

מפרט לעבודות תשתית עם אפר פחם

פרק 2: מילוי לצורכי עבודות פיתוח

היבטים סביבתיים

מילוי לצורכי עבודות פיתוח היינו כל מילוי קונסטרוקטיבי (מבני), 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.

ההנחיות המיוחדות לכל הגורמים (מתכנן, מבצע ומפקח) הן בנוסף לאילו המפורטות בפרק 1.

2.1 הנחיות מיוחדות למתכנן

2.1.1 תכנון ניקוז

עודפי מים בלתי מנוקזים גורמים לערעור יציבות מדרונות המילוי, עקב יצירת כוחות זרימה וביצועי מבנה ירודים. אי לכך יש לתכנן אמצעים לניקוז עודפי מים כתוצאה מגשמים או כתוצאה מהליך הביצוע (הרטבה).

במקרים בהם מתוכננת תעלת ניקוז יש להבטיח כי בסיס המילוי מאפר פחם יהיה ברום מינימלי של 20 ס"מ מעל למפלס המים המקסימלי המתוכנן בתעלה, כמוצג לדוגמא בתרשים מס' 1 בנספח א'.

עבודות מילוי באפר פחם על קרקע טבעית אטומה (כגון חרסית), ללא אמצעי ניקוז, יגרום ל"כליאת" המים בתוך שכבות אפר הפחם. במקרה זה מומלץ לתכנן שכבה מנקזת בין הקרקע הטבעית האטומה לשכבות מילוי אפר הפחם, ראה תרשים 2 בנספח א'.

במקרים של עבודות פיתוח בהם אין אפשרות לנקז את תחתית המבנה, אין להשתמש באפר פחם למטרות מילוי. אסורה יצירת "אמבטיות" מאפר פחם.

2.1.2 תכנון הגנת שכבות המילוי ומדרונות אפר הפחם

פרט הביצוע לעבודה עם אפר פחם יכול את כיסוי שכבות אפר הפחם למניעת ארוזיה, כמוצג בתרשימים 1 ו-2 שבנספח א'.

עובי כיסוי פני השטח, h_1 , יהיה 1.0 מ' לפחות.

עובי כיסוי המידרון, h_2 , יהיה 1.0 מ' לפחות.

2.1.3 הנחיות לאפיון אפר הפחם

א. חוזק

יש לדרוש כי לאפר הפחם יהיה מת"ק מינימלי של 10% בתחום רטיבות העיבוד והצפיפות הנדרשת.

ב. בקרת איכות אפר הפחם

הבדיקות המינימליות לאפיון אפר פחם הן :

- דרוג אגרגטים - יש לבצע במקרים הבאים :

(i) לכל 15,000 מ"ק של אפר פחם .

(ii) כל פעם שמבחינה חזותית נראה שינוי באפר הפחם.

(iii) בכל שנוי במקור האפר במהלך האספקה והפיזור.

- מערכת צפיפות רטיבות - יש לבצע במקרים הבאים :

(i) לכל מנת עיבוד (2000 מ"ר) (לקבוע את הצפיפות המקסימלית והרטיבות האופטימלית).

(ii) כל פעם שמבחינה חזותית נראה שינוי באפר הפחם.

(iii) בכל שנוי במקור האפר במהלך האספקה והפיזור.

- מערכת צפיפות רטיבות מת"ק - יש לבצע במקרים הבאים :

(i) כל פעם שמבחינה חזותית נראה שינוי באפר הפחם.

(ii) בכל שנוי במקור האפר במהלך האספקה והפיזור.

(iii) בכל פעם שהמפקח רואה לנכון ובלבד שיצדיק את דרישותיו בכתב.

ג. בדיקות נוספות

במידת הצורך ולפי צרכי התכנון יבוצעו גם בדיקות הנדסיות נוספות כגון : גזירה מרחבית, חילחול וכו'.

2.1.4 הנחיות לעיבוד אפר הפחם

- א. באפר פחם תחתי
דרגת הידוק מומלצת: 95% M.A
תכולת רטיבות לעיבוד (w) : $w_{opt}-2\% < w < w_{opt}+2\%$
- ב. באפר פחם מרחף
דרגת הידוק מומלצת: 89% M.A
תכולת רטיבות לעיבוד (w) : $w_{opt}-2\% < w < w_{opt}+4\%$
(w_{opt} – תכולת הרטיבות האופטימלית לצפיפות הנדרשת)

2.1.5 הנחיות לבקרת העיבוד של אפר הפחם

- א. בעבודה עם אפר פחם תחתי:
10 נקודות בדיקת צפיפות רטיבות לכל מנת עיבוד בשיטת המכשיר הגרעיני, בהתאם לדרישות ת"י 1454 (כולל תיקון בהתאם לבדיקות צפיפות ורטיבות באמצעות חרוט חול).
- ב. בעבודה עם אפר פחם מרחף:
6 נקודות בבדיקת צפיפות רטיבות לכל מנת עיבוד בשיטת גליל מיוחדר בלבד, בהתאם לת"י 1865 (שלבי).

2.1.6 איכות חומרי הכיסוי

- א. החומר לכיסוי פני שטח אפר הפחם (בעובי h_1 – ראה תרשים מס' 1 ו- 2 שבנספח א') יעמוד בדרישות הבאות:
- (i) יסווג לפי שיטת המיון של AASHTO כ-A-1, A-3, A-5, A-6, A-7 או A-2 (לא יותר שימוש ב-A-1, A-3, A-5, A-6, A-7 ובנוסף: -)
 - (ii) גודל גרגיר מקסימלי - 12 ס"מ.
 - (iii) אחוז עובר נפה #200 - 20%-40%.
 - (iv) גבול נזילות (LL) - מקסימום 35%.
 - (v) אינדקס פלסטיות (PI) - מקסימום 15%.

- ב. החומר לכיסוי מדרונות סוללות המילוי מאפר הפחם (בעובי h_2 - ראה תרשימים 1 ו-2 שבנספח א') יעמוד בדרישות הבאות:
- (i) יסווג לפי שיטת המיון של AASHTO כ-A-6, A-7, A-4 או A-2 עם אחוז עובר נפה #200 של 20% מינימום.
- (ii) גודל גרגיר מקסימלי - 10 ס"מ.

2.1.7 הנחיות לתכנון יציבות מדרונות

- א. בסוללות גבוהות מ- 4.0 מ' ובכל מקרה של תנאי קרקע לא שגרתיים (כגון: - קרקע טבעית רכה, ללא תלות בגובה הסוללה), יש לוודא את יציבות המדרון באמצעות מודל מקובל או תוכנת מחשב ייעודית. כמו כן יש לבחון את תסבולת הקרקע תחת הסוללה.
- ב. בסוללות גבוהות מ- 4.0 מ' ושיפוע קרקע טבעית גדול מ- 15%, יש למנוע החלקה של סוללת המילוי על גבי מדרון הקרקע הטבעית. ניתן לבצע מדרגות ברוחב מינימלי של 3 מ' בשתיית הטבעית, שיאפשרו לסוללת המילוי ביסוס מתאים.
- ג. אפר פחם תחתי – שיפוע מומלץ של 1:1.5 (אופקי: אנכי). במקומות בהם המדרון נתון לתקופות של הצפה, השיפוע המינימלי המומלץ הוא 1:2 (אופקי: אנכי).
- ד. אפר פחם מרחף - שיפוע מומלץ של 1:2 (אופקי: אנכי). במקומות בהם צפויה הצפה, אין לאפשר שיפוע מדרון תלול מ- 1:3 (אופקי: אנכי).

2.2 הנחיות מיוחדות למבצע (הקבלן)

2.2.1 בקרת איכות אפר הפחם

- א. ביישום לצרכים מבניים כגון מילוי לעבודות פיתוח, יותר שימוש באפר תחתי ואפר מרחף המוגדר לפי ה- ASTM C 618, כאפר מסוג F.
- ב. 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'.

- ג. אם לא נאמר אחרת יש לבחון את איכות האפר בהתאם לדרישות הבאות :
- דרוג אגרנטים - יש לבצע במקרים הבאים :
 - (i) לכל 15,000 מ"ק של אפר פחם .
 - (ii) כל פעם שמבחינה חזותית נראה שינוי באפר הפחם.
 - (iii) בכל שנוי במקור האפר במהלך האספקה והפיזור.
 - מערכת צפיפות רטיבות - יש לבצע במקרים הבאים :
 - (i) לכל מנת עיבוד (2000 מ"ר) (לקבוע את הצפיפות המקסימלית והרטיבות האופטימלית).
 - (ii) כל פעם שמבחינה חזותית נראה שינוי באפר הפחם.
 - (iii) בכל שנוי במקור האפר במהלך האספקה והפיזור.
 - מערכת צפיפות רטיבות מת"ק - יש לבצע במקרים הבאים :
 - (i) כל פעם שמבחינה חזותית נראה שינוי באפר הפחם.
 - (ii) בכל שנוי במקור האפר במהלך האספקה והפיזור.
 - (iii) בכל פעם שהמפקח רואה לנכון ובלבד שיצדיק את דרישותיו בכתב.

2.2.2 הכנת השטח

- א. השטח יוכן בהתאם לדרישות המפרט הכללי ; יבוצע חשוף עד לפני שטח יציבים ונקיים מכל חומר זר. מים ינוקזו מתחום העבודה, והאזור יוכן כך, שגם מים עיליים, מגשם, ינוקזו ממנו.
- ב. במקרים בהם מתוכנן ניקוז תת קרקעי יבוצעו כל העבודות לפני תחילת העבודה עם האפר.
- ג. במקרים בהם מתוכנן השימוש באפר על מדרון תלול מ- 20% שיפוע, יש להכין ברמות לביצוע שכבות של אפר. רוחב הברמות יהיה לפחות רוחב של כלי עבודה. במקרים בהם תחום העבודה מוגבל, יש להקפיד על תכנון הלוגיסטיקה של כלי העבודה לפני תחילתה.
- ד. בתחילתו של יום עבודה או לאחר ששטח לא טופל למשך שעות ארוכות יש לחרוש את פני השטח ולוודא כי הוא הומוגני מבחינת רטיבות לכל עומק השכבה ופני השטח. חוסר הומוגניות יכול לגרום לבעיות ניקוז ולהחלשות של אזור אחד מהר יותר מאזור אחר.

2.2.3 פיזור

- א. יש לפזר את אפר הפחם באמצעות מפלסת (גריידר). המפלסת תגלגל את האפר מצד לצד עד לקבלת שכבה בתכולת רטיבות אחידה, בתחום הנדרש.
- ב. אם לא נאמר אחרת, עובי השכבות לא יעלה על 20 ס"מ לאחר ההידוק.
- ג. יש להקפיד לא להשאיר שכבות מהודקות של אפר פחם חשופות. כיסוי האפר הכרחי במטרה למנוע תופעות ארוזיה של מים ורוח. כיסוי האפר במידה ולא הוכתב על ידי המתכנן יבוצע בהתאם להנחיות המיוחדות למתכנן ולתשימים 1 או 2 שבנספח א'.

2.2.4 כלי עבודה

- א. יש לפזר גושי אפר פחם המגיעים לאתר (בייחוד באפר תחתי) טרם עבודת ההידוק. ניתן לעשות זאת באמצעות מכבש רגלי כבש או בכל אמצעי אחר שיציע הקבלן וישג תוצאות נאותות.
- ב. יש להדק את השטח במכבש חלק עם או בלי ויברציה, כפי שיקבע בקטע העבודה הראשון, שיהווה חלקת ניסוי.
- ג. יש לוודא כי כל שכבת עיבוד נראית בתום ההידוק "סגורה" ואחידה. לעיתים שינוי כיוון הכבישה יכול להועיל לעניין זה.

2.2.5 הידוק

- א. אם לא נאמר אחרת תנאי העיבוד באפר פחם תחתי יהיו כדלקמן :-
דרגת הידוק תהיה : 95% M.A
תכולת רטיבות לעיבוד (w) : $w_{opt}-2\% < w < w_{opt}+2\%$
- ב. אם לא נאמר אחרת תנאי העיבוד באפר פחם מרחף יהיו כדלקמן :-
דרגת הידוק תהיה : 89% M.A
תכולת רטיבות לעיבוד (w) : $w_{opt}-2\% < w < w_{opt}+4\%$
(w_{opt} – תכולת הרטיבות האופטימלית לצפיפות הנדרשת)

2.2.6 בדיקות בקרת עיבוד

- א. אם לא נאמר אחרת עבור כל מנת עיבוד של אפר פחם תחתי יבדקו 10 נקודות בבדיקת צפיפות רטיבות במכשיר גרעיני, בהתאם לדרישות התקן.
- ב. אם לא נאמר אחרת עבור כל מנת עיבוד של אפר פחם מרחף יבדקו 6 נקודות בבדיקת צפיפות רטיבות בשיטת גליל מוחדר (שלב).

2.2.7 גימור

- א. במילוי לעבודות פיתוח יש להבטיח אפשרות לניקוז מים ככלל ולניקוז מים שמהווים חלק מתהליך הביצוע. במקרים בהם אין אפשרות לנקז את תחתית המבנה, אין להשתמש באפר פחם למטרות מילוי. אסורה יצירת "אמבטיות" מאפר פחם.
- ב. יש להקפיד על הביצוע בהתאם לפרטי הביצוע. באם לא סופקו פרטי ביצוע יעשה הקבלן שימוש בהנחיות המיוחדות למתכנן ובתשימים 1 או 2 שבנספח א'.
- ג. הקבלן ישמור את פני השכבה שעובדה ואושרה במצב רטוב עד לכיסויה, למניעת פליטת אבק.

2.3 הנחיות מיוחדות למפקח

2.3.1 כללי

המפקח יוודא כי כל הנחיות התכנון ופרטי הביצוע מבוצעים כנדרש על פי המפרט הכללי ומפרט מיוחד זה. באם לא יסופקו הנחיות תכנון מספקות או פרטי ביצוע תבוצע העבודה על פי הנחיות המיוחדות למבצע שבסעיף 2.2 לעיל.

2.3.2 בקרת עבודות ההכנה

המפקח יוודא כי עבודות ההכנה בוצעו בהתאם לדרישות המפרט הכללי ומפרט זה, כדי שהביצוע לא יתקל בקשיים בגין עבודות הכנה לוקות בחסר.

2.3.3 בקרת איכות אפר הפחם

המפקח יוודא כי המבצע ערך את כל הבדיקות הנדרשות לאפר וכי תוצאות הבדיקות עומדות בדרישות התכנון והמפרט. המפקח יוודא כי הקבלן מנהל טופסי תיוג לבקרת איכות העבודה עם אפר הפחם.



