתכנני הרשת והחל"ב של חח"י .
דגמי צינורות שבשימוש חח"י :

- צינור PVC 4" (110 מ"מ), בעלי קשיחות טבעתית SN=8 (דרג 6) לפי ת"י 858

- צינור PVC 6" (160 מ"מ), בעלי קשיחות טבעתית SN=8 (דרג 6) לפי ת"י 858

- צינור PVC 8" (225 מ"מ), בעלי קשיחות טבעתית SN=8 (דרג 6) לפי ת"י 858

- צינור PE רציף 8" (225 מ"מ), בעלי קשיחות טבעתית SN=8 (דרג 6) לפי ת"י 1531

2.7.4. הצינורות יהיו סגורים ואטומים בפקקים המתאימים לגודל הצינורות. כמו כן, החיבורים בין הצינורות לאורך התוואי יהיו אטומים.

2.7.5. לאורך הצינורות לכבלים יש להתקין ספייסרים (שומרי מרחק) במרווחים של 1.5 מ' לאורך כל התוואי.

2.7.6. מעברי כבלים ו/או "כוורות לצנת P.V.C. 110" עבור מעברי כבלי הרשת והחבורים בקירות

ובמרתף מבנה תחט"פ יש לבטן בכמות, ובמיקום שעליהם יוסכם עם מתכנני חח"י ויסומנו בתוכנית מבנה תחט"פ.

יש להקפיד על שימוש בגומיות איטום בין הצינורות ובין כל אביזריהם לשם אבטחת איטום בפני חדירת מים.

יש להתקין פקקים פנימיים או מכסים חיצוניים עם גומיות איטום בקצה הצנרת מחוץ למבנה או על קו הרחוב וב - 50% מהצינורות בתוך התחנה.

דרישות נוספות - ראה סעיף 2.13

2.8. שוחות לכבלי רשת עם מסגרת ומכסים מברזל יציקה דגם חח"י (כבישי או מדרכתי) ושוחות לכבלי החבורים הנדרשות במגרש הלקוח בשל פיתוח השטח ו/או מיקום התחנה המוסכם, יסופקו ויבנו ע"י הלקוח מבקש היתר ועל חשבון, לפי הנחיות מתכנני הרשת והחבורים של חח"י.

2.9. אוורור

אוורור התחט"פ יהיה טבעי עם כניסת אויר קר ויציאת אוויר חם מחוץ למבנה ישירות, או ע"י שימוש בתעלת אוורור בבעלות בלעדית של חח"י וכמפורט להלן:

2.9.1. שטח חלונות האוורור יהיה כדלקמן:

- עבור כל שנאי ממולא שמן יותקן חלון לכניסת האוויר בעל שטח של 1.2 מ"ר וחלון ליציאת האוויר בעל שטח של 1.4 מ"ר.
- עבור כל שנאי יבש יותקן חלון לכניסת אויר בעל שטח של 1.5 מ"ר וחלון ליציאת האוויר בעל שטח של 1.7 מ"ר.
- החלונות לכניסה ויציאת האוויר ימוקמו בחזיתות שונות. למרות האמור לעיל, ניתן למקם פתחי אוורור לכניסה ויציאת האוויר בחזית אחת בהתקיים אחד מהתנאים הבאים:

- א. בניית מחיצה/תעלת הפרדה (פיר אוורור) בין אזור כניסת האוויר לבין אזור יציאת אוויר.
- ב. כניסת אויר מבחוץ ישר לאזור התקנת השנאים ע"י תכנון תעלת אויר מתחת לרצפה.

2.9.2. יש למנוע סתימת חלונות האוורור התחתונים על ידי חול, צמחיה או גופים זרים. חלון לכניסת

האוויר ימוקם כך שצלעו התחתונה תהיה בגובה של 15 ס"מ לפחות מעל מפלס הקרקע וצלעו העליונה לא תעבור את האמצע של השנאי אשר יותקן בתחט"פ.

2.9.3. חלונות האוורור יצוידו בתריסים בעלי דרגת הגנה של לפחות IP34C (בהתאם לת"י 981) תריסי

האוורור ימנעו כניסת גופים זרים. הוראות ביצוע מאופיינים במפרט ק-2612 של חברת החשמל המפרט שבתוקף.

הערות:

א. המפרט מגדיר בין היתר גם את תהליך האישור של פריטי המסגרות ע"י מכון התקנים הישראלי.

ב. ניתן לקבל את רשימת היצרנים המאושרים ממתכנני תחט"פ של חח"י.

2.9.4. יש להבטיח אטימות בפני חדירת מים בין הפתחים בקיר לבין התריסים.

2.9.5. פתחי כניסה ויציאת אויר יש למקם בצורה כזו שלא תתאפשר סתימתם בשום צורה ע"י גורם כלשהו.

יש להבטיח כניסת אויר ממקום נטול אבק, ככל שניתן, ויש להובילו ישירות לשנאי. אין להשתמש בחומרים דליקים בקרבת הפתחים ליציאת האויר.

חלונות אוורור/תעלות אוורור ימוקמו כך שהסיכוי להתפשטות אש יהיה נמוך ככל שניתן.

2.9.6. אם במבנה בו ממוקמת התחט"פ קיים גנרטור, יש להבטיח שפתחי האוורור של התחט"פ ימוקמו בצורה כזו שהגזים הנפלטים מהגנרטור לא יחדרו לתחט"פ.

2.9.7. אם צמוד למבנה בו ממוקמת התחט"פ מתוכנן גנרטור, יש לתכנן הפרדה קונסטרוקטיבית של יסודות החדרים.

2.10. מידות כלליות של חדר התחט"פ

2.10.1. מידות השטח המזעריות ימסרו ע"י מדור תכנון תחט"פ

2.10.2. גובה התחט"פ לא יפחת מ-:

- 2.5 מ' לתחט"פ עם ציוד עד מתח 24 ק"ו.
- 2.95 מ' לתחט"פ עם ציוד 36 ק"ו.

2.11. אמצעים פסיביים להגנה בפני האש

2.11.1. קירות, גג ורצפה של חדר התחט"פ יהיו מבטון מזוין ב-30 בעובי שיפורט להלן;

א. תחט"פ במבנה עצמאי טרומי (ביתן):

קירות, גג ורצפה בעובי מזערי של 15 ס"מ.

ב. תחט"פ משולבת בבנין, ביתן קונבנציונאלי ותחט"פ שקועה:

- קירות בעובי מזערי של 21 ס"מ (או בטון בעובי של 20 ס"מ + טיח בעובי של 1 ס"מ).
- תקרה ורצפה בעובי מזערי של 15 ס"מ.

2.11.2. דלתות התחט"פ

א. דלת חיצונית של מבנה עצמאי (ביתן), של תחט"פ שקועה ושל תחט"פ משולבת בבניין תהיה דלת על פי מפרט חח"י (אין דרישה לדלת אש).

ב. דלת פנימית בתחט"פ משולבת בבניין (עם שנאים יצוקים או שנאים בשמן) הפונה לבניין תהיה דלת העמידה באש למשך של 30 דקות ובהתאם לתקן ישראלי 1212 חלק 1 לעניין עמידות האש בכל הערכים, עם אפשרות לשני מנעולים (לרבות מנעול תליה) ובהתאם למפרט של חח"י. הדלת תיבדק ע"י מעבדה מוכרת לפי כל סעיפי תקן 1212 חלק 4 למעט אמצעים ושיטות נעילה. (אין דרישה לתו תקן)

הערה: עד לאפיון ואישור של דלת עמידה באש סטנדרטית בחח"י כמפורט לעיל, יש להשתמש בדלת אש תקנית של היצרנים המאושרים ובעלת נעילות ומידות העונות לדרישות מפרט חח"י ק-2612 (העדכון שבתוקף).

2.12. עמידה בלחץ פנימי

המבנה של תחט"פ צריך לעמוד בלחץ פנימי אופייני של 1000 kg/m^2 כתוצאה מקצר פנימי.

2.13. רצפות

2.13.1. רצפת התחט"פ תהיה רצפה כפולה.

2.13.2. המרחק בין הרצפה העליונה לבין הרצפה התחתונה יהיה 80 ס"מ לפחות (ראה גם סעיף 2.7.3 שלעיל).

2.13.3. עמודי התמיכה של הרצפה יהיו בהתאם לגודל של חדר התחט"פ ומיקום הצידוד. העמודים יהיו מרוחקים מקצה הפתחים לפחות ב-40 ס"מ.

2.13.4. הרצפה העליונה תתוכנן עבור שני מצבי עמיסה הבאים:

2.13.4.1. מצב עמיסה A: עומס אופייני שימושי מפורס 1500 ק"ג למ"ר.

2.13.4.2. מצב עמיסה B: יופעלו עומסים מקומיים נייחים במשקל 4000 ק"ג כ"א (משקל

שנאי), אשר יכולים להימצא באופן אקראי בכל מקום בשטח הרצפה, ובנוסף יופעל עומס אופייני שימושי מפורס 500 ק"ג למ"ר בכל שטח הרצפה, חוץ ממקום השנאים. כמות העומסים המקומיים הניידים תהיה בהתאם לכמות השנאים המיועדים לתחנה.

2.13.5. הרצפה התחתונה תתוכנן לעומס אופייני שימושי מפורס 500 ק"ג למ"ר.

2.13.6. פני הרצפה יוחלקו, כך שיתקבלו פני בטון ישרים וחלקים לחלוטין (ברמת החלקה באמצעות "הליקופטר").

2.13.7. במידה והרצפה התחתונה באה במגע עם האדמה, יש לבצע בידוד הרצפה נגד חדירת מים.

2.13.8. ברצפה התחתונה יש לבצע שיפוע של 2% מכל כיוון אל נקודת שאיבת השמן שנשפך.

2.13.9. יש לאטום את כל הפתחים למעבר הכבלים מחדר התחט"פ לחדרים הסמוכים של המבנה, כך שתמנע התפשטות אש במשך שעה וחצי לפחות, באמצעות חומר בלתי דליק ושאינו פולט גזים רעילים בעת השרפה, בהתאם לת"י מס' 931 (החומר יסופק על ידי חח"י). במשך השעה וחצי הנ"ל הטמפרטורה מהצד ה"קר" של האיטום לא תעלה על 70 מעלות צלסיוס. איטום מעברי הכבלים יתבצע בצורה כזאת שיתאפשר פירוקם והכנסת כבלים נוספים. האיטום הנ"ל חייב להיות עמיד נגד חדירת מים. הצנרת להכנסת הכבלים לתחט"פ תסתיים בקו הפנימי של הקיר ותהיה אטומה נגד חדירת מים. כאשר תחט"פ ממוקמת בחניונים, כבלי רשת מ.ג.ו.מ. המחברים לתחט"פ יותקנו בהתקנה סמויה בבטון בעובי של 5 ס"מ לפחות. השימוש בתעלות רשת, גבס, וכ"ו אסור.

2.14. קירות

2.14.1. קירות התחט"פ בצד הפנימי חייבים להיות ישרים וחלקים.

2.14.2. הקירות הפנימיים יטווחו ויסוידו (בביתנים טרומיים אין צורך בטיח פנים. ניתן להסתפק בסיד בלבד).

2.14.3. הקירות חייבים להיות עמידים בפני רטיבות מבחוץ ואטומים נגד חדירת מים.

2.14.4. עובי הקירות וסוג הבטון-ראה סעיף 2.11 שלעיל.

2.15. חיפוי הקירות החיצוניים

חיפוי הקירות החיצוניים יותאם לחיפוי הבניין העיקרי או לחיפוי אלמנטים קיימים או מתוכננים אחרים בסביבת מבנה תחט"פ, לפי הנחיות אדריכל הפרויקט (חיפויים או עיבודים ארכיטקטוניים חריגים אשר עלולים להשפיע על פתחי אוורור ו/או גישה לתחט"פ, ו/או תחזוקת התחט"פ יש לתאם עם מדור תחט"פ במחוז).

2.16. גגות ותקרות

2.16.1. גג מבנה תחט"פ – יחושב לעומס אופייני שימושי בהתאם לייעוד הגג, לפי המוגדר בת"י 412.

2.16.2. תקרת התחט"פ תהיה ישרה וחלקה.

2.16.3. התקרה תהיה עמידה בפני רטיבות ואטומה נגד חדירת מים.

2.16.4. אם לתחט"פ יש גג חיצוני, יציקת הגג תהיה ביחד עם הקירות. הגג יכלול בידוד, איטום וניקוז מי הגשם ומעקה במידת הצורך.

באחריות האדריכל של הפרויקט לדאוג שאמצעי הגידור של הגג (אם יש צורך) יענו לדרישות תקן ישראלי ת"י 1242 חלק 1 ולקבל את אישור הועדה המקומית לתכנון ובניה.

2.16.5. לפי דרישת חח"י ירוצף הגג במרצפות מעל שכבת האיטום.

2.16.6. עובי הגגות והתקרות וסוג הבטון-ראה סעיף 2.11 שלעיל.

2.17. דלתות

עמידות באש של הדלת-ראה סעיף 2.11.2

2.17.1. הדלת של התחט"פ תפתח תמיד כלפי חוץ, מעל 90 מעלות.

2.17.2. הדלתות תהינה ללא עיוותים ומתאימות היטב לפתחי הכניסה.

2.17.3. מידות הדלתות והפרטים הטכניים יהיו בהתאם למפרט ק - 2612 (העדכון שבתוקף).

2.17.4. הדלת תצויד בסידור (אוזניים) לתליית מנעול תלייה סטנדרטי של חח"י.

2.17.5. הדלתות לכניסת האנשים בלבד יצוידו במנגנון כך שהפתיחה מבחוץ תחייב שימוש במפתח ואילו פתיחתה מבפנים תהיה חופשית.

2.18. פיר להורדת הצויד

אם הכנסת הצויד לתחט"פ תבוצע דרך פיר להורדת צויד, יש להבטיח:

2.18.1. מידות פתח הפיר יהיו כדלקמן:

- תחט"פ למתח עד 24 ק"ו: 2x1.4 מ'
- תחט"פ למתח 36 ק"ו 2.5x1.4 מ'



2.18.2. פתח הפיר יהיה מכוסה במכסה ברזל הנושא עומס של משקל רכב פרטי, מסחרי או רכב משא, לפי מפרט של חח"י (בהכנה).

למרות הנ"ל יש להמנע ככל הניתן למקם את מכסה פיר הורדת הציווד בדרך מעבר לכלי רכב.

2.18.3. הפיר יהיה אטום נגד חדירת מים.

2.18.4. פרטים קונסטרוקטיביים לביצוע פיר ראה מפרט של חברת החשמל "פיר להורדת ציווד לתחנות טרנספורמציה פנימיות" (בהכנה).

2.19. הארקות**2.19.1. הארקת יסוד**

2.19.1.1. הארקת היסוד של התחט"פ תבוצע בהתאם לתקנות 4271 - תקנות חשמל (הארקת יסוד) התשמ"א 1981.

2.19.1.2. הארקת היסוד של התחט"פ שבמבנה, תשולב בהארקת היסוד של המבנה כולו.

2.19.1.3. יש להבטיח חיבור של פס ההארקה של התחט"פ להארקת יסוד בשני מקומות לפחות. החיבורים יהיו מעל הרצפה העליונה ויבוצעו באמצעות מוליכים מפס פלדה מגולוון 40x4 מ"מ מרותכים להארקת יסוד. שני קוצים יוצאו כלפי חוץ להארקה נוספת (כגון: תורן אנטנה).

2.19.1.4. כל נקודות ההארקה במבנה עצמאי של תחט"פ תשולטנה ע"י שילוט "הארקה לא לנתק". השילוט יתבצע באמצעות שלט סנדביץ' חרוט לבן על רקע אדום, או מדבקה פלסטית מתאימה. השילוט יותקן בסמוך לנקודת ההארקה. יציאות החוץ והאלקטרודות (במקרה שישנן) ישולטו בשלטי אמייל 15/10 "הארקה לא לנתק".

2.19.1.5. מדידת התנגדות ההארקה תתבצע בשיטת השיפוע. דו"ח בדיקה ע"ג הטופס שבנספח מס' 1 ימסר לנציגי חח"י כנדרש בסעיף 3.6.2.

2.19.2. פס השוואת פוטנציאלים

כאשר תחט"פ משולבת במבנה או נמצאת בקרבתו (התחט"פ נמצאת בתחום ההשפעה של הארקת היסוד של המבנה) יש לבצע הגנה באמצעות איפוס מסוג TN-S. האיפוס יבוצע ע"י חיבור פס/פסי האפסים במבנה אל פס השוואת פוטנציאלים (פה"פ) שבתחט"פ.

לצורך כך יותקן פה"פ משני בתוך גומחה מחוץ לתחט"פ שהוא הרחבה של פה"פ הפנימי. פה"פ זה יחובר אל הארקת היסוד של המבנה באמצעות פס פלדה מגולוון (כמפורט בסעיף 2.19.1.3).

פה"פ שבגומחה, יחובר אל פה"פ שבתוך התחט"פ באמצעות מוליך ייעודי. לצורך התקנת המוליך הייעודי שלעיל, יש להעביר צינור בקוטר מינימלי של 28 מ"מ, בין הגומחה לבין הרצפה התחתונה של התחט"פ. בתוך צינור זה יושחל מוליך מבודד נח' בחתך 150 ממ"ר ויחובר לשני פה"פ.

בנוסף, הלקוח יספק ויתקין את הכבל שבין פה"פ שבגומחה לבין פס/פסי ההארקה שבמבנה וזאת כדי לשפר את רציפות ההארקה ואת עכבת לולאת התקלה במבנה, וכדי למנוע מצב בו זרמי התקלה יזרמו דרך זיון בטון המבנה.

מידותיה המינימליות של הגומחה הן: רוחב: 0.4 מ', גובה: 0.6 מ' ועומק: 0.1 מ'. מיקומה של הגומחה יקבע כך שתהייה גישה חופשית אליה הן לעובדי חח"י והן לחשמלאי הבניין. אורך הכבל שבין פה"פ הראשי שבתוך התחט"פ לפה"פ המשני שבגומחה לא יעלה על 15 מ'.

2.20. מכסים

המכסים ותושבות המכסים יבוצעו בהתאם למפרט חח"י מס' ק-2612 (העדכון שבתוקף). תושבת המכסים תבוצע מזוויתנים L50/50/5. התושבת תבטן לרצפת התחנה בזמן יציקת הרצפה. המכסים יצוידו בידיות להרמת המכסים. המכסים והתושבות יהיו מגולוונים בגלון חס בעובי 70 מיקרון לפחות.

2.21. אמצעים להגנה בפני אש

בנוסף לאמצעים הפסיביים המתוארים בסעיף 2.11 שלעיל, נדרש:

2.21.1. תחט"פ במבנה עצמאי (ביתן ותחט"פ שקועה):

ברז כיבוי אש יותקן בקרבת התחט"פ במרחק שלא יעלה על 50 מ'. הברז יהיה בקוטר 3" ויצויד בגלגל סגירה העונה לדרישות ת"י 488, ומצמד מהיר העונה לדרישות ת"י 449 המאפשר ספיקה של 450 ליטר לדקה בלחץ של בין 2 לבין 7 אטמוספרות.

2.21.2. תחט"פ משולבת בבניין:

2.21.2.1. אטימת מעברי הכבלים.

2.21.2.2. אם בבניין נדרשת מערכת אוטומטית **לגילוי אש**, אזי יותקנו (ע"י היזם ועל חשבונו) גלאי אש גם בתחט"פ וייענו לדרישות המהדורה האחרונה של ת"י 1220 חלק 3. גלאים אלה יהיו חלק ממערכת גילוי האש של הבנין.

תחזוקת הגלאים שבתחט"פ תעשה במסגרת התחזוקה לכלל המערכות של הבניין (ע"י האחראי על המערכת בבניין ועל חשבונו בפיקוח צמוד של אנשי חח"י) ותענה לדרישות תקן ישראלי 1220 חלק 11.

מיקום גלאי אש בתחט"פ יקבע ע"י יועץ הבטיחות של הפרויקט ויקבל אישור של מתכנן תחט"פ של חח"י. בכל מקרה, מיקום גלאי אש לא יהיה מעל השנאים והציוד, אלא במעברים פתוחים כך שיתאפשר לבצע פעולות אחזקה לגלאים בצורה בטוחה וללא שחרור ממתח של התחנה.

2.21.2.3. בסמוך לתחט"פ (במרחק שאינו עולה על 25 מ' ממנה) תותקן עמדת כיבוי אש הכוללת: ברז כיבוי אש בקוטר 2", שני זרנוקים 15 מ' כל אחד, מזנק וגלגלון כיבוי באורך 25 מ'.

2.21.2.4. אם בבניין נדרשת מערכת אוטומטית לכיבוי אש, אזי יותקנו שנאים עם בידוד יבש (במקרה זה לא תותקן מערכת אוטומטית לכיבוי אש בתחט"פ).

2.21.2.5. מידות חדר תחט"פ המשולבת בבניין ושטח פתחי האוורור חייבים להתאים להתקנת שנאי עם בידוד שרף יצוק. לחילופין, כאשר לא קיימת דרישה מפורשת או חיוב חקיקתי להתקנת שנאי יבש והיה ורצונו של הלקוח בהכנת חדר עבור שנאי עם בידוד בשמן (שהוא חדר קטן יותר), על היזם/מתכנן הפרויקט להמציא לחח"י אישור משרות הכבאות על כך שבבניין בו משולב חדר התחט"פ אין צורך במערכת כיבוי וזאת על פי כל התקנים הרלוונטיים לרבות חוק התכנון והבניה. האישור משרות הכבאות ישמר לצמיתות בתיק המתקן ע"י המחוז.

הערה: תכנון החדר לשנאי עם בידוד שמן כפוף גם לכך שהיזם/מתכנן הפרויקט מתחייב לכך, שתכנון החדר כאמור אינו עומד בסתירה לדרישה כלשהי של תקן רלוונטי או של חוק התכנון והבניה.

2.22. מעגלי תאורה, כח ופיקוד

2.22.1. בכל תחט"פ יוכנו אביזרים למעגלי תאורה, כח ופיקוד אשר יכללו:

2.22.1.1. הכנה למפסק קיר, מפסק גבול, גופי תאורה ושקעים- פריסה עקרונית של קירות התחנה- הכנות עבור מעגלי תאורה, כח ופיקוד תאופיין ע"י מתכנן התחט"פ.

2.22.1.2. בהתאם להחלטת המחוז, צנרת להעברת הכבלים וקופסאות הסתעפות/מעבר ניתנות להתקנה בצורות הבאות:

א. מתחת לטיח (העבודות יבוצעו ע"י הקבלן הבונה את חדר התחט"פ)

או

ב. מעל הטיח (העבודות יבוצעו ע"י המחוז)

על מתכנן התחט"פ לציין בתוכנית את האפשרות הנבחרת.

3. דרישות טכניות להקמת מבנה תחט"פ

3.1. אנו מבקשים להזכירכם:

בניית מבנה תחט"פ תבוצע ע"י הלקוח בהתאם להיתר בניה שניתן כדין ולפי תוכניות לביצוע (אדריכלות וקונסטרוקציה) בקנ"מ 1:50 המאושרות ע"י חח"י.

3.2. לפני התחלת הבניה על המבצע לוודא כי לא השתנו תוכניות הפיתוח שהיוו בסיס לתכנון מערכת כבלי החשמל בסביבת מבנה התחנה (במקרה של שינויים כנ"ל יש לתאם מחדש, עם מדור תחט"פ, את שיפועי הניקוז הטבעי מסביב לתחנה, את תוואי הכבלים, גישת עובדים, רכב וכד').

לתשומת לבכם:

- א. התחלת הבניה ולווי שלבי הבניה יתואמו עם נציג חח"י במחוז שבתחומו יבוצע הפרויקט. לתאום יש לפנות אל _____ בטל' _____ פקס: _____, נייד _____.
- ב. לפני הזמנת בודק התחנות של חח"י, היזם/קבלן יבצע בדיקה עצמית בהתאם לטופס (Check list) את טופס בדיקת מבנה התחנה ניתן לקבל מנציג חח"י ולהחזירו חתום לנציג חח"י וכל זאת לפני ביצוע בדיקה סופית של מבנה התחט"פ.
- ג. האחריות על חדר התחט"פ עד לחתימה על החוזה בין הצדדים חלה על היזם/קבלן ולאחר מכן בהתאם לחוזה.

3.3. פיקוח על בניית מבנה תחט"פ:

בניית מבנה תחט"פ והנחת הצנרת תעשנה בפיקוח חח"י. לצורך ביצוע תאום יש לפנות לנציג חח"י כמפורט בסעיף 3.2 ב' שלעיל.

הנכם מתבקשים להודיע למפקח שבוע לפני התחלת הבנייה ולהזמין לבצע פיקוח צמוד בכל אחד מהשלבים הבאים:

3.3.1. לפני יציקת רצפה תחתונה יבדקו שיפועי הרצפה, מיקום שקע ניקוז (נקודת שאיבה), ריתוכים בזיון, פסי חבור להארקת יסוד (2 בתוך החדר וכן מבחוץ למבנה ליד כל פינה חיצונית של תחט"פ).

בשלב זה, על המבצע לבדוק אם אין שינוי בתכנית הפיתוח. במידה וקיים שינוי, יש למסור למדור תכנון תחט"פ תוכנית פיתוח שטח מעודכנת.

3.3.2. לפני יציקת קירות מרתף הכבלים והרצפה העליונה יבדקו מיקום מעברי כבלים, ה"כוורות" ומעברים אפשריים אחרים ומיקום הפתחים ותושבות למכסי פח שברצפה העליונה. בשלב זה על המבצע לאשר ביצוע מפלסי התחנה כמתוכנן.

3.3.3. לפני יציאת קירות וגג יבדק מיקום פתחים בקירות, העדר צנרת תשתית ומרזבים בקירות או על קירות התחנה.

3.3.4. לפני כיסוי הצנרת יבדקו סוג וקוטר הצינורות, עומקם, מיקומם, מספרם, גומיות איטום וספייסרים.

3.3.5. בגמר ביצוע מבנה תחט"פ ופיתוח השטח הקשור בו, יוזמן נציג חח"י לבדיקת המבנה.

3.4. תנאים לקבלת מבנה תחט"פ ע"י חח"י :

מבנה תחט"פ ייבדק כמפורט בסעיפים 3.1-3.4 שלעיל ויתקבל לאחר הבדיקה והעמידה בתנאים המפורטים להלן ולאחר מילוי כל התנאים המסחריים והקנייניים שנקבעו ע"י המחוז :

3.4.1. הבנייה והביצוע בהתאם לתכניות המאושרות והחתומות ע"י מדור תכנון תחט"פ בחח"י.

3.4.2. הלקוח ביצע הזמנת חיבור חשמל (ושילם את התשלום המקדים) עבור הפרויקט.

3.4.3. המבנה העיקרי יאוכלס במהלך ששת החודשים הקרובים.

3.4.4. קיום הסכם חתום ע"י שני הצדדים.

3.5. קבלה סופית של מבנה תחט"פ ע"י חח"י :

3.5.1. קבלה סופית של מבנה התחט"פ מותנית :

א. בהשלמת פיתוח השטח בסביבת התחנה ומעל רצועות המעבר לכבלי חח"י .

ב. לאחר סלילת דרכי הגישה לרכב כבד של חח"י ודרכי גישה לעובדי חח"י.

גישה חופשית וקבועה בכל שעות היממה הינה תנאי תפעולי ובטיחותי שלא ניתן לוותר עליו אחרי הפעלת התחנה.

אין לחסום את הגישה לתחנה ואפילו זמנית לתקופה קצרה ביותר.

3.5.2. בדיקת הקבלה למבנה תחט"פ תכלול :

3.5.2.1. במעמד הבדיקה יש למסור לנציג חח"י תעודות/אישורים של מוסד/בודק מוסמך

כמפורט להלן :

- א. **אישור קונסטרוקטור** לעומסי תכנון עבור מבנה תחט"פ ודרכי הגישה, בדיקת ביצוע עבודות כמתוכנן.
- ב. **בטונים** – תעודה המעידה על בדיקת חוזק הבטון.
- ג. **אטום הגג** – תעודה המעידה על בדיקת איטום גג במבנה עצמאי או תעודת אחריות אם מבנה התחנה הוא חלק מהבנין.
- ד. **אטום המרתף והקירות** – תעודת אחריות
- ה. **הארקת יסוד** - תעודת בודק מוסמך.
- ו. **היתר בניה לתוכנית בנייה הכוללת גם את חדר תחנת הטרנספורמציה** (גרסה עדכנית ביותר למועד קבלת החדר) - צילום.

באחריות היזם או מי שמוסמך על ידו שבתוכנית הבנייה שעבורה תתקבל היתר בניה תרשם חדר התחט"פ עם ציון מספר השנאים המתוכנן שיותקנו בתוכו.

בנוסף עבור ביתנים :

- ז. **דו"ח יועץ קרקע** - במקרה של תחט"פ במבנה נפרד יפורט הביסוס המומלץ והפיקוח שבוצע.
- ח. **טופס 4**

3.5.2.2 **בדיקת מבנה תחט"פ** (בהתאם לדו"ח בדיקת הקבלה).

3.5.2.3 **בדיקת פיתוח השטח** בסביבות התחנה כולל ניקוז של פני השטח המהווה חלק בלתי נפרד ממבנה תחט"פ.

3.5.2.4 **בדיקת דרכי גישה לרכב כבד ולעובדים** (כפי שסוכם ומסומן בתוכנית המגרש).

3.5.2.5 **בדיקת צנרת, שוחות, פירים וסולמות למעבר כבלים** מהתחנה ועד גבולות המגרש (כפי שסוכם וסומן בתוכניות).

3.5.2.6 **במידה ויתגלו ליקויים** בעת ביצוע בדיקת הקבלה **יימסר למזמין או לנציג דו"ח ליקויים**. לאחר תיקון הליקויים יוזמן נציג חח"י לביצוע בדיקת קבלה חוזרת. **המבנה יתקבל על ידי חח"י לאחר תיקון כל הליקויים שהתגלו** (אלא אם כן סוכם אחרת בין מפקח חח"י והיזם/קבלן).

אנו עומדים לרשותכם למתן הבהרות אם תידרשנה לכם.

טל. _____ פקס. _____



נספח מס' 1

חברת החשמל לישראל בע"מ



ד"ח מדידת התנגדות הארקה לפי שיטת "שיפוע"

שם המתקן :

תאריך הבדיקה:

שמות המבצעים:

דגם מכשיר המדידה:

מרחק יתד זרם מהארקה הנבדקת (מומלץ 50 מ')

תקופת מדידה של התנגדות הארקה

תוצאות המדידה:

מס' מדידה	מרחק עד יתד המתח (מ')	התנגדות הארקה (אוהם)
1	20	<input type="text"/> $R_1 =$
2	25	<input type="text"/> $R_2 =$
3	30	<input type="text"/> $R_3 =$

חשב

חישובים:

ערך ממוצע R_0 (אוהם): $R_0 = (R_1 + R_2 + R_3) / 3 =$ _____

חישוב הפרשים (אוהם): $R_0 - R_1 =$ _____ ; $R_3 - R_0 =$ _____ (אוהם)

חישוב טעות המדידה לפי סעיפים 13 ו-14 (%): $\frac{\Delta R}{R_0} \times 100 = \frac{\max(R_3 - R_0, R_0 - R_1)}{R_0} \times 100 =$ _____

לסיכום:

$R_0 =$ _____ - התנגדות הארקה (אוהם):

- תימדד בכיוון אחר או בשיטה אחרת אם $10\% \leq \frac{\Delta R}{R_0} \cdot 100\%$
 $10\% \leq$ %

