

מדינת ישראל

משרד התחבורה

מ.ט.צ.

האגף לחומרים ומחקר

טיוטא מס' 2

מפרט כללי לייצוב קרקע חרסיתית עם אפר פחם מרחף

מחליף טיוטא מס' 1 מאפריל 2000 לאחר הכנסת תיקונים, תוספות וכד' עקב הערות מה"ה יעקב כדיר, שמעון נסיכי, שמואל פפרבאום ועמרי לולב.

אוקטובר 2001

הוכן בהזמנת מנהלת אפר הפחם על ידי:

יונה - ייעוץ וניהול הנדסי בע"מ

רח' שמשון 37, חיפה 34678
טל. 8246959-04 (רב קווי), פקס 8340459-04
email: yona@yonaltd.com



מפרט כללי לייצוב קרקע חרסיתית עם אפר פחם מרחף

טיוטא מס' 2

תאריך: 21/10/2001

תוכן עניינים

1.....	1. תאור	1
1.....	2. הגדרות	1
1.....	3. מסמכים ומפרטים תומכים	1
2.....	4. דרישות כלליות לחומרים	2
2.....	4.1 אפר הפחם המרחף	2
2.....	4.2 קרקע	2
2.....	5. העמסה והובלה של אפר הפחם	2
3.....	6. ייצוב הקרקע עם אפר הפחם	3
3.....	6.1 הכנת הקרקע לפני הייצוב	3
3.....	6.2 תכולת אפר הפחם המרחף	3
3.....	6.3 פיזור אפר הפחם	3
4.....	6.4 ערבוב אפר הפחם עם הקרקע	4
4.....	6.5 הידוק הקרקע המיוצבת	4
4.....	6.6 אשפרת השכבה המהודקת	4
4.....	7. בקרת איכות	4
4.....	7.1 דרישות איכות ובקרתה	4
5.....	7.2 עמידה חלקית בדרישות	5
5.....	8. מדידה ותשלום	5
5.....	8.1 מדידה	5
5.....	8.2 תשלום	5
5.....	8.3 פריטים לתשלום	5

נספחים

מס' 1: הנחיות למתכנן

מס' 2: הנחיות למפקח

מפרט כללי לייצוב קרקע חרסיתית עם אפר פחם מרחף

טיוטא מס' 2

תאריך: 21/10/2001

מפרט כללי לייצוב קרקע חרסיתית עם אפר פחם מרחף

General Specification for the Stabilization of Clayey Soils with Pulverized Fly Ash

1. תאור

מפרט זה מציג את הדרישות, ההנחיות והתנאים לייצוב קרקע חרסיתית ע"י תחוחה וערבובה עם אפר פחם מרחף באתר ליצירת שכבה אחת או יותר של שתית משופרת, בעלת פלסטיות נמוכה יותר ותכונות מכניות טובות יותר ביחס לקרקע המקורית.

2. הגדרות

א. **אפר פחם מרחף: Pulverized Fly Ash.** חומר דק מאוד, דומה לאבקה או קמח בגוון אפור. נאסף במסננים אלקטרוסטטיים של תחנת הכוח בתהליך שרפת פחם ליצירת חשמל. קיימים סוגים שונים של אפר פחם מרחף בארץ. הסוג המתאים לייצוב קרקע חרסיתית יעמוד בדרישות של מפרט זה. בארץ אפשר לקבל אפר פחם מרחף בשני מצבים: (א) מותאם או (ב) מערימות.

א.1. **אפר פחם מותאם: Conditioned.** אפר פחם מרחף "טרי", יבש, מאוחסן בסילו. בזמן העמסתו מקבל בתחנת הכוח מספיק מים על מנת להקל בהובלתו ופיזורו.

א.2. **אפר פחם מערימות:** אפר פחם מרחף הנערם בחצר תחנת הכוח או באתר אחר. מוחזק רטוב למניעת התעופפות ברוח.

ב. **ספק אפר הפחם:** לצורך מפרט זה, הספק של אפר הפחם המרחף הוא חברת החשמל ישירות מתחנות הכוח בחדרה ובאשקלון.

ג. **מנהלת אפר הפחם:** להלן "המנהלת". גוף בין-משרדי לתאום, אישור וקידום השימוש של אפר פחם לסלילת כבישים בארץ.

ד. **מנת עיבוד:** שטח מיוצב ומהודק ביום עבודה אחד אך לא פחות מ-1,000 מ"ר.

3. מסמכים ומפרטים תומכים

א. המפרט הכללי לעבודות סלילה וגישור (מע"צ) במהדורתו המעודכנת.

ב. מפרט כללי להקמת סוללות כבישים עם אפר פחם מרחף או תחתי, מע"צ, במהדורתו המעודכנת.

ג. תקן ישראל ת"י 1865 חלק 3, מאי 1999, פרק ב' בתקן "בדיקת יחסי צפיפות-רטיבות לקרקע ואגרטים", ופרק ג' "בדיקת הצפיפות לקרקע לאגרס ולתערובת קרקע-אגרס, באתר".

ד. ASTM C 311: " Standard Method of Sampling and Testing Fly Ash for use As an Admixture in Portland Cement Concrete"

מפרט כללי לייצוב קרקע חרסיתית עם אפר פחם מרחף

טיוטא מס' 2

תאריך: 21/10/2001

ה. ASTM C 618: "Standard Specification for Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolans for use in Portland Cement Concrete"

ו. ASTM C 593: "Standard Specification for Fly Ash and other Pozzolans for use with lime"

4. דרישות כלליות לחומרים

4.1 אפר הפחם המרחף

א. אפר הפחם יכול לא פחות מ-10% כולל של תחמוצות קלציום (CaO) ומגנזיום (MgO) ביחסי משקל. הקבלן ימציא למע"צ לפני תחילת העבודות תעודה מעודכנת ממעבדה מוסמכת עם נתוני תכולת התחמוצות הני"ל. בכל מקרה של אי-וודאות ביחס לתכולת התחמוצות הני"ל במהלך העבודות, מע"צ רשאית לבקש תוצאות של בדיקה מעודכנת בתדירות של פעם בשבוע או פעם ב-10,000 טון אפר פחם מרחף להעדפת מע"צ. עלות הבדיקות הני"ל תהיה על חשבון הקבלן.

ב. אפר הפחם המרחף יכול לא יותר מ-8% פחם חופשי בלתי שרוף כפי שייקבע במבחן אבדן בהצתה "Loss on Ignition". הקבלן ימציא למע"צ נתונים שוטפים של תוצאות אבדן בהצתה בתדירות של פעם בשבוע או פעם ב-10,000 טון אפר פחם מרחף להעדפת מע"צ. עלות הבדיקות הני"ל תהיה על חשבון הקבלן.

ג. הקבלן יספק אפר פחם מותאם בלבד. באישור מיוחד של המפקח אפשר יהיה לספק אפר פחם מערימות, ובלבד שאפר זה יעמוד בכל דרישות המפרט הזה כפי שיוכח באמצעות הבדיקות הני"ל.

ד. הקבלן יספק את אפר הפחם בליווי תעודת משלוח בה יצוינו הפרטים הבאים:

ד.1. מקור אפר הפחם ותחנת הכוח המספקת.

ד.2. ערכים עדכניים של תכולת התחמוצות של קלציום ומגנזיום באפר על פי דרישות מפרט זה.

ד.3. תאריך המשלוח, משקל ומקום האספקה: מערמה או מסילו.

ד.4. צפיפות מכסימלית ורטיבות אופטימלית של אפר הפחם בהתאם לת"י 1865 חלק 3. הערכים המדווחים יתבססו על בדיקות שבוצעו בשבוע האספקה.

4.2 קרקע

הקבלן יכין את הקרקע כך שהיא תהיה נקיה משורשים או עשבים, ותהיה יבשה ומפוררת כנדרש במפרט זה. הכנת הקרקע לייצובה באפר פחם היא חלק בלתי נפרד מהעבודה המתוארת במפרט זה והתגמול עליה משולמת במלואה במחירי היחידה של הייצוב.

5. העמסה והובלה של אפר הפחם

א. כל סידורי העמסת האפר, כניסת משאיות לתחום תחנות הכוח, אישורים לנהגים, שקילת המשאיות הריקות והמלאות וכד' הם באחריות הקבלן. הקבלן אחראי על תאומים מראש עם מהנדס האפר בתחנת הכוח.

מפרט כללי לייצוב קרקע חרסיתית עם אפר פחם מרחף

טיוטא מס' 2

תאריך: 21/10/2001

- ב. אפר הפחם יועמס על משאיות עם ארגזי מתכת חלקים לאחר שטיפה וניקיון יסודי מכל חומר אחר.
- ג. לא יועמס אפר פחם עם תכולת רטיבות מתחת ל-20% שיכול להתעופף בזמן ההובלה ולהפוך למטרד סביבתי.
- ד. מייד עם סיום ההעמסה תכוסנה המשאיות עם ברזנט או כיסוי מתאים אחר לשמירת הרטיבות באפר ומניעת התעופפותו ברוח בזמן ההובלה. כיסוי המשאיות יוסר אך ורק בזמן פריקת האפר באתר הסלילה. במשך כל זמן ההמתנה לפריקה תשארנה המשאיות מכוסות.

6. ייצוב הקרקע עם אפר הפחם

6.1 הכנת הקרקע לפני הייצוב

- א. הקבלן יוודא שהקרקע לכל עומק החתך המיועד מספיק יבשה. במידה ולא, הקבלן יחרוש ויאזור אותה באמצעות מקלטרת או מחרשת דיסקוס לעומק המתוכנן מספר ימים לפני התיחוח על מנת להאיץ את ייבושה. התגמול בגין עבודה זאת כלול במלואו במחירי היחידה.
- ב. לאחר ייבוש הקרקע לעומק הנדרש, יתחח אותה הקבלן לעומק של 30 ס"מ עד לקבלת מינימום של 50% עובר נפה מס' 4 לכל העומק. התיחוח יבוצע באמצעות מתחחת ייעודית מסוג Pulvimixer או Rotary Mixer עם יכולת תיחוח במעבר אחד לעומק של 30 ס"מ לפחות. המתחחת תהיה מצוידת בחיבור לצינור 4" או דומה להכנסת מים ישירות לתוך תוף התיחוח. רוחב התיחוח יהיה 2 מ' מינימום, והספק המכונה יהיה כזה שאפשר יהיה לתחת שטח של 2,500 מ"ר ביום עבודה אחד לעומק הנדרש תוך עמידה בכל הדרישות של מפרט זה. הקבלן יוכיח את היכולות של המתחחת באמצעות ספרות טכנית של הציוד ו/או דו"חות ביצוע של עבודות דומות באמצעות הציוד המיועד.
- ג. לאחר השגת יעדי התיחוח, יפלס הקבלן את הקרקע באמצעות מפלסת לגבהים ולשיפועים הנדרשים בתכניות לפני פיזורו של אפר הפחם.

6.2 תכולת אפר הפחם המרחף

תכולת אפר הפחם המרחף תצוין בתכניות או במפרט המיוחד. תכולה זאת לא תקטן מ-20% ולא תגדל מ-50% ביחסי משקל. רק באישור מיוחד של המפקח אפשר יהיה לחרוג מהתכולות הנ"ל כלפי מעלה או כלפי מטה.

6.3 פיזור אפר הפחם

- א. פריקת אפר הפחם המרחף מהמשאיות תיעשה בסמוך למקומו הסופי בכביש. אפר הפחם יפוזר מייד לאחר פריקתו. חל איסור לאחסן אפר פחם מרחף באתר הסלילה לפיזור במועד מאוחר יותר, אלא אם כן ניתן אישור מיוחד מהמפקח. במידה ולמרות האמור לעיל יישאר אפר פחם בלתי מפוזר בשטח, אזי ידאג הקבלן לכסות אותו בברזנט או בד אטיס מאושר אחר עד למועד פיזורו.
- ב. אפר הפחם המרחף יפוזר באמצעות מפלסת בשכבות לכל רוחב הרצועה המתוכננת. אורך הפיזור ייקבע מתוך שיקולים של הספק ייצוב יומי. עובי שכבת האפר יהיה כנדרש במפרט המיוחד או בתכניות בהתאם לתכולה הרצויה.
- ג. יש להימנע מפיזור אפר פחם מרחף כאשר נושבות רוחות חזקות או כאשר יש חשש שלא ניתן יהיה לערבבו עם הקרקע בסמוך לזמן פיזורו.

מפרט כללי לייצוב קרקע חרסיתית עם אפר פחם מרחף

טיוטא מס' 2

תאריך: 21/10/2001

6.4 ערבוב אפר הפחם עם הקרקע

- א. ערבוב אפר הפחם עם הקרקע ייעשה אך ורק באמצעות מתחחת. הערבוב הראשוני ייעשה ללא תוספת מים עד לקבלת תערובת אחידה לכל עומק החתך.
- ב. לאחר הערבוב הראשוני הנ"ל, יבוצע ערבוב נוסף תוך כדי הוספת מים ישירות אל תוף המתחחת דרך הכניסה המיוחדת בתוף התיחוח.
- ג. התערובת של אפר פחם והקרקע תורטב לרטיבות אופטימלית כפי שנקבעת מפעם לפעם במהלך העבודות בסטייה מותרת של $\pm 3\%$. במידה וכמות המים המסופקת בזמן התיחוח לא תהיה מספקת, אזי יוסיף הקבלן מים באמצעות מכלית עד להשגת האופטימום הנדרש.
- ד. ערבוב הקרקע, אפר הפחם והמים יימשך עד לקבלת תערובת אחידה לכל עומק החתך המתוכנן.

6.5 הידוק הקרקע המיוצבת

- א. שכבת הקרקע המיוצבת עם אפר פחם המרחף תהודק מייד לאחר השגת האחידות והרטיבות הנדרשות. ההידוק הראשוני יבוצע עם מכבש "רגלי כבש".
- ב. לאחר ההידוק הראשוני עם מינימום של 6 מעברים של מכבש "רגלי כבש", תהודק השכבה המיוצבת באמצעות מכבש ויברציוני עד להשגת דרגת צפיפות של 95% מהצפיפות המעבדתית המכסימלית ממודיפייד פרוקטור (AASHTO T 180) ברטיבות אופטימלית.

6.6 אשפרת השכבה המהודקת

לאחר אישור השכבה המהודקת, ועד לכיסויה בשכבה אחרת, ידאג הקבלן על שמירת פני השכבה במצב רטוב. לשם כך תוחזק מכלית מים באתר הסלילה שתפזר מים באופן רצוף על פני שכבת השתיית המיוצבת המהודקת. יש להימנע מהרטבת יתר שעלולה להזיק לשכבה המהודקת ולשבש את עבירותה.

7. בקרת איכות

7.1 דרישות איכות ובקרתה

טבלה מס' 1 מציגה את דרישות האיכות ואת אופן בקרתה בזמן הביצוע.

טבלה מס' 1: דרישות איכות ובקרתה

סעיף מס'	פרמטר	דרישה	אופן וכמות המדידה	באחריות
1	אפר פחם מרחף	10% תחמוצות של קלציום ומגנזיום, מינימום.	התחייבות חברת החשמל ותעודות בדיקה תקופתיות.	הקבלן
2	אפר פחם מרחף	8% פחם חופשי בבדיקת אובדן בהצתה, מקסימום.	התחייבות חברת החשמל ותעודות בדיקה תקופתיות.	הקבלן
3	דקות הקרקע לאחר תיחוח	50% עובר נפה #4, מינימום.	ניפוי כל 150 מ' אורך ברצועת התיחוח.	המפקח

מפרט כללי לייצוב קרקע חרסיתית עם אפר פחם מרחף

טיוטא מס' 2

תאריך: 21/10/2001

סעיף מס'	פרמטר	דרישה	אופן וכמות המדידה	באחריות
4	עומק תיחוח הקרקע	כנדרש בתכניות או במפרט מיוחד, 25 ס"מ מינימום.	שוחה ידנית כל 150 מ' אורך ברצועת התיחוח.	המפקח
5	עובי שכבת אפר הפחם לפני הערבוב.	כנדרש בתכניות או במפרט מיוחד, 15 ס"מ מינימום.	שוחה ידנית כל 150 מ' אורך ברצועת התיחוח.	המפקח
6	דרגת צפיפות ותכולת רטיבות של השכבה המיוצבת המהודקת	95% ממודיפייד פרוקטור, מינימום. רטיבות אופטימלית $\pm 3\%$	בדיקה כל 1,000 מ"ר.	המפקח

7.2 עמידה חלקית בדרישות

- א. עמידה בכל דרישות האיכות מזכה את הקבלן בתשלום מלא.
- ב. אי עמידה של עד 25% (בדיקה אחת פסולה על כל 3 בדיקות תקינות) מדרישות האיכות במנת העיבוד מזכה את הקבלן בתשלום של 75% בגין אותה מנת העיבוד.
- ג. אי עמידה ביותר מ-25% מדרישות האיכות במנת העיבוד תחייב את הקבלן בהוספת 5 ס"מ בשכבת המצע על חשבונו לאחר חפירה וסילוק של 5 ס"מ של השכבה המיוצבת הפסולה.

8. מדידה ותשלום

8.1 מדידה

המדידה של הקרקע החרסיתית המיוצבת עם אפר פחם מרחף תיעשה לפי מ"ר של שכבה לעומק הנדרש.

8.2 תשלום

שכבת קרקע מיוצבת באפר פחם מרחף תשולם עפ"י מחיר למ"ר. המחיר יהווה תמורה מלאה עבור אפר הפחם, המים, העמסה, הובלה, פיזור, תיחוח והידוק קרקע מיוצבת עם אפר פחם. המחיר יהווה גם תמורה מלאה לשכר העובדים והפועלים, הציוד, וכל האמצעים והכלים האחרים הנדרשים על מנת לבצע את העבודה בהתאם לדרישות של מפרט זה.

8.3 פריטים לתשלום

תאור	יחידת תשלום	פריט מס'
ייצוב שכבת קרקע חרסיתית עם אפר פחם מרחף	מ"ר	

מפרט כללי לייצוב קרקע חרסיתית עם אפר פחם מרחף

טיוטא מס' 2

תאריך: 21/10/2001

נספח מס' 1:

הנחיות למתכנן

- א. ניתן לשפר את התכונות של קרקע חרסיתית ע"י ייצובה עם 20% עד 40% אפר פחם מרחף עתיר תחמוצות של קלציום ומגנזיום. שיפורים אלה מושגים כתוצאה מריאקציה כימית ו/או פוצולנית שמתרחשות בין תחמוצות של קלציום ומגנזיום המצויות בסוגים מסוימים של אפר פחם מרחף, והסיליקטים והאלומינטים המצויים בקרקע החרסיתית. הריאקציות הללו מתרחשות בתלות בזמן, בטמפרטורה, בלחות ובתנאי האשפחה והעיבוד של התערובת קרקע + אפר פחם.
- ב. תוצאות הייצוב מתבטאות בריסון הפלסטיות של החרסית ורגישותה לתנודות בתכולת הרטיבות (מיתון שינויי נפח כתוצאה מתפיחה והתכווצות), בשיפור עבידותה, ובגידול מסוים בערכי המת"ק אם אכן מתרחשת ריאקציה פוצולנית.
- ג. פרמטרי הייצוב (תכולת אפר הפחם) ותוצאות הייצוב לפרויקט ספציפי יש לקבוע באמצעות פרוגרמה של בדיקות מעבדה המבוצעות עם החומרים של הפרויקט.
- ד. החלטת מע"צ להשתמש באפר פחם בפרויקט סלילה מסוים תלויה בקיום הכמויות הנדרשות אצל הספק, ובקבלת אישור מהמשרד לאיכות הסביבה. מנהלת אפר הפחם יכולה לסייע בבדיקת הכמויות החזויות בהתאם ללוח הזמנים של הפרויקט, ובבדיקת הרגישויות האקולוגיות של הפרויקט לקבלת אישור סביבתי.
- ה. האישור הסביבתי יכול להיות מלא ללא הסתייגויות, או חלקי עם מגבלות שיש להקפיד למלא אותן. יתכן ובאזורים מסוימים בארץ לא יינתן אישור לשימוש באפר פחם מחשש לזיהום מי תהום או משיקולים אחרים.
- ו. אם ההחלטה להשתמש באפר פחם לייצוב שתית חרסיתית מתקבלת לפני המכרז, אזי מע"צ אחראית להשיג את האישור מהמוסדות המתאימים. אם ההחלטה להשתמש באפר פחם מתקבלת לאחר המכרז, אזי הקבלן אחראי להצטייד באישור בסיוע מע"צ ומנהלת אפר הפחם.
- ז. ייצוב קרקע חרסיתית עם אפר פחם מרחף יבוצע אך ורק בעונה היבשה של השנה.
- ח. הניסיון בשימוש באפר פחם לסלילת כבישים בארץ מוצג במקורות הספרותיים הבאים:
- בדיקת ניצול אפר פחם לסלילת כבישים, חלק א': "סקר ספרותי", הוגש לחברת כביש חוצה ישראל בע"מ ע"י יונה – יעוץ וניהול הנדסי בע"מ, 1/1995.
 - בדיקת ניצול אפר פחם לסלילת כבישים, חלק ג': "בחינת הכדאיות הכלכלית", הוגש לחברת כביש חוצה ישראל בע"מ ע"י יונה – יעוץ וניהול הנדסי בע"מ, 5/1995.
 - בדיקת ניצול אפר פחם לסלילת כבישים, חלק ב': "תכונות הנדסיות", הוגש לחברת כביש חוצה ישראל בע"מ ע"י יונה – יעוץ וניהול הנדסי בע"מ, 2/1996.
 - יונה – יעוץ וניהול הנדסי בע"מ, "ניסוי עם אפר פחם בכביש הגישה לגיסר אל-זרקא – דו"ח ביצוע ובקרת איכות", הוגש לאגף לחומרים ומחקר של מע"צ ולמנהלת אפר הפחם, 1/1998.
 - יונה – יעוץ וניהול הנדסי בע"מ, "ייצוב שתית חרסיתית עם אפר פחם מרחף – דו"ח ביצוע ובקרת איכות", הוגש לאגף לחומרים ומחקר של מע"צ, 10/1999.

מפרט כללי לייצוב קרקע חרסיתית עם אפר פחם מרחף

טיוטא מס' 2

תאריך: 21/10/2001

- יונה – יעוץ וניהול הנדסי בע"מ, "שימוש באפר פחם בסוללות הגישה למחלף גנות - דו"ח ביצוע ובקרת איכות", הוגש למחוז ת"א והמרכז של מע"צ, 4/2000.
- ט. סוג הקרקע המתאים ביותר לייצוב עם אפר פחם מרחף עתיר תחמוצות של קלציום ומגנזיום הוא חרסית "שמנה" בסיווג A-7-6 לפי מיון AASHTO, או CH לפי המיון האחד. סוגים אחרים של קרקע יכולים להפיק אולי שיפור מסוים בתכונותיהן הודות לייצוב המכני עם אפר הפחם ושיפור דירוגן, אך דבר זה טעון בדיקה.
- י. טבלה מס' 1 מציגה תכונות הנדסיות טיפוסיות של אפר פחם מרחף כפי שנתקבלו במספר פרויקטים בארץ.

טבלה מס' 1: תכונות הנדסיות טיפוסיות של אפר פחם מרחף

אפר פחם מרחף	תכונה/פרמטר
	דרוג עם שטיפה, % עובר
100	• נפה #4
100	• נפה #40
100-90	• נפה #200
NP	גבולות אטרברג
A-4	מיון לפי AASHTO
2.40-2.10	משקל סגולי, G_s
1,400-1,000	צפיפות מכסימלית (מודיפייד), ק"ג/מ"ק
35-20	רטיבות אופטימלית, %
15-30	CBR, %
	גזירה מרחבית מנוקזת:
0.30-0.10	• c, קוהזיה, ק"ג/סמ"ר
35-25	• ϕ , זווית חיכוך, °

- יא. המתכנן אחראי לבדוק ולאשר את הסוגייה האקולוגית/סביבתית של השימוש באפר פחם בפרויקט. עם קבלת האישורים הנדרשים יכין המתכנן חתכים טיפוסיים, מפרט מיוחד וכתב כמויות לסעיפי אפר הפחם כמקובל.
- יב. תכולת אפר הפחם המרחף לייצוב קרקע חרסיתית תיקבע מתוך פרוגרמה מעבדתית. הפרוגרמה תבדוק את הקרקע הבלתי מיוצבת והקרקע המיוצבת ב-3 תכולות אפר פחם מרחף (למשל 10%, 20% ו-30% אפר פחם ביחסי משקל).
- יג. כמינימום, הפרוגרמה המעבדתית תבדוק את התכונות הבאות:
 - גבולות אטרברג של הקרקע הבלתי מיוצבת.

מפרט כללי לייצוב קרקע חרסיתית עם אפר פחם מרחף

טיוטא מס' 2

תאריך: 21/10/2001

- גבולות אטרברג של הקרקע המיוצבת באפר פחם מרחף מייד לאחר ערבובה עם אפר הפחם ולאחר 1 יום ו-7 ימים של אשפרה (לאחר הידוק).
- יחסי צפיפות-רטיבות מת"ק של הקרקע הבלתי מיוצבת ושל הקרקע המיוצבת עם כל אחת מתכולות אפר הפחם הנבחרות, לאחר 1 יום ו-7 ימים של אשפרה "רטובה".
- ד. בזמן כתיבת מפרט זה לא נהוג לנצל את חוזקה המוגבר של השתית לטובת חיסכון בעובי מבנה המיסעה. בעתיד, יתכן ושכבת השתית המיוצבת תוכר כפלטפורמה עם תסבולת משופרת או Capping Layer ואז אפשר יהיה להקטין את עובי המבנה. המתכנן יבדוק את הנוהלים הקיימים במע"צ ביחס לסוגייה הזאת ויפעל בהתאם.
- טו. טבלה מס' 2 מציגה ערכים טיפוסיים ומגמות השפעה של אפר פחם מרחף עתיר תחמוצות של קלציום ומגנזיום על קרקע חרסיתית "שמנה".

טבלה מס' 2: מגמות השפעה טיפוסיות של אפר פחם מרחף על חרסית "שמנה"

תכונה/פרמטר	חרסית "שמנה"	חרסית עם 30% אפר פחם מרחף
גבול נזילות, %	60÷80	ירידה של 10÷25%
אינדקס פלסטיות, %	40÷60	ירידה של 30÷60%
מת"ק של מדגמי מעבדה, %	2.5÷5	20÷40

מפרט כללי לייצוב קרקע חרסיתית עם אפר פחם מרחף

טיוטא מס' 2

תאריך: 21/10/2001

נספח מס' 2:

הנחיות למפקח

א. אם לא נאמר אחרת במפרט המיוחד או בהנחיות הפרויקט, המפקח ירשום באופן מדויק ומלא דו"ח ביצוע ובקרת איכות של עבודות הייצוב תוך ציון החתכים, הכמויות, תוצאות הבקרה וכד' של הפרויקט.

ב. המפקח יוודא ביצוען המלא של כל בדיקות הבקרה הנדרשות במפרט זה וידווח מיידית למתכנן במידה של חריגות או קשיים בהשגת יעדי הייצוב.

ג. שכבת השתית המיוצבת והמהודקת תורטב באופן שוטף כל הזמן עד לכיסוייה בשכבה אחרת. הרטבה בלתי מספקת של השכבה תעכב או תמנע קיומן של הריאקציות המיוחלות בין החרסית לבין התחמוצות של קלציום ומגנזיום שבאפר הפחם. יחד עם זה, יש להימנע מהרטבת יתר שעשויה לגרום לבוץ ולבעיות עבירות בשטח.

ד. קודם להתחלת העבודות בשטח יוודא המפקח כי בוצעו בדיקות מעבדה של תערובות קרקע הפרויקט ואפר פחם מרחף, וידאג לקבל מהמתכנן או ממע"צ העתק של דו"ח הבדיקות הנ"ל כולל המלצות לתכולת אפר הפחם המרחף.

ה. כחלק מהבקרה השוטפת יש ליטול דגימות מהשטח לבדיקה מעבדתית של תערובת קרקע-אפר פחם. הנטילה תיעשה כל 1,000 מ"ר שכבה מיוצבת להידוק 2 גלילים ב-56 הקשות לקביעת צפיפות, רטיבות ומת"ק לאחר 1 יום ו-7 ימים של אשפרה ברטוב. התוצאות הן לידיעה ומעקב בלבד לצבירת ניסיון מקומי עם הייצוב של חרסית עם אפר פחם. התוצאות תדווחנה בדו"ח ביצוע ובקרת איכות של הפרויקט.