

## מפרט לעבודות תשתית עם אפר פחם

### פרק 3: מילוי לסוללות תפקודיות

#### היבטים סביבתיים

סוללות תפקודיות הן 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. ההנחיות המיוחדות לכל אחד מהגורמים (המתכנן המבצע והמפקח) הן בנוסף לאילו המפורטות בפרק 1.

### 3.1 הנחיות מיוחדות למתכנן

#### 3.1.1 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'.

#### 3.1.2 תכנון הגנת שכבות המילוי ומדרונות אפר הפחם

פרט הביצוע לעבודה עם אפר פחם יכלול את כיסוי שכבות אפר הפחם למניעת ארוזיה, כמוצג בתרשימים 1 ו-2 שבנספח א'. עובי כיסוי פני השטח,  $h_1$ , יהיה 0.6 מ' לפחות, ובהתאם לדרישות הפיתוח. עובי כיסוי המידרון,  $h_2$ , יהיה 1.0 מ' לפחות.

### 3.1.3 הנחיות לאפיון הנדסי ואינדקטיבי של אפר הפחם

- א. בקרת איכות אפר הפחם  
הבדיקות המינימליות לאפיון אפר פחם הן:
- a. 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 שינוי במקור אפר הפחם במהלך האספקה והפיזור.
- b. מערכת צפיפות רטיבות - יש לבצע במקרים הבאים:
- (i) לכל 15,000 מ"ק של אפר פחם.
  - (ii) כל פעם שמבחינה חזותית נראה שינוי באפר הפחם.
  - (iii) בכל שינוי במקור אפר הפחם במהלך האספקה והפיזור.
- ב. בדיקות נוספות  
במידת הצורך ולפי צרכי התכנון יבוצעו גם בדיקות הנדסיות נוספות כגון: גזירה מרחבית, חילחול וכו'.

### 3.1.4 הנחיות לעיבוד אפר הפחם

- א. באפר פחם תחתי  
דרגת הידוק מומלצת: 92% 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)

### 3.1.5 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 התקן.
- ב. בעבודה עם אפר פחם מרחף:  
6 נקודות בבדיקת צפיפות רטיבות לכל מנת עיבוד בשיטת החדרת גלילים (שלבי).

### 3.1.6 איכות חומרי הכיסוי

- א. החומר לכיסוי פני שטח אפר הפחם (בעובי  $h_1$  ראה תרשימים 1 ו-2 בנספח א') ומדרונות סוללות המילוי מאפר הפחם (בעובי  $h_2$ ) יעמוד בדרישות הבאות:
- (i) יסווג לפי שיטת המיון של AASHTO כ-A-7-6, A-6, A-4 או A-2 עם אחוז עובר נפה #200 של 20% מינימום.
- (ii) גודל גרגיר מקסימלי - 10 ס"מ.

### 3.1.7 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).

## 3.2 הנחיות מיוחדות למבצע (הקבלן)

### 3.2.1 בקרת איכות אפר הפחם

- א. אם לא נאמר אחרת יש לבחון את איכות האפר בהתאם לדרישות הבאות:
- a. 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 שינוי במקור אפר הפחם במהלך האספקה והפיזור.
- b. מערכת צפיפות רטיבות - יש לבצע במקרים הבאים:

- (i) לכל 15,000 מ"ק של אפר פחם .
- (ii) כל פעם שמבחינה חזותית נראה שינוי באפר הפחם.
- (iii) בכל שינוי במקור אפר הפחם במהלך האספקה והפיזור.

### 3.2.2 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 לכול עומק השכבה לפני השטח. חוסר הומוגניות יכול לגרום לבעיות ניקוז ולהחלשות של אזור אחד מהר יותר מאזור אחר.

### 3.2.3 פיזור

- א. אם לא נאמר אחרת, עובי השכבות לא יעלה על 20 ס"מ לאחר ההידוק.
- ב. 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'.

### 3.2.4 כלי עבודה

- א. יש לפורר גושי אפר פחם המגיעים לאתר (בייחוד באפר תחת) טרם עבודת ההידוק.
- 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.

### 3.2.5 הידוק

- א. אם לא נאמר אחרת תנאי העיבוד באפר פחם תחתי יהיו כדלקמן :-  
דרגת הידוק תהיה : 92% M.A  
תכולת רטיבות לעיבוד תהיה :  $W_{opt}-2\% < W < W_{opt}+2\%$
- ב. אם לא נאמר אחרת תנאי העיבוד באפר פחם מרחף יהיו כדלקמן :-  
דרגת הידוק תהיה : 89% M.A  
תכולת רטיבות לעיבוד תהיה :  $W_{opt}-2\% < W < W_{opt}+4\%$   
( $W_{opt}$  – תכולת הרטיבות האופטימלית לצפיפות הנדרשת)

### 3.2.6 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 החדרת גלילים (שלבי).

### 3.2.7 גימור

- א. 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 שיפגעו ביציבות המבנית של הסוללה.
- 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.

## הנחיות מיוחדות למפקח

### 3.2.8 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 3.2 לעיל.

### 3.2.9 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.

### 3.2.10 בקרת איכות אפר הפחם

המפקח יוודא כי המבצע ערך את כל הבדיקות הנדרשות לאפר וכי תוצאות הבדיקות עומדות בדרישות התכנון והמפרט.

### 3.2.11 בקרת עיבוד

המפקח יוודא כי העבודה המבוצעת מלווה בבדיקות מעבדה. כמו כן יוודא המפקח כי כמות הבדיקות עונה להיקפי העבודה המבוצעת ותוצאות הבדיקות מעידות כי הביצוע היינו בהתאם לדרישות התכנון והמפרט.

המפקח רשאי לפי שיקול דעתו ההנדסית להגדיל את שטח מנת העיבוד לצורך תדירות בקרת איכות הביצוע, עד ל- 5,000 מ"ר.

המפקח רשאי לפי שיקול דעתו לקבוע באמצעות קטע ניסוי, כי ניתן להסתפק בבקרת מספר מעברי מכבש לצורך בקרת העיבוד. החלטת המפקח חייבת להתבסס במקרה זה על בקרת הצפיפות והרטיבות בקטע הניסוי.

במקרה של הידוק לא מבוקר ידרוש המפקח שימוש במכבש Bomag 217 או שווה ערך.

המפקח יוודא כי עבודות הפיזור, ההרטבה, העיבוד וההידוק יעשו ברציפות, למניעת התייבשות והתעופפות אבק אפר פחם.

### 3.2.12 פרטי ביצוע

שלביות הביצוע באפר פחם הנה מפתח להצלחת היישום. אי לכך יאשר המפקח כל אחד משלבי הביצוע. אישור המפקח מהווה שטר לביצוע העבודה לפי הדרישות.