



תשתיות אנרגיה בע"מ

מתקן אשל הנשיא

שיפור מערכת הגנה קתודית - 2026

מפרט טכני

מהדורה: 1
תאריך: 17.07.2026
סימולין: 170726-1

עמוד 1 מתוך 11

16 Israel Galili St.
Holon
Israel, 58396

טלפון: 972-(0)77-3516207
פקס: 972-(153)77-3514577
נייד: 054-4430133
E-mail: nikacp@bezeqint.net

רח' ישראל גלילי 16,
חולון, 58396



מפרט טכני



1. כללי.

מפרט זה מתייחס לשיפור מערכת הגנה קתודית במתקן "אשל הנשיא" של חברת תש"א.

תיאור העבודה :

1. שלב ראשון:

- התקנת 2 מתקני הגנה קתודית חדשים עם שדה אנודות בקידוח עמוק.
 - מתקן ראשון – באזור סעפת 2 (באזור צפון מערבי של המתקן), שם המתקן "סעפת 2".
 - מתקן שני – באזור בין מיכלים 32 ו-42, ליד ארון חשמל של מיכל 32, שם המתקן "32-42".
- #### 2. שלב שני:
- ביצוע רציפות חשמלית יזומה. רציפות חשמלית תבוצע בעזרת גישורי אביזרי צנרת והתקנת נקודות חלוקת זרם על מנת לחבר בין הקווים ונקודות הנ"ל.
 - לאחר הפעלת מתקני ההגנה הקתודית המתוכננים ולאחר מדידות רמת ההגנה יוחלט על ביצוע העבודה וכמות הגישורים/נקודות חלוקת זרם.
 - על הקבלן להביא בחשבון כי בין בצוע שלב א' לבין בצוע שלב ב' עשוי לחול פרק זמן של עד 3 חודשים. לא תתקבל כל דרישה/תביעה מצד הקבלן בגין פיצול העבודה/עיכוב בין השלבים.
 - מתקן הגנה קתודית כולל את הפריטים הנ"ל:
 - מישר זרם להתקנה חיצונית. מישר זרם אוטומטי לפי מתח/זרם קבוע, סטנדרט תש"א. אספקת מישר זרם על ידי הקבלן.
 - קידוח עמוק בקוטר 12.25" ועומק 170 מטר. קטע אקטיבי של כל קידוח 75 מטר, אנודות מסוג MMO באורך 3 מטר, כמויות אנודות בקידוח - 12 יחידות. מיקום קידוחים – לפי תוכנית תנוחה כללית. על מיקום מדויק יוחלט על ידי המפקח והמתכנן בזמן קביעת תוואי חפירות מדויק. ליד הקידוח תותקן נקודת חלוקת זרם "פלוס" לחיבור כבלי אנודות וכבל פלוס ממישר הזרם.
 - התקנת נקודת חלוקת זרם "מינוס" לחיבור צנרת דלק/כיבוי אש/קצף.
 - כל הכבלים יותקנו בשרוול חשמל/פיקוד קיימים ו/או בחפירות.
- #### 3. הספקות של כל החומרים/אביזרים במסגרת הפרויקט הנ"ל על ידי הקבלן.
- #### 4. ביצוע מדידות לפני ואחרי הפעלת מתקני הגנה קתודית ולאחר ביצוע רציפות חשמלית יבוצע על ידי המתכנן.

2. סמכות ביצוע, התמחות עובדי הקבלן.

- לצורך ביצוע העבודה הקבלן הזוכה יעסיק קבלן משנה, מומחה לביצוע קידוחים מסוג הנדרש במפרט. קבלן הקידוח חייב להיות בעל ניסיון בביצוע קידוחים עמוקים של מערכת הגנה קתודית כולל ניסיון בהורדת מכלול אנודות ושאיבת אבקת פחם אל תוך הקידוח. על קבלן הקידוח להוכיח אחזקה של הציוד הנדרש לקידוח עמוק. הקבלן הראשי חייב לציין בהצעתו את שמו של קבלן הקידוחים (משנה) אותו יעסיק לצורך הקידוח. בכל מקרה האחריות לביצוע הקידוח לפי המפרט ולשביעות רצונו של המפקח כולל עמידה בלוח זמנים יהיה על הקבלן הראשי בלבד.
- הקבלן, מהנדס האתר ומנהל העבודה חייבים להיות בעלי ידע וניסיון בביצוע עבודות, בעריכת מדידות הגנה קתודית, בפענוח הממצאים וכן בקיאים במדידות חשמליות. מנהל עבודה של הקבלן חייב להיות בעל אסמכתה מתאימה של משרד העבודה עבור עבודות מסוג הנ"ל.
- הקבלן יחזיק באתר בכל זמן הביצוע מנהל עבודה מוסמך אשר ייצג את הקבלן ואשר לא יוחלף.
- הקבלן חייב להיות מצויד בציוד המתאים לביצוע העבודה בשלמות ובמכשירי מדידה וציוד מקובל לביצוע מדידות הגנה קתודית.
- על הקבלן להגיע לסיור יחד עם קבלן משנה של קידוחים, כדי לאשר אפשרות לבצע קידוח במקום המתוכנן ואזור מתוכנן על ישי המזמין להתקנת ציוד של קבלן קודח וקבלן הגנה קתודית.**

תקנים, מפרטים, Codes of Practice.

כל חלקי המערכת שעבורם קיים תקן ישראלי, יסופקו ויבוצעו בהתאם לתקן. התקנות הבאות מחייבות את הקבלן בעבודתו ותחשבה כחלק בלתי נפרד ממפרט זה:

- חוק חשמל 1954, על כל עדכוניו ותוספותיו;
- תקנות והוראות חברת החשמל לישראל.
- תקנות (National Association of Corrosion Engineer (NACE) בפרט:
 - NACE SP0169, Control of External Corrosion on Underground or Submerged Metallic Piping System.
 - NACE RP0572, Design, Installation, Operation and Maintenance of Impressed Current Deep Groundbeds.



- הוראות כלליות לביצוע עבודות להרכבה חשמלית ע"י קבלנים ישראלים בהתאם לחוק החשמל במתקנים בודדים.
- תקנות הבטיחות המקובלות בחברת תש"א.
- המפרט הבין-משרדי של משרדי הממשלה.

3. הכרת האתר, אחריות למתקנים קיימים, תיאום ואישורים

1. הכרת האתר ואחריות למתקנים קיימים
הקבלן מצהיר כי סייר באתר ולמד את הטופוגרפיה, את תנאי הקרקע, את דרכי הגישה ואת הנהלים. לא תתקבל שום בקשה ו/או תביעה מהקבלן בקשר לסוג הקרקע. הקבלן מצהיר כי הוא מודע שהעבודה תתבצע בתחום מתקן "אשל הנשיא" עם צפיפות גבוהה של תשתיות על ו-תת קרקעיות, על כל המשמעות הבטיחותיות הנובעות מכך. המזמין לא יושיט לקבלן סיוע כלשהו בגילוי אובייקטים תת-קרקעיים. אי לכך יפעיל הקבלן מגלה צינורות וכבלים, לאיתורם של אובייקטים תת קרקעיים.
מוצהר בזאת כי באתר קיימים צינורות תת-קרקעיים חלקם בלתי מסומנים, כבלים חשמליים ואובייקטים נוספים. לא תתבצע שום עבודת חפירה בכלי עבודה מכאניים לפני שהאתר נבדק באמצעות חפירה ידנית או שאיבת עפר, עד לעומק 3 מ' והמכשולים התת-קרקעיים אותרו וזוהו ע"י נציג המזמין.
מחיר ביצוע עבודה זו כלול בסעיף "התארגנות באתר".
הקבלן יישא באחריות מלאה ובלעדית לכל הנזקים העלולים להיגרם למבנים ולמתקנים קיימים תוך כדי עבודתו. כל הנזקים שייגרמו, במידה וייגרמו, הן הישירים והן העקיפים, יתוקנו על ידו ועל חשבונו לשביעות רצונו של המזמין.
על הקבלן להחזיר את השטח לקדמתו בסיום העבודה לשביעות רצון המפקח.
2. תיאום ואישורים
הקבלן היינו האחראי הבלעדי לכל ביצוע התיאום כולל קבלת האישורים הנדרשים לביצוע עבודה מחברת תש"א/מתקן "אשל הנשיא". על הקבלן לקבל כל האישורים הנדרשים לצורך ביצוע העבודה.
מחיר ביצוע התיאום כלול בסעיף "התארגנות באתר".
על הקבלן להודיע מראש למפקח על סידורי עבודתו באתר.

4. התארגנות בשטח ורציפות ביצוע

- הקבלן לא יאחסן באתר חומרים/כלים פרט לאלו ההכרחיים.
הקבלן מבין שעליו לבצע את התקנותיו במשולב ובתאום עם עבודות אחרות העשויות להתבצע באותו זמן באתר, הוא מביא בחשבון שהעבודה מתבצעת במתקן דלק פעיל ומבסס הצעתו בהתאם.
5. בדיקת מוצרים/חומרים וזמינותם
רואים את הקבלן כאילו הציג את המחירים בכתב הכמויות לאחר שבדק ומצא כי כל המוצרים / חומרים הנדרשים בכתב הכמויות ניתנים להשגה. לא תתקבלנה כל טענות המבוססות על אי יכולתו של הקבלן להשיג מוצרים / חומרים הנ"ל ובאם יתהווה מצב כזה, הקבלן יישא בכל ההוצאות הכרוכות במתן אלטרנטיבה מאושרת מראש על ידי המפקח והמתכנן.
הקבלן יהיה אחראי על טיב החומרים אשר יסופקו על ידו.

6. ציוד

- הציוד שיספק הקבלן יהיה מתאים לדרישות המפרט ויעמוד בתקנים ישראלים, אמריקאים ו/או אירופאים.
על הקבלן לקבל אישור מפקח על טיב וסוג הציוד שעליו לספק לאתר. יש להדגיש שעל הקבלן להחזיק באתר ציוד רזרבי ו/או חלופי, חומרים בכמות מספקת על מנת לאפשר ביצוע רציף היה ותהייה בריחת בנטונייט.

7. חפירות ושאבות עפר

- רואים את המבצע כאילו בדק באופן יסודי את טיב האדמה במקום העבודה וביסס את הצעתו בהתאם לסוגי הקרקע הקיימים. על הקבלן להשתמש בשירותי מודד מוסמך לסימון תוואי החפירות ומיקום פריטי הגנה קתודית מתוכננים.
לא תוכר שום תביעה הנובעת מתנאים מיוחדים וכד'.
- על הקבלן למסור למפקח תוכניות של המודד המוסמך אודות מיקום כל פריטים שיותקנו לרבות קידוחים, נקודות חלוקת זרם, תוואי כבלים ותוואי החפירות.
- על הקבלן לסכם מראש עם המפקח ונציג הבטיחות של המתקן על אופן ביצוע החפירות ולהשתמש בכלים מאושרים על ידי נציג הבטיחות
- על הקבלן לבצע חפירות לפי הדרישות הבאות :
לחפור תעלות בהיקף, רוחב ועומק הדרושים. היקף העבודה כולל את שירותי הלוואי הבאים :
1. הוצאת אדמה חפורה ואחסנתה באופן זמני בקרבת מקום.
2. סילוק מי גשמים העלולים להצטבר בתוך החפירות.
3. כיסוי כבלים.
4. הנחת פלטת סימון בעומק מוסכם עם המפקח (בהתאם לעומק החפירה).



בסיום ההתקנות יהדק הקבלן את הקרקע בהתאם לדרישת המפקח.

מחיר החפירה יהיה לפי מטר אורך או לפי מטר קוב, ללא תלות בסוג הקרקע. המחיר כולל חפירה, אספקת והנחת סרט סימון, הידוק והחזרת השטח לקדמותו לפי שביעות רצונו של המפקח. במקומות בהם יהיה חשש לגופים תת קרקעיים הקבלן יבצע חפירה ידנית בתאום עם המפקח או שאבת עפר. החפירה הידנית תשולם לפי מטר קוב, שאבת עפר תשולם לפי יום עבודה של מכונת שאבת עפר גדולה.

8. נוהל חציית מכשולים

במידה והקבלן ייתקל תוך כדי עבודתו במכשולים תת קרקעיים מסוג צנרת, כבלי חשמל או תקשורת וכדומה, יעברו הכבלים של הגנה קתודית מעל או מתחת המכשולים הנ"ל וזאת עפ"י החלטה של המפקח. במקרה וקודקוד המכשול הספציפי קרוב לפני הקרקע, כך שהכבל החוצה עלול להימצא בעומק של פחות מ-1.2 מטר, יקבל הקבלן הנחיות מהמפקח כיצד לנהוג במקרים אלו.

9. אספקת מים וחשמל

1. אספקת מים: באתר קיים מקור הזנת מים, לכן על הקבלן לדאוג לתיאום לקבלת מים עם אחראים במתקן.
2. אספקת חשמל: על הקבלן לקחת בחשבון בהצעתו שבאתר אין מקור לאספקת חשמל. על הקבלן יהיה צורך לנקוט בכל האמצעים הנדרשים לביצוע סידור לאספקת חשמל, כגון אספקת גנראטור לאתר.
3. מחיר עבור אספקת מים וחשמל תכלול בסעיף "התארגנות באתר".

10. בטיחות.

כאמור לעיל העבודה תתבצע בתחום מתקן דלק פעיל. מילוי הוראות מפרט זה אינן פותרות את הקבלן מבחינת החוק מאחריותו מביצוע עבודה בצורה בטיחותית והוא יהיה הנושא הבלעדי באחריות מלאה לבטיחות העובדים השוהים באתר. בזמן העבודה יהיו אצל הקבלן אמצעי עזרה ראשונה מתאימים. על הקבלן לדאוג שאנשי הצוות יהיו בקיאים בשימוש נכון באמצעים האלה. כמו כן, בכל זמן העבודה יהיה רכב תקין לצורך פינוי בעת הצורך. **לפני התחלת ביצוע העבודה כל צוות המבצע של הקבלן (קבלן ראשי וקבלני משנה), מחויבים לעבור תדריך על ידי מהנדס בטיחות של תש"א/מתקן "אשל הנשיא". אין להתחיל בביצוע העבודה ללא קבלת אישור בכתב מהמהנדס הבטיחות של תש"א.** על הקבלן לקחת בחשבון שמיקום מכונת הקידוח ושינוע של מגדל הקדיחה לא יפגע במערכות קיימות בטרמינל, חשמל ותשתיות תת קרקעיות הקיימות באזור ביצוע העבודה.

11. אחריות הקבלן

הקבלן הינו האחראי הבלעדי לכל פריטי מערכת הגנה קתודית שיבוצעו על ידו במסגרת הפרויקט הנ"ל לתקופה של 24 חודשים מיום אישורם של הפריטים ע"י המפקח. במידה ובתקופה הנ"ל יתגלו פגמים בפריטים על הקבלן לתקנם/להחליפם עפ"י החלטת המזמין. פרק זמן להחלפת הפריט לא יעלה על 30 ימים מיום הודעה לקבלן על החלטת המזמין. אין באחריות הקבלן נזקים שיגרמו מכוח עליון לפריטי מערכת הגנה קתודית כגון פגיעה בכבלים תת קרקעיים באמצעות חפירה ע"י גורמים אחרים, שריפה, חבלה או כל נזק אחר.

12. קידוח עבור שדות האנודות

1. הקידוחים לשדות האנודות עבור שני מתקני ההגנה הקתודית המתוכננים יהיו זהים. לפיכך, המפרט שלהלן מתייחס לקידוח אחד בלבד, והוראותיו יחולו באופן זהה על שני הקידוחים.
2. קידוח מתוכנן בקוטר 12.25" ועומק 170 מטר.
3. הקידוח יהיה ישר ואנכי בצורה מוחלטת, הסטייה המרבית המותרת בציר הקידוח תהיה לא יותר מ-20 ס"מ לכל 10 מטר של עומק.
4. הקבלן יכין מכלים עם מים, אמבטיות להכנת בנטונייט לצורך הקדיחה ויכין שטח אופקי להנחת מגדל הקידוח, בריכות ותעלות ניקוז הדרושות לביצוע הקידוח.
5. במהלך ביצוע הקידוח יש להימנע מזיהום הסביבה ולהיערך עם ציוד מתאים לאיסוף של הפסולת ועודפי הקידוח במהלך העבודה.
6. אין להתחיל בקדיחה לפני העמדה והפעלה של כל ציוד עזר הדרוש לביצוע הקידוח.
7. על הקבלן להביא בחשבון שיידרש שימוש בבנטונייט לתמיכת דפנות הקידוח. על הקבלן להשתמש בציוד המתאים על מנת לא ללכלך את השטח.
8. על הקבלן לקחת בחשבון שאין לשפוך את הבנטונייט בשטח העבודה, לכן עליו לבצע סידורי פינוי הבנטונייט לאזור מאושר. הפינוי יבוצע על חשבונו של הקבלן.
9. עומק הקידוח המתוכנן 170 מטר. בהתאם למדידות אשר יבוצעו בזמן הקדיחה בקוטר 6"-8" (פירוט המדידות בסעיף 13) המתכנן/המזמין/המפקח רשאי להגדיל/להקטין את עומק הקידוח. הקידוח מתוכנן בקוטר 12.25". במידה וקוטר ראש המקדח לביצוע הקדיחה יהיה יותר מ-12.25", הקבלן יהיה אחראי על השלמת כמות הפחם ואבני הנחל על חשבונו, כדי להשיג את הקידוח לגובה המתוכנן.



10. על הקבלן לבצע קידוח בקוטר $6'' \div 8''$ ורק לאחר הנחיות מתכנן/מפקח לגבי עומק סופי של הקידוח, קבלן ירחיב את הקידוח עד ל-12.25'. בזמן קדיחה בקוטר $6''-8''$ על הקבלן לבצע נטילת דגימות קרקע בדיקתן, ומדידות חשמליות – בהתאם לדרישות בסעיף 13 למפרט. על בסיס ממצאי הבדיקות יוחלט על עומק סופי של הקידוח. אין להתחיל בעבודות הקדיחה ללא סיכום על אופן פיקוח מצד המזמין לביצוע העבודות.

11. לצורך ביצוע הקידוח, על הקבלן להשתמש בשרוול מגן מצינור פלדה בקוטר $14''$, ע.ד. של 4.5 מ"מ לפחות. אורך הצינור יהיה $3-5$ מטר על פי נתוני הקרקע הקיימת ובהתאם להחלטת הקבלן הקודח וזאת כדי לאפשר דחיקה תקינה עד לעומק המתוכנן. על הקבלן לקחת בחשבון ובמידה ולא ניתן יהיה לשלוף צינור הנ"ל מהקרקע, הקבלן לא יקבל תמורה כלשהי עבור צינור הנ"ל.

12. בתום עבודות הקדיחה הקבלן ידווח למפקח כדי לקבל אישור סופי על תקינות הקידוח לפני התקנת מכלול אנודות. הקידוח חייב להיות נקי ללא מפולות וללא הפרעות אחרות לצורך הכנסת מכלול אנודות. הקבלן ייתן סיוע למפקח לעריכת מדידת העומק הסופי של הקידוח בעזרת הכנסת משקולת עם חבל בעל מספור במטרים.

13. על הקבלן לדלל בנטונייט בתוך הקידוח כך שמצד אחד הוא יהיה דליל מספיק בכדי להכניס מכלול אנודות ואבקת פחם ומצד שני יחזיק את דפנות הקידוח בפני מפולות. על הקבלן לקחת בחשבון שהתקנת מכלול אנודות עלולה להתבצע במשך מספר שעות. לא תתקבל שום טענה לגבי התמוטטות הקידוח כתוצאה מדילול יתר.

14. הקבלן הינו האחראי הבלעדי על ביצוע הקידוח באופן מושלם והוא יבחר בשיטת הקדיחה, בסוגי הציוד לקדיחה ובאופן ביצוע הקדיחה. לא תתקבל שום תביעה מצד הקבלן לגבי סוג הקרקע, קושי קדיחה, קושי החזקת דפנות ללא מפולת. הקבלן יקבל תשלום עבור קידוח גמור בקוטר ובעומק הדרוש ולשביעות רצון המפקח.

15. במקרה שלא תהיה אפשרות להוריד מכלול אנודות לעומק המתוכנן בגלל מפולות, סתימות או סטייה/מדרגה מתוך הקדח, על הקבלן להוציא את מכלול האנודות בחזרה ולקדוח מחדש. לא תתקבל שום תמורה עבור עבודות חידוש הקידוח. במידה ולא תהיה אפשרות להוציא את מכלול האנודות ואנודות לא תגיענה עד לעומק המתוכנן של הקידוח ואם ניתן יהיה להשאיר את מכלול האנודות במקום הנ"ל (עפ"י החלטת המזמין), הקבלן יקבל תמורה עבור קדיחה עד לעומק הנ"ל.

16. הקבלן יקבל תשלום עבור קידוח גמור בקוטר ובעומק הנדרשים ולשביעות רצון המפקח ויהיה האחראי הבלעדי על ביצוע הקידוח באופן מושלם. הקבלן יבחר בשיטת הקדיחה, בסוגי הציוד לקדיחה ובאופן ביצוע הקדיחה. לא תתקבל שום תביעה מצד הקבלן לגבי סוג הקרקע, קושי קדיחה או קושי החזקת דפנות ללא מפולת.

13. ביצוע מדידות התנגדות סגולית בזמן קדיחה ונטילת דגימות קרקע הקידוח

בזמן ביצוע הקידוח על הקבלן לבצע נטילת דגימת קרקע ומדידות חשמליות לצורך החלטה על עומק סופי של הקידוח וסידור פיזור האנודות.

1. נטילת דגימות קרקע במשקל 2 ק"ג לדגימה כל 5 מטר עד לעומק הקידוח או לפי מבנה שינוי הקרקע או לפי דרישת המפקח. הדגימות תאוכסנה בשקיות פלסטיות סגורות הרמטיות אשר תהיינה מסומנות מבחוץ עם מידת העומק אשר ממנו ניטלו. נטילת דגימת קרקע תבוצע ע"י הקבלן.

2. בדיקות התנגדות התפשטות של מוט מתכתי באורך 1 מטר כולל ממרכזים פלסטיים וכבל חשמלי עטוף (לדוגמא $N2XY$) המחבר בין מוט למכשיר המדידה. המוט יוכנס לתוך הקידוח בעזרת חבל לעומקים שונים ע"פ החלטת המפקח. בדיקה תבוצע ע"י הקבלן בפיקוח ועם הנחיות של מפקח/מתכנן. על הקבלן לספק את כל החומרים הדרושים לביצוע העבודה ולהעביר נתונים באותו היום למתכנן כדי לקבל הנחיות על המשך ביצוע הקידוח. המדידה תבוצע בסיום הקידוח בקוטר $6'' \div 8''$. על הקבלן להיות בקשר רצוף עם מתכנן/מהנדס הגנה קתודית מרחבי כדי לתאם עומק הקידוח לצורך ביצוע הבדיקות. על הקבלן לקחת בחשבון בהצעתו שבמידת הצורך תבוצע בדיקת התנגדות נוספת לאחר השלמת הקידוח ולפני הורדת צרור האנודות.

3. על הקבלן לדווח בסוף כל יום על סוג קרקע קיימת בקידוח ולהיות מוכן לביצוע בדיקות התנגדות סגולית קרקע בהתאם לדרישה של המתכנן/מהנדס הגנה קתודית. על הקבלן לקחת בחשבון בהצעתו הכספית שדרישה לביצוע מדידות הנ"ל עלולה לחזור מספר פעמיים וזאת בהתאם לשינויים בסוג קרקע בקידוח והחלטת המתכנן.

14. תיאור מכלול האנודות

הקבלן יכין את מכלול האנודות על פני הקרקע בהתאם לתוכנית. על הקבלן לקרוא ולהבין את אופן הכנת המכלול מהתוכניות ומהמפרט ורק לאחר מכן להתחיל בהכנתו. את כל פריטי המכלול יש לבדוק לפני התחלת ביצוע הקידוח. במקרה ויש פגמים בטיב הפריטים הנ"ל יש לדווח מיד למפקח לצורך קבלת החלטה להמשך טיפול. יש לשמור על שטח פנים האנודות כדי למנוע פגיעה מכאנית או שריטות על פני האנודות, לכן יש להוריד את עטיפת האנודות לפני התקנתן בתוך הקידוח. לא תתקבל שום תביעה מהקבלן במידה והוא התחיל בעבודות קדיחה ונמצאו פריטים אחרי בדיקתו שהיה צריך להחליפם (החלפתם עלולה לקחת פרק זמן של כחודשיים עד שלושה).



בתום הכנת כל המכלול ולפני התקנתם אל תוך הקידוח, על הקבלן לקבל אישור המפקח על תקינות הרכבת המכלול הנ"ל.

תוך כדי הכנת המכלול וכן תוך כדי הורדתו אל תוך הקדח, יינקטו אמצעים נאותים כדי להגן על בידוד הכבלים מפני גופים חדים ומשחיקה. הקוטר המינימאלי לכיפוף המוליכים צריך יתאים להמלצות היצרן. מכלול האנודות כולל:

1. אנודות MMO עם כבלים מקוריים.
2. צינור אוורור מחורר כולל דבק הדבקה מקורי של יצרן הצינורות לחיבור בין החוליות.
3. מחזיקי מרחק (ספייסרים).
4. חבל הורדה לקידוח.
5. משקולת להורדת מכלול אנודות.
6. צינור פוליאטילן ללחץ 32 אטמ' למילוי קידוח בפחם.
7. חומרים ואביזרים אחרים לצורך השלמת הכנת המכלול.

- לפני תחילת עבודות הקדיחה, על הקבלן לבדוק את כל פריטי מכלול האנודות המיועדים להתקנה בתוך הקידוח כדי לוודא את תקינותם. במידה וקיים פגם כלשהו בחומרים יש לדווח מיד למפקח/ מהנדס לצורך החלטה על התחלת ביצוע הקידוח או דחיית מועד הביצוע.
- על הקבלן לסמן מראש על קצה כל כבל מספור סידורי של האנודות מהתחתונה עד לעליונה לפי תוכנית או סיכום עם המפקח, יש לפרוש את הכבלים כך שהכבל יהיה ישר ולא יוצרו קשרים. יש לבדוק את תקינות בידוד הכבלים טרם הנחתם.
- על הקבלן להכין צינורות אוורור מודבקים מראש כדי לא לעצור את רציפות ההתקנה של מכלול האנודות לתוך הקטע. בתחתית צינור האוורור הקבלן ידביק פקק מקורי מתוצרת Loresco. כל החיבורים יבוצעו באמצעות דבק מקורי או דבק PVC המאושר על ידי מהנדס הגנה קתודית מרחבי.
- יש להתקין ממרכזים בהתאם לדרישות יצרן האנודות.
- יש להסיר מעטפת מהאנודות לפני הורדת מכלול אנודות.
- לאחר התקנת מכלול אנודות על הקבלן לקבל אישור מפקח על תקינותו לצורך התקנה אל תוך הקידוח. על הקבלן לתכנן את הזמן כך שלא יישאר מכלול אנודות מוכן ללילה בשטח או לדאוג לשמירה מסודרת וכל זאת רק באישור המפקח. בדיקות הציוד/חומרים יש לבצע לפני התחלת ביצוע עבודות קדיחה. כל ההכנות לקראת החדרת האנודות צריכות להתבצע טרם דילול הבוץ בקידוח.

15. התקנת מכלול אנודות לתוך הקידוח

לפני התחלת התקנת מכלול אנודות לתוך הקדח, על הקבלן לבצע בדיקת עומק הקידוח בנוכחות מפקח. את הבדיקה יש לבצע לאחר שעת המתנה מרגע סיום דילול הבנטוניט. הבדיקה תבוצע עם משקולת אשר משקלה 20 ק"ג עם חבל מסוג MB6 באורך 200 מטר ובקוטר 6 מ"מ. על החבל יצוין סימון עומקים בכל מטר. על הקבלן להגיע לרמת הדילול של הבנטוניט המתאימה לשקיעה בטוחה של פחם בתוך הקידוח. מודגש בזאת, שהקבלן הינו האחראי הבלעדי על תקינות הקידוח ולא תתקבלנה שום תביעה מצד הקבלן (אם התמוטטו דפנות קידוח בזמן דילול או בזמן החדרת מכלול אנודות) המבוססת על דרישת המפרט לדילול הקידוח.

יש לקבל אישור תקינות מכלול האנודות ותכולתו לפני ביצוע הורדת המכלול אל תוך הקידוח. לאחר קבלת אישור המפקח על תקינות מכלול האנודות, על הקבלן להתחיל בהתקנתו לתוך הקידוח תוך פיקוח צמוד מטעם נציג תש"א. אופן התקנת מכלול האנודות לתוך הקידוח יהיה עפ"י תאום בין הקבלן למפקח, אך קיימות מספר נקודות אשר יש לבצע:

1. יש להעמיד גלגלת להורדת צרור אנודות אל הקידוח על סולם מכונת הקידוח בגובה 5 מטר לפחות, כך שכניסת מכלול האנודות תתבצע באופן אנכי.
2. חיבור בין חבל למכלול אנודות יתבצע בזמן התקנת מכלול אנודות לתוך הקידוח כך שהמשקולות יהיו קשורות לחבל והוא יהיה מתוח.
3. בזמן התקנת מכלול האנודות לתוך הקידוח יש לשמור על רפיון מסוים של הכבלים.
4. יש לסתום את הקצה התחתון של צינור האוורור בעזרת פקק מקורי המודבק לקצה צינור האוורור באמצעות דבק מקורי ולחבר אותו למשקולת העליונה.
5. אופן חיבור צינור פוליאטילן לצורך מילוי הפחם למשקולת יהיה לפי תוכנית פרטים. הסינור הנ"ל תוכנן באופן שבקלות ניתן יהיה לקרוע את הקשירה ולשחרר את הקצה של הצינור לאחר התקנת מכלול למקומו המתוכנן.
6. בזמן חיבור מכלול אנודות לחבל, יש להקפיד אל אי חיבור צינור למילוי פחם למכלול. כמו כן, לפני התקנתו יש לסמן מרחקים כל 1 מטר באופן עמיד בפני מים (בעזרת סרטי בידוד או כדומה).
7. יש להתקין צינורות אוורור במקומות המיועדים בממרכזים.
8. יש להתקין ממרכזים במרחק 10 ס"מ מקצה של אנודות.
9. יש לשמור מרחק מקסימאלי בין פני השטח של האנודה לפריטים אחרים בתוך המכלול.
10. בזמן הורדת מכלול האנודות יש להימנע מפגיעה בעטיפת הכבלים. מומלץ לעטוף את קצהו העליון של הצינור המתכתי (המשמש לקדיחה) בחלקו העליון של הקידוח.



11. בתום התקנת מכלול אנודות למקום המתוכנן יש להחזיק את החבל במצב מתוח ולקשור אותו זמנית למכונת הקידוח כדי לאפשר הכנסת פחם.

16. מילוי הקידוח בפחם

1. לפני תחילת עבודות השאיבה יש למשוך את הצינור כלפי מעלה כדי לנתק אותו מהמשקולת. יש לקחת בחשבון שמתחת יכולה לקחת מספר מטרים בגלל הגמישות האורכית של הצינור, אך יש לוודא בוודאות שהקצה משוחרר. יש לבצע את המשיכה בזהירות כדי לא לקרוע את הצינור מעל אזור המיועד לניתוק.
2. הקבל אחראי על תקינות הצינור. במידה והצינור נקרע במהלך הביצוע, על הקבל להוציא את מכלול האנודות מהקדח ולהתקין צינור פוליאטילן חדש ולהכניס את המכלול לתוך הקדח.
3. על הקבל לדאוג כי שקיי המילוי ישמרו בקפדנות ויוצגו תוך כדי המילוי למפקח כדי לאפשר בקרה על כמות המילוי שהוכנסה בפועל לתוך הקידוח. תהליך המילוי יתבצע בנוכחות המפקח בלבד.
4. חומר המילוי יעורבל עם מים ביחס של 25 ליטר מים ל-100 ליברות של חומר פחם. לשם כך הקבל יכין ציוד למדידת כמות המים (מד מים או באמצעות כלי קיבולת למדידת הכמות).
5. הערבול יבוצע במערבל חשמלי ויישאב לתוך הקידוח בעזרת צינור פוליאטילן. יש לשמור על כך שלא להכניס כמות גדולה בתוך המערבל בבת אחת בכדי לא לסתום את הצינור.
6. הכנסת הפחם אל תוך מיכל המערבל חייבת להיות רצופה. יש להכין את כל האביזרים והחומרים כך שלא תהיינה הפסקות בעבודות השאיבה כדי לא לסתום את הצינור במשאבה. על הקבל להחזיק באתר חלקים רזרביים של כל פריטי מערכת השאיבה בכדי שתהיה אפשרות בעת תקלה להחליפם מידית ולהמשיך בעבודות השאיבה, לרבות משאבה ומערבל.
7. על הקבל להחזיק באתר העבודה שתי משאבות תקינות – האחת להחדרת הפחם, והשנייה לריקון האמבט.
8. על הקבל לדאוג לאספקת מים רציפה ובספיקה מתאימה.
9. בזמן השאיבה על הקבל להוציא את צינור הפוליאטילן מהקידוח בהתאם למהירות הכנסת הפחם.
10. יש לסיים את עבודות השאיבה של הפחם בגובה המוגדר בתוכניות.
11. על הקבל לנהל רישום מדויק של כמויות המילוי אשר הוחדרו לקידוח.
12. לשם ביקורת בתום פעולות המילוי ימסרו כל השקים הריקים למפקח.

17. השלמת מילוי הקידוח (לאחר מילוי פחם)

1. לאחר מילוי קידוח בפחם, הקבל ימלא את החלק העליון של הקידוח (מגובה הפחם עד פני הקרקע), באבני נחל.
2. הקבל יספק אבני נחל מסוג "ניצן 2". גודל אבנים ינוע בין 25-40 מ"מ.
3. מילוי אבני נחל לתוך הקידוח יש לבצע באופן איטי ורק לאחר 7-8 שעות מתום החדרת הפחם.
4. 3 מטר עליונים יש למלות בחומר PermaPlug לצורך איטום של הקידוח.

18. כבלים

1. סוג כבלים.
הכבלים יהיו מסוג N2XY, N2Y2Y.
סוג וחתך הכבלים יהיו לפי תוכנית הגנה קתודית.
2. התקנת כבלים.
הכבלים יותקנו בחפירה קיימת להנחת שרולים וקו הדלק. יש להתקין כבלי הגנה קתודית בתוך שרול מגן מסוג קוברה בקוטר 50 מ"מ לפחות ובריפוד חול בעובי 10 ס"מ מסביב לשרולים. כל זוג כבלים המחוברים למבנה אחד תותקן בשרול מגן אחד. יש להניח את הכבל ללא מתיחה, להשאיר רזרבה באורך כמטר אחד באזור כניסת הכבל אל תוך נקודות המדידה.
3. לצורך השחלת כבלים בתוך השרולים בחצייה דרך מצעים, יותקן שרול פלדה 8" עם עטיפה חיצונית פ.א.ש.
4. לאחר התקנת השרול, יש למלות תעלה במצעים כולל ביצוע הידוק, עד להשבת התעלה למצבה התקין. כחלופה ניתן לכסות תעלה בחומר CLSM עד למפלס של 20 ס"מ מתחת לפני הדרך, את 20 ס"מ העליונים יש למלות במצע כולל הידוק.
4. חיבור בין הכבלים.
יש לבצע את החיבור בין הכבלים בעזרת שרול לחיצה תקן DIN, בידוד אזור החיבור בעזרת שרול מתכווץ מתוצרת "Raychem" להתקנה תת קרקעית.

19. נקודת מדידה

- כל נקודות מדידה יהיו מסוג נקודת חלוקת זרם
אספקת נקודת חלוקת זרם.
נקודת חלוקת זרם תסופק על ידי הקבל, עפ"י תכנית סטנדרטית של חברת תש"א. נקודת חלוקת הזרם כוללת:



- תיבה מפוליאסטר משוריין בעובי 4 מ"מ צבוע לפי מפרט של טמבור או ש"ע במידות של 200*300*400 מ"מ ו- 230*400*600 עם דלת וידית נעילה לפי סטנדרט של תש"א. בתוך התיבה יותקן לוח פרספקס בעובי 5 מ"מ, חיבור כבלים מתשתיות/מבנים - בעזרת ברגים/פסי צבירה מפליז. סידור לוחות בתוך נקודת חלוקה וסידור ברגים יבוצע בהתאם לתוכניות. סימון הכבלים, שילוט פנימי וחיצוני, יבוצעו בהתאם לדרישות תש"א.
- עמוד מגלון בגלון חס בקוטר 4".

סימון כבלים על לוח פנימי יבוצע בהתאם לפירוט הבא:

- להלביש שרוול מתכווץ על הכבל, צבע שרוול לפי פירוט ברשימת הגנה קתודית, אורך השרוול 10 ס"מ לפחות.
 - להדביק כיתוב של שם המבנה (בהתאם לרשימת עבודות הגנה קתודית) על הכבל מעל השרוול המתכווץ, בעזרת הדפסה על נייר או בשיטה אחרת המאושרת על ידי מפקח הגנה קתודית.
 - להלביש שרוול מתכווץ שקוף (עמיד UV) על הכיתוב, אורך השרוול צריך לכסות לפחות ב-20 מ"מ מכל צידיו של הכיתוב.
- התקנה.
- מיקום מדויק להתקנה – עפ"י החלטת המפקח בשטח.
 - התקנת נקודת מדידה עפ"י תכנית סטנדרטים ונהלים של חברת תש"א. על הקבלן לקבל את מספרי נקודות המדידה ולהתקין שלטים לנקודות המדידה עפ"י דרישת תש"א.

20. חיבור כבל לצינור

אופן ביצוע חיבור.

- חיבור כבל לקו יבוצע באמצעות Pin Brazing.
- החיבור יבוצע ע"י עובד קבלן הגנה קתודית בעל אסמכתה בתוקף מטעם יצרן מכשיר לביצוע Pin Brazing. הקבלן יבצע את הריתוך כדלקמן:
- ניקוי אזור הריתוך מהעטיפה החיצונית של הצינור עד למתכת לבנה.
- ריתוך Pin Brazing לפי הוראות היצרן.
- ניקוי אזור לאחר הריתוך מנתזי הריתוך ושאר לכלוך.
- השלמת העטיפה באזור חיבור כבל לצינור בעזרת " Handy Cup IP Extra " תוצרת Royston.
- אין לבצע כיסוי חיבורים תת קרקעיים ללא פיקוח צמוד מטעם המזמין.

21. ביצוע רציפות חשמלית של תשתית מתכתית תת קרקעית באתר

1. באתר לא קיימת רציפות חשמלית יזומה של תשתיות תת ועל קרקעיות מתכתיות.
2. על הקבלן לבצע גישורי מגופים/זוגי אוגנים/דרסרים וכל פריטים אחרים העלולים להווה גורם להתנגדות חשמלית, לבצע גישורים בין צינורות דרך נקודות חלוקת זרם.
3. יבוצע סיור לפני ביצוע עבודה בהשתתפות קבלן, מתכנן, נציג הגנה קתודית ונציג של המתקן לצורך סימון במרקר/צבע מיקום חיבור ברגים של גישורים על צנרת ותוואי העברת כבלים של גישורים כולל מספר כל גישור.
4. הגישור יבוצע באמצעות כבל $N2XY-25mm^2$, אשר ירוחק לאוגנים בעזרת Pin Brazing בשיטת בורג M10. יש להשתמש בנעלי כבלים לפי תקן DIN עם חור בקוטר 10.5 מ"מ. עדיפות לבצע חיבור כבל לצינור על אוגן באופן בצורה אופקית, אך במידה ולא תהיה אפשרות לרתך על האוגנים, הקבלן יהיה ראשי באישור מראש מהמפקח לבצע ריתוכים לדופן הצינור.

22. נקודות חלוקת זרם

1. בכל מתקן הגנה קתודית תותקנה 2 נקודות חלוקת זרם:
 - נקודה "פלוס" TB-1 עבור חיבור כבלי אנודות וכבל פלוס ממישר זרם.
 - נקודה "מינוס" TB-2 עבור חיבור צנרת דלק/כיבויי אש/קצף וכבל מינוס ממישר זרם.
2. קשירת חבל ההורדה למוט בראש הקדח תעשה כך שכבלי האנודות יהיו רופפים.
3. את כבלי האנודות יש להוביל בשרוול אל נקודת חלוקת זרם פלוס. חיווט בנקודה יבוצע בהתאם לתוכנית.
4. את רזרבת כבלי האנודות יש לגלגל בצורה מסודרת בתוך ראש הקידוח.
5. בגמר חיבור כבלי אנודות יש לסגור את ראש הקידוח עם מכסה.

23. התקנת ראש הקידוח

1. יש להתקין ראש קידוח הבנוי מתחתית מונוליטית דגם MB-125*100 מתוצרת וולפמן או ש"ע.



2. מעל החולייה תותקן תקרה דגם MT-155B-60 תוצרת וולפמן או ש"ע. במהלך חיבור בין חלקי ראש קידוח (תחתית, ותקרה) יש לאטום את משטחי המגע עם חומר איטופלסט או ש"ע.
3. בגמר חיבור כבלי אנודות יש לסגור את ראש הקידוח עם מכסה, ולכסות את קצוות האוורור.

24. מיישר זרם

1. אספקת מיישר זרם:
 - הספקת מיישר זרם לפי סטנדרט תש"א, נתונים להתקנה חיצונית 50V/100A
 - על הקבלן להגיש מפרט יצרן מיישר הזרם לאישור המזמין.
 - יש לבצע בדיקת תקינות מיישר הזרם על ידי נציג של תש"א במפעל היצרן לפני הובלתו לאתר ההתקנה.
2. התקנת מיישר הזרם:
 - מיישר זרם של כל מתקן יותקן על משטח בטון אשר יבנה על ידי הקבלן ובהתאם לפרטים בתוכניות (יסוד למיישר זרם וחתך 4-4).
 - על מיקום מדויק של המיישר יחליט המפקח/מתכנן.
3. על הקבלן להתקין הארקה למיישר זרם או לחבר להארקה כללית של ארון/לוח חשמל, בהתאם להנחיות מהנדס חשמל המתקן. המיקום יתואם עם מהנדס חשמל והגנה קתודית.
4. על הקבלן להכין שרוול להזנת מיישר הזרם הזנה תבוצע על ידי צוות המתקן.
5. עלויות התקנת מיישר הזרם כולל אספקתו, הובלת מיישר זרם ומסד לאתר ההתקנה, בניית משטח בטון לבסיס המיישר, התקנת מסד ומיישר, התקנת שרוולים להשחלת הכבלים, ביצוע השחלה וחיבור כבלים למיישר זרם, התקנת הארקה למיישר זרם כולל אספקת חומרים ואביזרים.

25. דיווח

על הקבלן לנהל באתר רישום על פעולותיו כל יום ביומנים סטנדרטיים וכנהוג בתש"א.

26. תוכניות עדות

1. במסגרת מכרז/חוזה זה, על הקבלן לספק תוכניות עדות (As Made).
2. התוכניות הנ"ל יתארו במעודכן את ביצוע המתקן על כל חלקיו, ויסומנו בהן כל השינויים והסטיות אשר חלו בביצוע, ביחס לתוכנית המקורית. כמו כן, על הקבלן לסמן את כל המכשולים התת קרקעיים בתוכנית וכן לציין את עומקם מפני הקרקע בס"מ.
3. לצורך הכנת תוכניות עדות על הקבלן לשכור שירותים של מודד מסמך. על המודד להכין ולהעביר לאישור המזמין 6 העתקים תוכניות עדות החתומים על ידו.
4. תוכניות עדות תבוצענה בתוכנת AUTOCAD 2013.
5. למרות שאספקת תוכניות העדות מהווה סעיף בכתב הכמויות, מסירתן מהווה תנאי הכרחי לקבלת העבודה.

27. עבודות הטענות פיקוח המתכנן

1. סימון מיקום קידוחים, תוואי חפירות.
2. בדיקת תוצאות התנגדות סגולית של שכבות קרקע לאחר ביצוע קידוח עמוק ולפני התקנת צרור אנודות.
3. הכנת צרור אנודות, התקנתו אל תוך קידוח, מילוי קידוח בפחם.
4. הפעלת מתקני הגנה קתודית.

על הקבלן להתייחס למפרט זה כהנחיה כללית לביצוע העבודה ואילו ביישום העבודה עד לשלמותה ותקינותה המלאה עליו להיעזר גם בכלל התוכניות, ההסברים והפירוטים הניתנים להשגה אצל המזמין בין אם צורפו או לא צורפו למפרט זה.
בשום אופן ומקרה לא יוכל הקבלן לטעון כי לא ביצע חלק כלשהו מהעבודה מפני שדבר זה לא פורט די צרכו במפרט הנוכחי.

