

הנחיות כלליות לתכנון ובנייה של תחנות פנימיות למיתוג וטרנספורמציה (תחט"פ)

הפיתוח המתמיד של המשק והעלייה המתמדת ברמת החיים מביאים לגידול בביקושים לאספקת חשמל, ולחיבורי חשמל גדולים, דבר המתבטא בין השאר בבנייה נרחבת של מיתקני מיתוג וטרנספורמציה. מאמר זה מציג בקצרה הנחיות בסיסיות ומינימליות לתכנון ובנייה של תחנות מיתוג וטרנספורמציה אשר מיועדות לצידוד מתח גבוה קומפקטי במתח עד 33 קילו-וולט.

הנחיות טכניות

כאמור, תכנון תחט"פ מחייב שילוב של מספר גורמי תכנון – אדריכלות ותכנון נוף, קונסטרוקציה, בטיחות וגילוי/כיבוי אש, וחשמל. הדבר כרוך כמוכן בדרישות טכנוניות רבות, שתקצר היריעה מלפרטן במאמר זה. לכן נציג כאן בתמצית מספר דרישות בולטות בלבד. את הדרישות הטכניות במלואן ניתן לקבל במהלך התיאום המוקדם עם חברת החשמל.

סוג התחט"פ

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

- א. ביתן נפרד מחוץ למבנה (בנייה טרומית או קונבנציונלית)
- 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 (איור 1) בעדיפויות ג' ו-ד' ייבחרו אך ורק כאשר אין אפשרות לתכנן ולהקים תחט"פ על פי עדיפויות א' ו-ב'.

מיקום התחט"פ

מיקום התחט"פ חייב לעמוד בנדרש בהיתרי הקמה והפעלה למיתקן מעין זה שמעניק המשרד להגנת הסביבה. עליו להבטיח כי תהיה גישה אל התחט"פ בכל שעות היממה – לכלי רכב ולאנשים – משטח ציבורי, כגון מדרכה, כביש, או כל שטח אחר המוגדר כשטח ציבורי.

קירבה למיתקני מים (מאגרים, בריכות וכדומה)

יש להימנע מהקמה של תחט"פ מתחת למקומות בהם יש שימוש במים, ואין להעביר דרכה או דרך קירותיה צינורות, מעברי מים או כבלים שאינם שייכים לתפעולה. אין להקים קיר, רצפה או תקרה משותפת בין מאגרי מים, בריכות וכדומה לבין מבנה התחט"פ. המרחק בין מבנה התחט"פ לבין ממאגרי מים, בריכות וכדומה יהיה 3.5 מטרים לפחות.



כדי להקטין ככל האפשר חשיפה ממושכת של בני אדם לשדות מגנטיים מומלץ לתכנן תחט"פ כמבנה נפרד, מחוץ למבנה מאוכלס או בחדר תת-קרקעי

תחנת טרנספורמציה פנימית (תחט"פ) משמשת להמרת האנרגיה החשמלית שבמתח גבוה לאנרגיה חשמלית במתח נמוך וחלוקתה למיתקני הצרכנים. בתחנה מותקן ציוד מיתוג במתח גבוה ובמתח נמוך, שנאים, ציוד מדידה, אוטומציה ופיקוד, אשר מתחברים למעגלי המתח הגבוה של הרשת ולמעגלי המתח הנמוך אשר מזינים את הצרכנים. תחנות טרנספורמציה פנימיות משולבות כיום במבני מגורים, מסחר ותעשייה, ודבר זה מחייב הקפדה יתרה על נושאי בטיחות והקטנת החשיפה לשדות מגנטיים.

ההנחיות המופיעות במאמר זה מיועדות לשמש כקווים מנחים לציבור מתכנני מיתקנים, לצורך תכנון ראשוני בלבד. היות שתכנון של מיתקני תחט"פ בכלל, ובפרט כאלו המשולבים במבנים, הוא עניין מורכב אשר משלב מספר גורמי תכנון (קונסטרוקציה, אדריכלות ואדריכלות נוף, חשמל ובטיחות), נדרש תכנון בכל מקרה לגופו, ולכן חובה לתאם את התכנון המפורט עם חברת החשמל, ולקבל את האישורים המתאימים לכך.

הנחיות כלליות

מקצת דרישותיה של חברת החשמל בכל האמור בהקמת תחט"פ מוצגות במאמר זה. חלקן יימסרו למתכנן מטעם היזם במהלך התכנון, תוך תיאום עם חברת החשמל וקבלת אישורה לגבי מיקום התחט"פ, סוגה, גודל מבנה התחט"פ, תוואי הכבלים במגרש, כמות הצנרת לצורכי הרשת, סוג הצנרת, החיבורים לבניין וכדומה. אולם, נוסף על כך על המתכנן מטעם היזם לעמוד גם בדרישות נוספות של חוק התכנון והבניה ותקנותיו, וליישמן בעת בניית התחט"פ. יתרה מזאת, על מתכנני הפרויקט מטעם היזם מוטל להתאים את מבנה התחט"פ לתנאי הסביבה בה היא מותקנת, כגון קירבה לים, חשיפה למליחות, זיהום תעשייתי וכדומה.

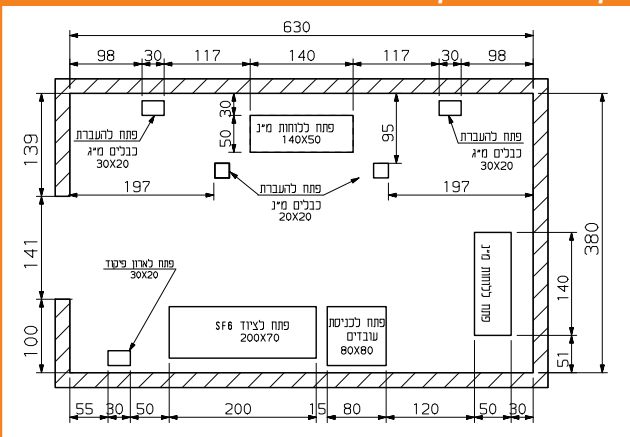
על היזם להגיש לחברת החשמל בקשה להיתר בנייה או לשימוש במקרקעין, ולקבל אישור של מדור תכנון תחט"פ של המחוז אשר בתחומו יוקם הפרויקט. לאחר קבלת היתר הבנייה יש למסור לחברת החשמל את תוכניות הביצוע, ולצרף אליו עותק של היתר הבנייה יחד עם כל תנאיו, לשם אישורם בידי החברה.

וכדומה), אזי קיר התחט"פ הפונה לכיוון המיתקן יהיה קיר מלא (ללא פתחי איורור).

מבנה (רצפות, קירות, תקרות, דלתות, חיפויים וכדומה)

מידות השטח המזעריות של התחט"פ יימסרו בתיאום עם מדור תכנון תחט"פ של חברת החשמל. אך בכל מקרה, גובה התחט"פ לא יפחת מ-2.5 מטרים לתחט"פ שבו ציוד במתח עד 24 ק"ו, ו-2.95 מטרים לתחט"פ שבו ציוד במתח 36 ק"ו. ההנחיות המלאות לגבי תכנון תחט"פ כוללות גם דרישות מפורטות לגבי רצפות, קירות, תקרות, דלתות וחיפויים של התחט"פ, וכל הקשור למבנה התחט"פ, לרבות היבטי הגנה בפני אש, עמידה בלחצי מאמץ ועומסי משקל, ועוד. הנחיות אלו יימסרו למתכנן מטעם היזם במהלך התיאום עם חברת החשמל (דוגמאות ראו באיורים 1-3).

איור 2: דוגמא של תחט"פ לשני שנאים 1,000 קו"א עד 24 ק"ו עם בידוד שמן - סידור עם לוח מ"נ בניצב לשנאי



פיתוח שטח

הסביבה החיצונית של התחט"פ ודרכי הגישה אליה חייבות להיות מותאמות ומוגששות (בהיבטים של משקל נשיאה ומידות המשטחים) להובלת הציוד האופייני אשר מותקן בתחט"פ. יתרה מזאת, פיתוח השטח חייב להבטיח ניקוז טבעי של מים סביב התחט"פ, על מנת למנוע באופן מוחלט חדירה של מים אליה. דרישות מפורטות בנוגע לפיתוח השטח סביב התחט"פ יימסרו למתכננים מטעם היזם בשלבי התיאום עם חברת החשמל.

תוואי הנחת כבלים

נדרש לתאם עם מתכנני הרשת והחיבורים לבתים (חל"ב) של חברת החשמל את תוואי הכבלים במגרש, את כמות הצינורות לצורכי הרשת וסוגם, וכן את החיבורים לבניין. הצנרת למעבר כבלים בין התחנה לבין קו הרחוב שבחזית המגרש תותקן על-ידי הלקוח שביקש את ההיתר, ועל חשבוננו. מיקום התחט"פ חייב להבטיח כניסה ויציאה של הכבלים בתוואי הקצר ביותר ובצורה ישירה ובטיחותית ככל שניתן. זאת ועוד, תוואי הנחת הכבלים יענה על דרישות ההיתרים של משרד להגנת הסביבה. תכנון מעברי הכבלים ו/או כוורת הכבלים ביציאה ממרתף התחנה יהיה בהתאם לעומק הנדרש מכבלים בחוק החשמל ובתקנותיו, וכן בהוראות הרשת הארצית. הצינורות יהיו סגורים ואטומים בפקקים המתאימים לגודלם, והחיבורים ביניהם לאורך התוואי יהיו אטומים. נוסף על כך נדרש להתקין בין הצינורות ספייסרים (שומרי מרחק), בכל 1.5 מטרים לאורך התוואי.

איור 1: סוגים של תחט"פ



ביתן נפרד מחוץ למבנה (בנייה טרומית או קונבנציונלית)



תחט"פ בחדר תת-קרקעי



תחט"פ במבנה מאוכלס, אבל לא צמוד לחדר מאוכלס

קירבה למיתקנים המכילים חומרים דליקים

מיתקנים המכילים חומרים דליקים הם כאלו שבהם מאוחסנים נפט (שבהקשר זה מוגדר ככל נוזל או גז פחמימיני מתלקח), או גז פחמימיני מעובה (גפ"מ). המרחקים המזעריים בין קיר התחט"פ לבין מיתקנים שבהם מאוחסנים חומרים דליקים, תת-קרקעיים או על-קרקעיים, יהיו 5 מטרים ו-20 מטרים, בהתאמה. נוסף על כך, המרחקים המזעריים בין תחט"פ לבין תחנה דלק יהיו 20 מטרים עד לעמדת החלוקה של תחנת דלק מקורה, ו-16 מטרים עד לעמדת החלוקה של תחנת דלק פתוחה (ללא קירור). כאשר השטח שבין התחט"פ לבין המיתקן אשר מכיל חומרים דליקים הוא שטח פתוח ללא מכשולים (כגון גדרות בטון, מבנים

שטח של 1.2 מ"ר וחלון ליציאת האוויר בעל שטח של 1.4 מ"ר.

- עבור כל שנאי יבש יותקנו חלון לכניסת האוויר בעל שטח של 1.5 מ"ר וחלון ליציאת האוויר בעל שטח של 1.7 מ"ר.
- החלונות לכניסת האוויר ויציאתו ימוקמו בחזיתות שונות, אלא אם כן התקיים אחד התנאים הבאים: קיימת מחיצה/תעלת הפרדה (פיר איזורור) בין איזור כניסת האוויר לבין איזור יציאת אוויר (איור 5), או שקיימת כניסת אוויר מבחוץ ישירות לאיזור התקנת השנאים באמצעות תעלת אוויר מתחת לרצפה.

חשוב למנוע סתימה של חלונות האיוורור התחתונים על-ידי חול, צמחייה או גופים זרים. חלון לכניסת האוויר ימוקם כך שצלו התחתונה תהיה בגובה של 15 סנטימטרים לפחות מעל מיפלס הקרקע, וצלו העליונה לא תעבור את אמצע השנאי אשר יותקן בתחט"פ. ככל שניתן, יש להבטיח כניסת אוויר ממקום נטול אבק, ויש להובילו ישירות לשנאי. אם במבנה בו ממוקמת התחט"פ קיים גרנטור, יש להבטיח שפתחי האיוורור של התחט"פ ימוקמו בצורה כזו שהגזים הנפלטם מהגרנטור לא ייכנסו לתחט"פ. אין להשתמש בחומרים דליקים בקרבת הפתחים המיועדים ליציאת האוויר. חלונות איוורור או תעלות איוורור ימוקמו כך שהסיכוי להתפשטות אש יהיה נמוך ככל שניתן. חלונות האיוורור יצוידו בתריסים בעלי דרגת הגנה של לפחות IP34C (בהתאם לתקן ישראלי ת"י-981 "דרגות ההגנה שמספקות מעטפות (קוד IP)), כך שימנעו כניסת גופים זרים. כמו כן יש להבטיח איטום בפני חדירת מים ברווחים שבין הפתחים בקיר לבין התריסים.

הגנה בפני אש

אמצעים פסיביים להגנה בפני אש

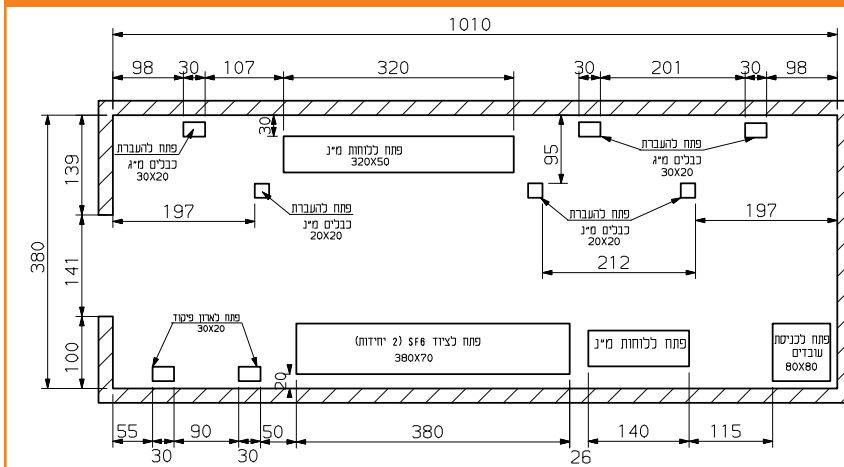
קירות חדר התחט"פ, הגג והרצפה ייבנו מבטון מזוין ב-30 בעובי כמפורט להלן:

- תחט"פ במבנה עצמאי טרומי (ביתן):
 - קירות, גג ורצפה בעובי מזערי של 15 ס"מ.
- תחט"פ משולבת בבניין, ביתן קונבנציונלי 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.

דלת חיצונית של מבנה עצמאי (ביתן), דלת של תחט"פ שקועה ושל תחט"פ משולבת בבניין תהיה דלת על פי מיפרט חברת החשמל (אין דרישה לדלת אש).

דלת פנימית בתחט"פ משולבת בבניין (עם שנאים יצוקים או שנאים בשמן) הפונה לבניין תהיה דלת אשר עמידה באש למשך 30 דקות בהתאם לתקן ישראלי ת"י 1212 חלק 1- "מכללי דלתות אש ומכללי דלתות עשן: דלתות אש סובבות" לעניין עמידות האש בכל הערכים, עם אפשרות לשני מנעולים (לרבות מנעול תלייה), ובהתאם למיפרט של חברת החשמל. הדלת תיבדק במעבדה מוכרת לפי כל סעיפי תקן ישראלי ת"י 1212 חלק 4- "מכללי דלתות אש ומכללי דלתות עשן: התקנה של דלתות אש סובבות", למעט אמצעים ושיטות נעילה (אין דרישה לתו תקן).

איור 3: דוגמא של תחט"פ לשלושה שנאים 1,000 קו"א עד 24 ק"ו עם בידוד שמן - סידור עם לוח מ"נ מול השנאי



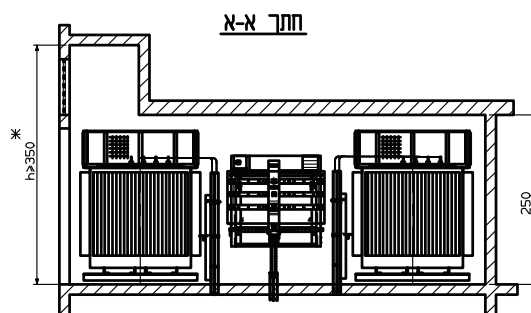
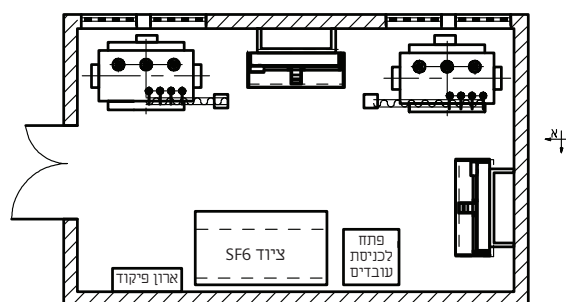
נדרש לבטן את מעברי כבלים ו/או הכוורות הייעודיות לצינורות בקוטר 110 מ"מ אשר מותקנים בקירות מבנה התחט"פ ובמרתפו. מיקומם יסומן בתוכנית מבנה התחט"פ לאחר התיאום עם מתכנני חברת החשמל. יש להקפיד על שימוש בגומיות איטום בין הצינורות ובין כל אביזריהם לשם אבטחת איטום בפני חדירת מים. יתרה מזאת, יש להתקין פקקים פנימיים או מכסים חיצוניים עם גומיות איטום בקצה הצנרת - מחוץ למבנה או על קו הרחוב.

איוורור

הציוד המותקן בתחט"פ פולט חום רב. לפיכך נדרש לאוורר את התחט"פ באמצעות הכנסת אוויר קר אליה והוצאת אוויר חם אל מחוץ למבנה - ישירות או באמצעות שימוש בתעלת איוורור בבעלות בלעדית של חברת החשמל (איור 4).

- שטח חלונות האיוורור יהיה כדלקמן:
- עבור כל שנאי ממולא שמן יותקנו חלון לכניסת האוויר בעל

איור 4: דוגמא של תחט"פ עם חלונות איוורור מעל דלת הכניסה



שנאים עם בידוד שרף יצוק (במקרה זה לא תותקן מערכת אוטומטית לכיבוי אש בתחט"פ). בהתאם לכך, מידות חדר תחט"פ המשולבת בבניין ושטח פתחי האיוורור חייבים להתאים להתקנת שנאי עם בידוד שרף יצוק. לחלופין, על היזם/מתכנן הפרויקט להמציא לחברת החשמל אישור משירותי הכבאות על כך שבבניין בו משולב חדר התחט"פ אין צורך במערכת כיבוי, וזאת על פי כל התקנים הרלבנטיים ודרישות חוק התכנון והבנייה. אישור משירותי הכבאות יישמר לצמיתות בתיק המייתקן.

הארקות הארקת יסוד

הארקת היסוד של התחט"פ תבוצע בהתאם לתקנות חשמל "הארקת יסוד". הארקת היסוד של תחט"פ אשר משולבת במבנה תשולב בהארקת היסוד של המבנה כולו. יש להבטיח חיבור של פס ההארקה של התחט"פ להארקת היסוד בשני מקומות חיבור לפחות. החיבורים יהיו מעל הרצפה העליונה, ויבוצעו באמצעות מוליכים מפס פלדה מגולוון במידות 4x40 מ"מ, מרותכים להארקת היסוד. שני קוצים יוצאו כלפי חוץ להארקה נוספת (כגון תורן אנטנה).
בכל נקודות ההארקה במבנה עצמאי של תחט"פ - בסמוך לנקודת ההארקה - יש להציב שלטים שעליהם כתוב:
"הארקה - לא לנתק". השילוט יתבצע באמצעות שלט סנדביץ', חרוט לבן על רקע אדום, או מדבקה פלסטית מתאימה. יציאות החוץ והאלקטרודות (אם ישנן) ישולטו בשלטי אמייל 15/10 שעליהם כתוב: **"הארקה - לא לנתק"**.

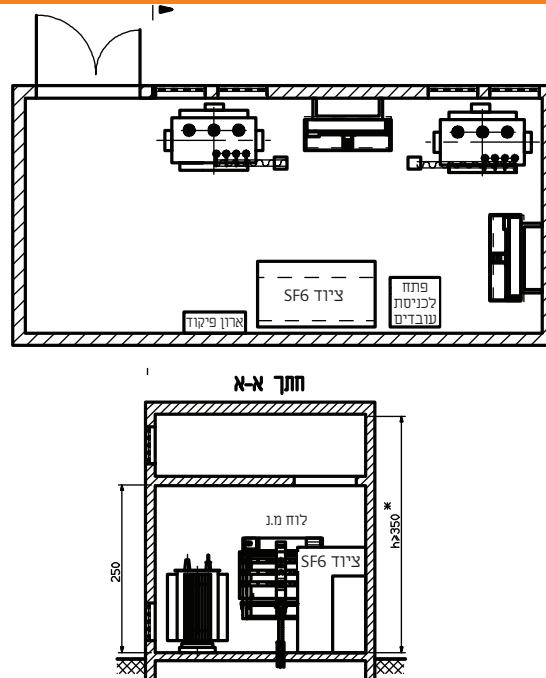
פס השוואת פוטנציאלים (פה"פ)

כאשר תחט"פ משולבת במבנה או נמצאת בקרבתו (התחט"פ נמצאת בתחום ההשפעה של הארקת היסוד של המבנה) יש לבצע איפוס TN-S. האיפוס יבוצע באמצעות חיבור פס/פסי האפסים במבנה אל פס השוואת פוטנציאלים (פה"פ) שבתחט"פ. לשם כך יותקן פה"פ בתוך גומחה מחוץ לתחט"פ (שמידותיה המינימליות הן: רוחב: 0.4 מטרים, גובה: 0.6 מטרים, ועומק: 0.1 מטרים). פה"פ זה משמש כהרחבה של פה"פ הפנימי, והוא יחובר אל הארקת היסוד של המבנה באמצעות פס פלדה מגולוון במידות 40x4 מ"מ. נוסף על כך, הפה"פ שבגומחה יחובר אל הפה"פ שבתוך התחט"פ באמצעות מוליך ייעודי. לצורך התקנת מוליך זה יש להעביר צינור בקוטר מינימלי של 28 מ"מ בין הגומחה לבין הרצפה התחתונה של התחט"פ. בתוך הצינור יושחל מוליך נחושת מבודד בחתך 150 מ"מ², אשר יחובר בשני קצותיו לשני פסי השוואת הפוטנציאליים (זה שבתחט"פ וזה שבגומחה). מוליך מבודד זה, אשר נועד לשפר את רציפות ההארקה ואת עכבת לולאת התקלה במבנה, יסופק על-ידי הלקוח.

מעגלי תאורה, כוח ופיקוד

בכל תחט"פ יוכנו אביזרים למעגלי תאורה, כוח ופיקוד, שיקללו הכנה למפסק קיר, מפסק גבול, גופי תאורה ושקעים. פריסה עקרונית של קירות התחנה, לרבות הכנות עבור מעגלי תאורה, כוח ופיקוד, תאופיין על-ידי מתכנן התחט"פ, בתיאום עם מתכנן חברת החשמל ובאישורו. בהתאם לתיאום שיערך עם מתכנן חברת החשמל ניתן להתקין צנרת להעברת הכבלים וקופסאות הסתעפות/מעבר באחת מהתצורות הבאות:
א. מתחת לטיח (את העבודות יבוצע הקבלן הבונה את חדר התחט"פ).
ב. מעל הטיח (את העבודות תבצע חברת החשמל) על גבי התוכנית תצוין תצורת ההתקנה הנבחרת.

איור 5: דוגמא של תחט"פ עם חזית חיצונית אחת ופתח איוורור עליון



אמצעים אקטיביים להגנה בפני אש

כאשר מדובר בתחט"פ במבנה עצמאי (ביתן ותחט"פ שקועה), יותקן ברז כיבוי אש בקירבת התחט"פ במרחק שלא יעלה על 50 מטרים. הברז יהיה בקוטר "3", ויצויד בגלגל סגירה העונה לדרישות תקן ישראלי ת"י 448 - "הידרנט לכיבוי אש: ברז כיבוי", ובמצמד מהיר אשר עונה לדרישות ת"י 449 - "מצמדים מתוברים לצידוד לכיבוי אש" ומאפשר ספיקה של 450 ליטר לדקה בלחץ של בין שתי אטמוספירות לבין 7 אטמוספירות.
כאשר מדובר בתחט"פ המשולבת בבניין, נדרש ליישם את האמצעים הבאים:

- אטימה של מעברי הכבלים לבניין.
- אם נדרש להתקין בבניין מערכת אוטומטית לגילוי אש, יותקנו (על-ידי היזם ועל חשבון) גלאי אש גם בתחט"פ, ועליהם לענות על הדרישות במהדורה האחרונה של ת"י 1220 חלק 3 - "מערכות גילוי אש: הוראות התקנה ודרישות כלליות". גלאים אלה יהיו חלק ממערכת גילוי האש של הבניין. תחזוקת הגלאים שבתחט"פ תיעשה במסגרת התחזוקה של כלל מערכות גילוי האש של הבניין (על-ידי האחראי על המערכת בבניין ועל חשבון, בתיאום עם אנשי חברת החשמל ובפיקוח צמוד שלהם). עבודות התחזוקה יתאימו לדרישות ת"י 1220 חלק 11 - "מערכות גילוי אש: תחזוקה".
- מיקום גלאי אש בתחט"פ ייקבע בתיאום בין יועץ הבטיחות של הפרויקט לבין מתכנן תחט"פ של חברת החשמל, ובאישורו של נציג החברה. בכל מקרה, מיקום גלאי אש לא יהיה מעל השנאים והציוד, אלא במעברים פתוחים, כך שיתאפשר לבצע פעולות אחזקה בגלאים בצורה בטוחה, ללא צורך בניית תחט"פ מהמתח.
- בסמוך לתחט"פ - במרחק שאינו עולה על 25 מטרים ממנה - תותקן עמדת כיבוי אש הכוללת: ברז כיבוי אש בקוטר 2", שני זרנוקים שאורך כל אחד מהם הוא 15 מטרים, מזנק, וגלגלון כיבוי באורך 25 מטרים.
- אם נדרש להתקין בבניין מערכת אוטומטית לכיבוי אש, יותקנו