

מפרט כללי לעבודות תשתית עם אפר פחם

פרק 1: הנחיות כלליות

היבטים סביבתיים

אפר פחם הוא תוצר לוואי של תהליך שרפת הפחם לייצור חשמל, ומהווה את השארית המינרלית הלא שרופה של הפחם. אפר הפחם מהווה כ- 15%-10% מכלל הפחם הנשרף בישראל (כ- 1.2 מליון טון בשנת 2002). בתחנות הכוח של חברת החשמל בישראל נשרף פחם ביטומני, תהליך בו מופק אפר המסווג לפי תקני ה- ASTM כאפר פחם מסוג F.

מרבית האפר המופק בישראל הינו אפר מרחף (Fly-Ash) וחלקו הקטן (כ- 15%) מוגדר כאפר תחתי (Bottom-Ash). ההבדל המהותי ביותר בין שני הסוגים הקיימים הוא בעיקר הדרוג הגרנולרי, והמשמעויות הנובעות מכך. האפר המרחף עובר כמעט כולו נפה #200 (כ- 0.075 מ"מ) ואילו לאפר התחתי גרגיר מקסימלי של 1.5" (כ- 37.5 מ"מ) המתפורר בקלות לגרגרים קטנים יותר.

אפר הפחם דומה בחלק ניכר של תכונותיו לחומרי שתית טבעיים. עבודה עם אפר פחם בביצוע פרויקטי תשתית דומה מאוד לביצוע בחומרים קונבנציונליים טבעיים. מרבית התהליכים והציוד הנדרש אינם ייחודיים לעבודה עם אפר פחם. ההבדלים העיקריים בין האפר לחומרים הטבעיים הם:

משקל – אפר הפחם קל מקרקע טבעית ב- 20%-10%.

גודל גרגיר – האפר התחתי הוא חומר שעיקרו עובר נפה #4.

האפר המרחף הוא חומר שעיקרו עובר נפה #200.

צבע – אפר הפחם היינו חום בהיר עד אפור כהה.

במפרט זה תינתן תשומת לב ומידע לגבי ביצוע ויישום עבודות תשתית עם אפר פחם תחתי ומרחף. פרט

לאופן הטיפול השונה בכל אחד מסוגי האפר, יקבל מרכיב האפר המרחף התייחסות מיוחדת במפרט

לנושא הסביבתי.

המפרט מהווה מסגרת כללית לעבודות תשתית באפר פחם, המסתמכת על הנסיון המצטבר והידע המצוי בפרסומים מקצועיים בארץ ובעולם, בעבודות תשתית בכלל ובעבודות עם אפר פחם בפרט¹. ביצוע פרויקט מסוים יחייב, כבכל פרויקט הנדסי, הכנת מפרט ייחודי בדרך של התאמת המפרט הכללי למאפיינים המיוחדים לפרויקט הנדון.

1.1 תכולת המפרט

¹ רשימת מסמכים ישימים בסעיף 1.3 להלן.

מפרט זה יישם את המבצע והמפקח באתר בכל הפרטים הנוגעים לעבודה עם אפר פחם. מפרט זה מהווה תוספת למפרט הכללי לעבודות סלילה, הנהוג בכל פרויקט. יישום אפר פחם בעבודות תשתית שאינן בתחום הסלילה מסווג לאחד משלושת השימושים הבאים:

- א. מילוי לעבודות פיתוח – מוגדר כמילוי קונסטרוקטיבי (מבני), המיועד לשאת עומסים סטטיים ודינמיים בנוסף על משקלו העצמי (ראה פרק 2 של מפרט זה).
- ב. מילוי לסוללות תפקודיות – מוגדר כמילוי לסוללות שאינן צריכות לעמוד תחת עומסים סטטיים או דינמיים חיצוניים. סוללות אלו צריכות לשאת את משקלן העצמי ונזקי הסביבה בלבד, כגון: סוללות אקוסטיות וסוללות מסתור (ראה פרק 3 של מפרט זה).
- ג. מילוי בורות – מוגדר כמילוי של שטח מוגבל הנמצא בנחיתות גובה משאר האזורים הגובלים אליו, ומחייב מילוי כדי להתאימו למפלס הכללי של השטח כגון: מטמנות, בורות שאילה ותיקוני נוף (ראה פרק 4 של מפרט זה).

המתכנן חייב לקבוע בשלב הראשון לאיזה מהשימושים שייך היישום המיועד. בנוסף על הדרישות הכלליות הנוגעות לעבודה עם אפר פחם, מובאת כאן (פרקים 2, 3 ו-4) התייחסות מיוחדת לעבודות המתכנן, המפקח והמבצע בהתאם לשימוש הנבחר.

1.2 הגדרות

1.2.1 אפר פחם מרחף (Pulverized Fly Ash)

- אפר פחם דק, דומה לקמח בגוון אפור. נאסף במסננים אלקטרו סטטיים של תחנת הכוח. בארץ קיימים שני אופני אחסון לאפר פחם מרחף:
- א. אפר פחם מותאם (Conditioned): אפר טרי המאוחסן ישירות בסילו. בזמן ההעמסה לכלי הובלה מורטב האפר במים למניעת פליטת אבק.
 - ב. אפר פחם מערימות (Stockpiled): אפר הנערם בחצר תחנת הכוח. האפר מוחזק רטוב למניעת פליטת אבק.

1.2.2 אפר פחם תחתי (Bottom Ash)

אפר פחם הדומה לחול גס בגוון אפור. האפר התחתי מצטבר בבריכת מים בתחתית תנור שרפת הפחם בתהליך הפקת חשמל בתחנות הכוח.

1.2.3 ספק אפר הפחם

חברת החשמל היא ספק אפר הפחם התחתי או המרחף. האספקה הנה ישירות מתחנות הכוח בחדרה או באשקלון או מאתר אחסון אחר.

1.2.4 מנהלת אפר פחם (להלן "המנהלת")

זרוע של המדינה המהווה גוף בין-משרדי לתאום, אישור וקידום השימוש באפר פחם.

1.2.5 קבלן

הקבלן הוא האחראי לביצוע העבודה על פי דרישות התכנון, הנחיות הפיקוח ובהתאם למפרטים הרלוונטיים.

1.2.6 מנת עיבוד

מנת עיבוד של אפר פחם מוגדרת כשכבת אפר פחם בשטח של 2000 מ"ר בעובי מהודק של 20 ס"מ. לעיתים יכולה להיות מנת עיבוד קטנה יותר מטעמים גיאומטריים. בכל מקרה ההתייחסות למנת עיבוד הנה כיחידה אחת. בשטחי עבודה גדולים יש לחלק את השטח למנות עיבוד לנוחיות הביצוע והבקרה. מנת עיבוד תוגדר ע"י מיקום מדויק, כך שניתן יהיה לאתרה באתר העבודה.

1.2.7 מילוי לעבודות פיתוח

מילוי לעבודות פיתוח היינו כל מילוי קונסטרוקטיבי, המיועד לשאת עומסים סטטיים ודינמיים בנוסף על משקלו העצמי. במקרים של עבודות פיתוח, ובכל מקרה אחר בו מתוכנן השטח לשאת עומסים תכנוניים כלשהם, יש להביא בחשבון את הדרישות עבור מילוי לעבודות פיתוח (ראה גם פרק 2 של מפרט זה).

1.2.8 מילוי לסוללות תפקודיות

סוללות שאינן צריכות לעמוד תחת עומסים סטטיים או דינמיים חיצוניים אלא לצרכים תפקודיים כגון: - בניית סוללות אקוסטיות או סוללות מסתור. מבחינת התסבולת, סוללות אילו צריכות לשאת את משקלן העצמי ונזקי הסביבה בלבד (ראה גם פרק 3 של מפרט זה).

1.2.9 מילוי בורות

שטח מוגבל הנמצא בנחיתות גובה משאר האזורים הגובלים אליו, ומחייב מילוי כדי להתאימו למפלס הכללי של השטח, כגון: מטמנות, בורות שאילה ותיקוני נוף (ראה גם פרק 4 של מפרט זה). שטחים אילו לא ישמשו כאזורי פיתוח. במידה ואזורים אילו ישמשו בעתיד כאזורי פיתוח, יש לתכננם לפי הדרישות המפרטיות של מילוי לצורכי פיתוח.

1.3 מסמכים ישימים

- 1.3.1 תקנים ישראליים ותקנים זרים לביצוע בדיקות קרקע ואגרגטים:
- ת"י 253 מיון קרקעות למטרות הנדסה אזרחית-מיון במעבדה ומיון חזותי
 - ת"י 1865 שיטות בדיקה בתחום הסלילה: בדיקות של קרקע ואגרגטים
 - ת"י 1454 בדיקה באתר של צפיפות הקרקע ורטיבות הקרקע במד גרעיני
 - ASTM D 4643-00 Standard Test Method for Determination of Water (Moisture) Content of Soil by the Microwave Oven Method
- 1.3.2 ASTM E 2277-03 Standard Guide for Design and Construction of Coal Ash Structural Fills [replacing ASTM E1861-97]
- 1.3.3 ASTM C618-03 Standard Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use as a Mineral Admixture in Concrete
- 1.3.4 המפרט הכללי של הוועדה הבין משרדית בהוצאת "משרד הביטחון" (להלן: "הספר הכחול"), פרק 51.
- 1.3.5 המפרט הכללי לעבודות סלילה וגישור בהוצאת מע"צ, במהדורתו המעודכנת ביותר (להלן מפרט מע"צ).
- 1.3.6 בדיקת ניצול אפר פחם לסלילת כבישים (סקר ספרותי, תכונות הנדסיות, כדאיות כלכלית), חברת כביש חוצה ישראל, יונה – יעוץ וניהול הנדסי,

ינואר 1995 – פברואר 1996.

- 1.3.7 מעקב ביצוע ובקרת איכות בעבודות סלילה שונות עם אפר פחם בישראל, יונה – יעוץ וניהול הנדסי, ינואר 1998 – מרץ 2002.
- 1.3.8 מפרט כללי להקמת סוללות כבישים עם אפר פחם מרחף או תחתי, האגף לחומרים ומחקר, מע"צ. דצמבר 2000.
- 1.3.9 Fly Ash Construction Manual for Road & Site Applications, Vol.1: Specification Guidelines, Vol.2: Contractors Guide, by EPRI, October 1988.
- 1.3.10 Fly Ash Design Manual for Road & Site Applications, by EPRI, October 1992.

1.4 תנאים סביבתיים

1.4.1 חלחול

מקצת ממרכיבי אפר הפחם עלולים לעבור המסה במים ולחלחל לקרקע הטבעית שסביבם. חלק ניכר מגרגרי האפר הנם בעלי מבנה זכוכיתי ומיקום המרכיבים הכימיים השונים בגרגר האפר הוא שיקבע את היכולת של מרכיבים אילו להינמס ולחלחל לקרקע. יש לדאוג שמבנה אפר פחם יהודק, ובכך תקטן חדירותו למים. המים יכוונו סביבו ולא דרכו, ובכך בכל מקרה תקטן תופעת החלחול. האישורים ההידרולוגיים והסביבתיים הניתנים לשימוש באפר פחם ומגבלות השימוש בו, מביאות בחשבון גם את נושא החלחול.

1.4.2 מי תהום

בדומה לתיכנון עבודה עם חומרים קונבנציונליים, כבר בשלב התכנון יש לבחון את גובה מי התהום, וקיומם של מים כלואים בתוך מתחם עבודות האפר. תכנון הניקוז צריך להביא בחשבון שאין להתיר לסוללת אפר פחם או מבנה אפר אחר לעמוד באופן רציף בתוך מים, אלא לנקזם ולאפשר למבנה האפר לשמור על דרגת רטיבות אופטימלית.

1.4.3 אישורים

גורמים לאומיים וממשלתיים מאשרים את השימוש באפר פחם על פי המיקום והעניין.

המתכנן חייב לדאוג להמצאת האישורים הנדרשים ולעניין זה יסתייע במנהלת או בחברת החשמל. האישורים הם; אישור הידרולוגי, בריאותי, סביבתי ומנהלי, לרבות המגבלות שהוכתבו על ידי מי מהגורמים. באחריות המתכנן לדרוש במפרט את העמידה במגבלות האישורים.

1.4.4 מגבלות הקשורות לגורמים סביבתיים

אין מגבלות ביצוע מבחינת עונות השנה. אין לעבוד עם אפר פחם מרחף כשנושבות רוחות חזקות או כשקיים סיכוי שלא ניתן להדקו מיד לאחר פיזורו.

1.4.5 מסמכי רקע לתנאים הסביבתיים

1.4.5.1 הנחיות סביבתיות להסדרת השימוש והטיפול באפר פחם, המשרד לאיכות הסביבה, אפריל 1998.

1.4.5.2 הגבלות על אפר פחם בתחום רדיוסי מגן של קידוחי מי שתייה, משרד הבריאות, דצמבר 2002.

1.4.5.3 תקנות הבטיחות בעבודה, גיהות תעסוקתית ובריאות הציבור והעובדים באבק מזיק, התשמ"ד – 1984.

1.5 הובלה ואיחסון

אפר הפחם המרחף נוטה להתעופף במצב יבש. אי לכך יש להקפיד על הרטבתו ההובלה והאיחסון.

1.5.1 הובלה

- אפר הפחם יועמס במשאיות בעלות ארגזי מתכת נקיים מכל חומר זר.
- כדי למנוע התעופפות האפר ברוח בשעת ההובלה יש לנקוט בפעולות הבאות:
 - אפר פחם מרחף יועמס בתכולת רטיבות של 20% לפחות.
 - אפר פחם תחתי יועמס בתכולת רטיבות של 14% לפחות.
- תכולת הרטיבות בה יועמס האפר יכולה להיות מרכיב כלכלי בעלות ההובלה ולהשפיע על עלות הביצוע. יש להביא בחשבון נושא זה בשעת תמחור העבודה שכן תכולת הרטיבות האופטימלית של אפר פחם מרחף יכולה להיות גם 35%.
- אין להוביל אפר רטוב מידי. הובלה בתכולת רטיבות גבוהה הכרוכה בניזלת מים מחוץ לארגז המשאית עלולה לגרום להרטבת הדרך לאורך קו ההובלה, חלקלקות ומטרד

- בטיחותי. לאחר התאדות המים עלולה להיווצר בעיית אבק משאריות האפר היבש, המהווה מטרד סביבתי.
- אין להוביל משאיות מלאות יתר על המידה. שפיכה של אפר מעבר לדפנות המיכל תפגע בדרך לאורך קו ההובלה.
- גלגלי המשאיות והכלים ישטפו בתחנת הכוח כדי למנוע פיזור האפר מחוץ לתחנה.
- ארגז המשאית יכוסה בברזנט מהודק לשמירת תכולת הרטיבות ולמניעת התעופפות אבק בשעת ההובלה. הכיסוי יוסר רק בזמן פריקת האפר באתר הסלילה.
- במקרה של תקלה ולכלוך משמעותי של אזור שאינו בתחום העבודה ואינו שייך לתחנת הכוח, ידאג הקבלן לניקוי ופינוי האפר, ובמקביל יודיע על המקרה למנהלת אפר פחם במטרה ליידע את הגורמים האדמיניסטרטיביים וגורמי הגנת הסביבה.
- כל משלוח של אפר פחם ילווה בתעודת המעידה על: סוג האפר, מקורו, תאריך ושעת אספקה בתחנת הכוח, משקל משאית ריקה, משקל אפר שבמשאית ושעת הגעה לאתר.

1.5.2 אחסון

- אין לאחסן אפר פחם מרחף באתר המיועד לפיזור במועד מאוחר יותר. רגישות האפר לתכולת רטיבות תקשה על השימוש בערמה כזו. ערמה מסוג זה, מהווה סכנה סביבתית עקב פליטת אבק.
- במקרים חריגים בהם קיימים אילוצים המחייבים איחסון אפר מרחף באתר, חובה לשמור על ערמת האפר במצב רטוב או לכסותה ביריעה אטומה או בשכבת חומר טבעי.
- אפר פחם תחתי ניתן לאחסן בערמות באתר לפיזור במועד מאוחר יותר בתנאי שפני הערמה ישמרו רטובים. יש להקפיד לערום את האפר מבלי שיתערבב עם חומרי תשתית אחרים. שמירת הערימה במצב רטוב יכולה להתבצע בהתזת מים רצופה או ע"י כיסוי ביריעה אטומה או בחומר טבעי אחר.
- כיסוי אפר פחם בחומר טבעי יגרום להיווצרות מסה של חומר המורכב מתערובת לא מבוקרת של אפר עם קרקע טבעית. במקרים אלו באחריות הקבלן לתת פתרון למסת החומר לפני שתותר לו שיטה זו של הגנה על ערימת אפר הפחם באתר.



1.6 חומרים**1.6.1 דרישות כימיות**

המתכנן יגדיר את הדרישות הכימיות הנדרשות מאפר הפחם, כדי לדאוג לעבידותו בשעת הביצוע. לדוגמא תכולת תחמוצת הסידן באפר משפיעה על יכולת ההתקשות העצמית של החומר לפני הפיזור וההידוק, ומצד שני נוכחות תחמוצת הסידן מגדילה את הקוהזיה ומקטינה את ההתכווצות והחדירות של המבנה הבנוי מאפר עם חלוף הזמן.

1.6.2 דרישות אינדיקטיביות והנדסיות

בטבלה המצ"ב מובא ריכוז תכונות אינדיקטיביות והנדסיות טיפוסיות של אפר פחם מרחף ותחתי כפי שהתקבלו במספר פרויקטים בארץ. ערכים אלה מוצגים כאן כמידע לעוסקים באפר פחם לצורך בקרה והיכרות עם תכונות האפר ואינם מהווים דרישה מפרטית:

אפר פחם תחתי	אפר פחם מרחף	
		דרוג אגרנטים, אחוז עובר :
85-100	100	נפה #4 (4.75 מ"מ)
30-70	100	נפה #40 (0.425 מ"מ)
10-30	90-100	נפה #200 (0.075 מ"מ)
NP	NP	גבולות אטרברג
A-1-b	A-4	מיון לפי שיטת AASHTO
2.2-2.4	2.1-2.4	משקל סגולי, G_s
1200-1500	1000-1400	צפיפות מקסימלית (מודיפייד) [ק"ג/מ"ק]
18-25	20-35	רטיבות אופטימלית [%]
25-35	20-30	מת"ק (CBR) [%]
		גזירה מרחבית מנוקזת :
1.0-2.0	0.1-0.3	קוהזיה (C) [ק"ג/סמ"ר]
30-35	25-35	זווית חיכוך (Φ) [מעלות, °]

הדרישות האינדוקטיביות וההנדסיות של אפר הפחם קובעות למעשה את רמת ביצועי המבנה ההנדסי הנסלל במונחים של תסבולת, יציבות, דפורמביליות וחדירות. אי לכך יגדיר המתכנן את האלמנטים הבאים :

- א. דרישות אינדוקטיביות כגון :- דרוג, גבולות אטרברג, וכו'.
- ב. דרישות הנדסיות כגון :- מת"ק קוהזיה וזווית חיכוך פנימית במידת הצורך.
- ג. תנאי העיבוד של השכבות הנסללות במונחים של עובי שכבה, צפיפות ורטיבות עיבוד אופטימלית.
- ד. דרישות נוספות בהתאם לאופי הפרוייקט כגון :- דרישות חילחול וכו'.

1.6.3 שימוש חוזר באפר פחם

השימוש באפר פחם מותנה באישור המוסדות הממונים על איכות הסביבה. לאור זאת שימוש חוזר באפר פחם שנלקח מסוללות שפורקו לשימוש חוזר מחייב את אותם אישורים כמפורט בסעיף 1.4 לעיל. אפר פחם שפורק מסוללה ולא קיבל אישור לשימוש חוזר יסולק לאתר סילוק מאושר.

1.7 ביצוע

1.7.1 הכנת השטח

השטח יוכן בהתאם לדרישות המפרט הכללי או המפרט המיוחד הנהוג בפרוייקט. יש להדגיש כי הכנת השטח חייבת לכלול גם אמצעים לניקוז השטח, הטמנת מערכות ניקוז וכל הפרטים הנוגעים לכך, בנוסף על הפרטים המפורטים עבור השימושים השונים של מבני אפר פחם.

1.7.2 מגבלות ביצוע

א. בקיץ יש לעבד את אפר הפחם באתר ברטיבות גבוהה יותר, עקב ההתאיידות המהירה של המים. בכל מקרה נוכחות מכלית מים באתר הינה חובה.

ב. במקרה של גשם או הצפה יש לאפשר לשטח להתייבש לפני ההידוק. חרישה אחת או שתיים יספיקו בדרך כלל כדי לאוורר את כל עומק השכבה. אין קושי לחזור ולעבד שכבה שנרטבה ויובשה לרטיבות האופטימלית.

ג. אין לפזר אפר פחם מרחף בתנאי מזג אוויר גרועים, שלא יאפשרו את הידוק המייד.

1.7.3 פיזור

א. פריקת האפר המרחף מהמשאיות תיעשה ישירות למקומו המיועד.

ב. אפר הפחם יפוזר מיד לאחר פריקתו.

ג. מומלץ שלא לפזר שכבות של אפר מסוגים שונים אחת על גבי השניה. רציפות בעבודה עם סוג מסוים של אפר מאפשרת בקרה נוחה יותר על הביצוע.

1.7.4 הידוק

הידוק שכבת אפר הפחם יבוצע במכש חלק או פנאומטי עם או בלי ויברציה בהתאם לקטע העבודה הראשון שישמש קטע ניסוי להתאמת נוהלי העיבוד באתר. הקבלן רשאי לשנות את תדירות הויברציה ובלבד שיגיע לצפיפות הנדרשת ברטיבות האופטימלית. בעבודה עם אפר פחם תחתי יש לשבור בתהליך ההידוק הראשוני את גושי האפר.

1.7.5 רציפות העבודה

עבודות הפיזור, ההרטבה וההידוק יעשו ברציפות למניעת התייבשות והתעופפות אבק אפר פחם.

1.7.6 הגנה על פני השכבה המאושרת ומדרונות

בכל מקרה אין להשאיר אפר פחם חשוף הנתון להשפעות ישירות של הסביבה.

א. פני השכבה המאושרת

את פני השכבה יש "לסגור" ובכך להקטין את השפעות הסביבה עליה, כגון גשם רוח וכו'. בכל מקרה הקבלן ישמור את פני השכבה שעובדה ואושרה במצב רטוב למניעת פליטת אבק עד לכיסוי השכבה.

ב. ארוזיה

מדרונות של סוללות או שכבות חשופות הסוללות מאפר פחם, רגישות לארוזיה עקב זרימת מים או התעופפות האפר כתוצאה מרוחות. אי לכך יכוסו כל המדרונות והשכבות החשופות בשכבות של מילוי מאושר.

יש להבטיח כי שכבת הכיסוי לא תינזק אף היא, כתוצאה מארוזיה ולא תישטף. מומלץ לבצע במדרונות שיקום נופי ובכך להפחית את תופעת הארוזיה, או לנקוט באמצעים אחרים ובלבד ששכבת ההגנה תבטיח הגנה על גרעין האפר המהווה את עיקר המבנה. עובי שכבת ההגנה ואופן ביצועה יפורט בהמשך בהתאם לשימוש המיועד.

1.8 בקרת איכות

1.8.1 בקרת חומרים

בקרת החומרים תבוצע ע"י הבדיקות הבאות, בתדירות המוגדרת באופן פרטני לכל אחד מהשימושים השונים :-

א. דרוג

ב. מערכת צפיפות רטיבות

הקבלן יספק מערכת צפיפות רטיבות מעבדתית לפי ת"י 1865 .

הבדיקה תבוצע בהתאם למודיפייד פרוקטור, שיטה א', בגלילים בקוטר של 4" , פטיש במשקל של 10 ליבראות ו-25 הקשות לשכבה.

הדיווח יכלול תוצאות צפיפות ורטיבות של כל אחד מהגלילים וגם צפיפות מקסימלית ורטיבות אופטימלית.

ג. מערכת צפיפות - רטיבות - מת"ק מלאה

בבדיקת מת"ק של אפר פחם ניתן לקצר את זמן ההשריה באמבט ל- 24 שעות בלבד.

ד. בדיקות חילחול

במידה ונידרש במפרט המיוחד יבוצעו גם בדיקות חילחול, בהתאם לתקן ASTM D 3987. תוצאות בדיקות החילחול יבחנו לפי קריטריונים הקשורים לדרישת הרשויות, או לקריטריונים המפורטים במפרט המיוחד.

כאשר אספקת האפר תהיה ממקור אחד, התכונות המאפיינות את האפר יכולות להיקבע מבעוד מועד בבדיקות מעבדה. כשקיימים בפרוייקט מספר מקורות של אפר או במקרה והאפר המסופק אינו אחיד, יש צורך בסידרת בדיקות לאפיון האפר מכל המקורות.

1.8.2 בקרה שוטפת

א. באפר פחם תחתי ניתן לבצע בדיקות צפיפות ורטיבות באמצעות מכשיר גרעיני בהתאם לת"י 1454 (כולל תיקון בהתאם לבדיקת צפיפות רטיבות באמצעות חרוט חול).

באפר פחם מרחף יבוצעו בדיקות צפיפות ורטיבות באמצעות גליל מוחדר בלבד,

בהתאם לת"י 1865.

ב. בבדיקות רטיבות של אפר פחם תחתי ומרחף, ניתן לבצע יבוש במיקרוגל, בהתאם ל-
ASTM D 4643.

תדירות ודרישות הבקרה השוטפת תשתנה בהתאם לשימוש המיועד למבנה אפר הפחם.
במידה ומנת עיבוד לא עומדת בדרישות המפרט יבצע הקבלן תיקונים נדרשים ומנת
העיבוד תיבחן שוב כיחידה אחת.

1.9 תחומי אחריות

1.9.1 אחריות המתכנן

- א. המתכנן אחראי לקביעת הנחיות ליישום השימוש באפר פחם כשכבות מילוי לעבודות פיתוח, סוללות תפקודיות או בורות.
- ב. המתכנן אחראי לקבל את כל האישורים הנדרשים ולעניין זה יסתייע במנהלת או בחברת החשמל, האישורים הם מההיבט ההידרולוגי, בריאותי, סביבתי ומנהלי, לרבות המגבלות שהוכתבו על ידי כל אחד מהגורמים הרלוונטיים הנ"ל. מגבלות שיכולים גופים אילו להחיל הן: ביצועיות (היתר לעשות שימוש באפר מסוג אחד בלבד), כימיות (היתר לעשות שימוש באפר בעל תכולה מסוימת של חומר מסוים) וגיאוגרפיות (המגדירות היכן מותר והיכן אין היתר להשתמש באפר פחם).
- ג. באחריות המתכנן להביא לידי ביטוי את ההיתר לשימוש באפר פחם בתוכניות, במפרט ובכתב הכמויות שבאחריותו.
- ד. המתכנן יכין תוכנית וחתיכים טיפוסיים: החתיכים יכללו התייחסות להגנה מפני ארוזיה של נגר עילי ורוח, וכן התייחסות נדרשת לתהליך העבודה.
- ה. המתכנן יכין מפרט ובו יפורטו הדרישות ההנדסיות והכימיות מאפר הפחם, בהתאם לשימוש שיקבע.

1.9.2 אחריות הקבלן

- א. הקבלן אחראי לבצע את כל מה שמפורט בתוכניות המתכנן, במפרטים ודרישות הפיקוח באתר.
- ב. הקבלן אחראי לאספקת החומרים, כוח אדם וכלים לביצוע העבודה, לרבות כל האלמנטים האדמיניסטרטיביים הכרוכים בכך.
- ג. כל סידורי העמסת האפר, כניסה לתחום תחנת הכוח, אישורים לנהגים, שקילת משאיות ריקות ומלאות **וכיסוי המשאיות בברזנט בעת ההובלה**, יהיו באחריות הקבלן. הקבלן חייב בתאומים הנדרשים עם מהנדס האפר בתחנת הכוח.
- ד. על הקבלן לוודא כי אפר הפחם המסופק לו בתחנת הכוח הומוגני (ללא ערבוב של מרחף ותחתי או עם חומרים אחרים) והוא **מורטב במידה הנדרשת למניעת פיזור אבק או נוזלים בהובלה**.
- ה. הקבלן יציג תוכנית עבודה שתפרט את שלבי הביצוע השוטף: כמות האפר שבכוונתו לספק לאתר, מקורו, קצב האספקה פיזורו והידוקו שכבה אחר שכבה ללא עיכובים וללא יצירת מצבורי חומר. עם התקדמות הביצוע ניתן יהיה לבחון את קצב האספקה ולהתאימו במידת הצורך לקצב הביצוע.
- ו. הקבלן ינהל רשימת תיוג לנושא אפר הפחם אשר בה יתועד בין השאר סוגי האפר שסופקו, מועדי אספקה, אסמכתאות לבדיקות אפר הפחם, אסמכתאות לבדיקות השכבה המוגמרת וכו'.
- ז. הקבלן אחראי לספק את בדיקות המעבדה הנדרשות למפקח.
- ח. הקבלן יציג תוכנית עבודה מפורטת ובה יוגדרו הכנת קטע ניסוי, סוג וכמות הציוד שבכוונתו לעשות שימוש ושיטת ביצוע.
- ט. במידה והשימוש באפר פחם הינה יוזמת הקבלן יהיה עליו לדאוג לכל המפורט בדרישות שבאחריות המתכנן.

1.9.3 אחריות המפקח

- א. המפקח אחראי לוודא כי הסלילה מבוצעת בהתאם לכל המסמכים הרלוונטיים לפרוייקט לרבות הנחיות, מפרטים, חוזים תוכניות והסכמים.
- ב. חובת המפקח להכיר את תנאי החוזה וההתקשרות ולדאוג כי כל גורם נושא באחריותו.
- ג. המפקח אחראי לוודא ולתעד את הכמויות, החתכים וסוגי האפר המסופקים לאתר. כמו כן באחריותו לוודא כי מבוצעות בדיקות מעבדה לאיפיון האפר ושאר החומרים, בהתאם לדרישות המפרט הן מבחינת כמות הבדיקות והן מבחינת איכות החומרים.

- ד. שלביות הביצוע באפר פחם הנה מפתח להצלחת היישום. אי לכך יאשר המפקח כל אחד משלבי הביצוע.
- ה. המפקח אחראי לעדכן את המתכנן על כל בעיה הקשורה ביישום התכנ בזמן הביצוע, ולקבל הנחיות מפורטות ופתרון.
- ו. המפקח אחראי על אישר תוכנית העבודה המפורטת שהגיש הקבלן.
- ז. אישור המפקח מהווה שטר לביצוע העבודה לפי הדרישות. לכן באחריות המפקח לבסס את דעתו על בדיקות ומדידות.