



מוריה חברה לפיתוח ירושלים בע"מ

מכרז פומבי מס' 318/2018

**לביצוע עבודות תשתית, סלילה, מנהור, פיתוח והפרדה
מפלסית בצומת הגבעה הצרפתית, ירושלים**

**מסמך ג-15 - מפרט בדיקת עובי כיסוי בטון לפלדת זיון
באלמנטים לציפוי דפנות מנהרות**

פברואר 2020

תוכן העניינים

| | | |
|---|--|------|
| 2 | מבוא | 01 - |
| 2 | כללי | 01.1 |
| 2 | המטרה | 01.2 |
| 2 | הגדרות וסימנים | 02 - |
| 2 | הגדרות | 02.1 |
| 3 | רשימת הסימנים | 02.2 |
| 3 | מסמכים ישימים מחייבים | 03 - |
| 3 | תקנים ישראלים | 03.1 |
| 3 | תקנים זרים | 03.2 |
| 3 | מפרטים טכניים | 03.3 |
| 4 | מילות מפתח | 04 - |
| 4 | השיטה | 05 - |
| 4 | תהליך הבדיקה | 06 - |
| 4 | ציוד הבדיקה | 06.1 |
| 5 | צוות המדידה | 06.2 |
| 5 | עבודות מקדימות באתר | 06.3 |
| 5 | אימות דיוק ציוד הבדיקה | 06.4 |
| 5 | חלות הבדיקה | 06.5 |
| 7 | רישום ועיבוד הנתונים ותוצאות הבדיקות | 06.6 |
| 8 | חישוב וקביעת טיב האלמנט | 06.7 |

01 - מבוא**01.1 כללי**

מפרט זה דן בנושא בדיקת עובי כיסוי בטון לפלדת הזיון של רכיבים מבטון מזוין יצוק באתר המשמשים לציפוי דפנות מנהרות INNER LINING. יציקות אלו מתבצעות באתר בתבנית מתועשת הנעה לאורך ציר המנהרה לאחר סיום עבודות הכרייה, התימוך והאיטום.

חשיבותו של עובי הכיסוי במקרה זה הוא לא רק לקיים המבנה אלא לעמידות האלמנט בעת שריפה העלולה להתרחש בחלל המנהרה.

כחלק מתהליך בקרת האיכות באתר נדרש לאפיין תהליך שיאפשר מתן דירוג מספרי אלמנטים היצוקים אשר יהווה מדד לאיכות וטיב האלמנט.

מפרט זה הוכן לצורך מענה לאי התאמה שנפתחה לאלמנטים (בלוקים) אשר בוצעו באתר, בגין עובי כיסוי בטון אשר אינו מתאים לכאורה לדרישות המפרט לתכנון וביצוע האלמנטים.

מפרט זה מתאים לאלמנטים עשויים בטון מזוין יצוק באתר כנגד דופן הכרייה בעלי עובי כיסוי מתוכנן לפלדת הזיון 60 מ"מ.

01.2 המטרה

מטרת המפרט להגדיר את תהליך העבודה הנדרש לרבות:

- הגדרת אופן ביצוע תהליך מדידת עובי כיסוי בטון לפלדת הזיון של אלמנטי ציפוי המנהרה העשויים בטון מזוין יצוק באתר.
- הגדרת תהליך הבדיקה.
- פירוט תהליך רישום ועיבוד תוצאות המדידה.
- הנחיות לתהליך ניתוח תוצאות המדידה לרבות קביעת טיב האלמנטים.

02 - הגדרות וסימנים**02.1 הגדרות**

מדגם בדיקה – קבוצת אלמנטים המהווים את מודל הבדיקה.

עובי בטון הכיסוי – (לפי הגדרת ת"י 466 חלק 1) המרחק הנקי מהצד החיצוני של הזיון עד פני הבטון הסמוכים לאותו זיון לרבות חריצים ושקעים.

מוטות זיון – כל מוטות הזיון המותקנים ברכיב מבנה מבטון מזוין לרבות מוטות זיון ראשי, מוטות זיון מחלקים וחישוקים המותקנים בכיוון כלשהו.

אלמנט נבדק – רכיב בודד (בלוק) של ציפוי המנהרה באורך 12 מטר.

מקטע (קטע אלמנט) – חלק של אלמנט נבדק המתקבל מחלוקת האלמנט לאורכו ל 4 מקטעים שוים באורכם (כל אחד באורך 3 מטר)

קו בדיקה (סריקה) – קו לאורכו של אלמנט בטון מזוין יצוק באתר המגדיר את תחום ביצוע מדידת עובי כיסוי הבטון למוטות הזיון לפי הנחיות מפרט זה. לכל אלמנט 4 קווי בדיקה כמוגדר במפרט.

02.2 רשימת הסימנים

להלן פירוט הסמלים והסימנים המשמשים במפרט זה :

- a – עובי כיסוי מדוד בפועל לצורך אימות מדידה (ס"מ).
- d – עובי כיסוי לפי קריאת המכשיר (מ"מ).
- ds – עובי כיסוי מתוכנן (מ"מ).
- ds* – עובי כיסוי בפועל על פי תוצאות המדידה (מ"מ).
- L – אורך כולל של אלמנט (בלוק) מבטון מזוין יצוק באתר (מטר).
- m – כמות דגימות (מוטות) לאורך קו בדיקה .
- N – כמות קווי הבדיקה לאלמנט נבדק.

03 - מסמכים ישימים מחייבים

03.1 תקנים ישראליים

- ת"י 118 בטון לשימושים מבניים תנאי בקרה בייצור וחוזק הלחיצה.
- ת"י 466 חוקת הבטון חלק 1 עקרונות כלליים.

03.2 תקנים זרים

- BS 1881 – part 204 - Testing concrete, Recommendations on the use of electromagnetic covermeters.

03.3 מפרטים טכניים

תהליך ביצוע אלמנטים מבטון מזוין יצוק באתר מתבצע כיום עפ"י אסופת הנחיות של כלל המפרטים הטכניים בהם ישנה התייחסות למגוון הנושאים הקשורים בתהליכים השונים לרבות תהליכי הייצור, חומרים ובקרת האיכות.

קיימת אבחנה בין מספר קבוצות של מפרטים :

- **אסופת המפרטים הכלליים לעבודות סלילה וגישור – נתיבי ישראל החברה הלאומית לתשתיות תחבורה.**

פרק 002/01 – עבודות בטון יצוק באתר

פרק 000/01 – הנחיות כלליות לביצוע עבודות קבלניות

פרק 000/02 – בקרת איכות בביצוע הקבלן במהלך ההקמה

פרק 000/03 – אחריות קבלן לאחר גמר ביצוע של עבודות קבלניות

• **המפרט הכללי לעבודות הבנייה של הוועדה הבין-משרדית לסטנדרטיזציה (הספר הכחול)**

פרק 02 – מפרט כללי לעבודות בטון יצוק באתר (1998)

פרק 54 – מפרט כללי לעבודות מנהור (2009)

• **מפרט שיטה לבדיקת עובי כיסוי בטון לפלדת זיון**

נתיבי ישראל – החברה הלאומית לתשתיות תחבורה

CCT - Concrete Cover Test Method of testing concrete cover of steel reinforcement

04 - מילות מפתח

בטון מזוין, עובי בטון הכיסוי, פלדת זיון, קיים, איכות מוצר, הסתברות, מדגם בודד, ציוד מדידה אלקטרומגנטי.

05 - השיטה

בדיקת עובי כסוי הבטון תבצע באתר לאלמנטים שיקבעו ע"י בקרת האיכות.

לכל אלמנט 4 קווי בדיקה בהתאם להנחיות סעיף 06.5.2 להלן.

תוצאות הבדיקה תהינה ישימות לאלמנט הנבדק בלבד בהתאם להנחיות המפורטות במסמך זה ולהוראת בקרת האיכות.

06 - תהליך הבדיקה

06.1 ציוד הבדיקה

בדיקת עובי כסוי הבטון מעל ברזל הזיון באלמנטים הקיימים תבוצע בעזרת מכשיר המשמש לזיהוי ומדידת מיקום מוטות זיון באלמנטי בטון קיימים המתבסס על שיטת מדידה אלקטרומגנטית (Electrometer Concrete cover meters) כאמור בתקן הבריטי (BS 1881 – part 204 (1988) (סעיף 03.2 לעיל) בעל נתונים טכניים כמפורט להלן:

- יכולת הגילוי של מכשיר הבדיקה לעומק של לפחות 100 מ"מ.

- אי דיוק המדידה של המכשיר הוא פחות מ $\pm 10\%$.

- רוחב הרצועה של קו הבדיקה לפחות 15 ס"מ.

- קריאת הנתונים תהיה רציפה ולא נקודתית.

- קריאת המכשיר מאפשרת לקבל קובץ דיגיטלי הכולל את נתוני קריאה (טבלת ערכים) עבור כל אחד ממוטות הברזל מיקום המוט (מרחק רץ מנקודת ההתחלה) ועובי כיסוי ללא הגבלה של מספר המוטות הנבדקים (אורך הקיר).

06.2 צוות המדידה

הבדיקה תבוצע ע"י מעבדה מוסמכת בהתאם להנחיות פרק 00.02 בקרת איכות במפרט נתיבי ישראל.

06.3 עבודות מקדימות באתר

לצורך ביצוע תהליך הבדיקה יש לוודא מראש:

- תאום לו"ז העבודה באתר תוך כדי שילוב הבדיקות ברצף העבודות. מודגש בזאת כי בדיקת עובי כיסוי תבצע לאלמנטים חשופים וגלויים לעין בכל שטח. המצאות באתר של סט תכניות ביצוע מפורטות של הרכיב הנבדק במהדורה התואמת לזו לפיה בוצע האלמנט.
- הכנת פני השטח בכל תחום האלמנט לרבות פירוק תבניות, פינוי פסולת וניקוי פני השטח.
- ביצוע כל תיקוני פני השטח הנדרשים כולל תיקוני סגרגציה וכל ליקוי ביצוע אחר.
- התקנת מערכת פיגומים במידה ויידרש הדבר לצורך ביצוע הבדיקות.
- תעודות ואישורים מעודכנים המעידים על כיול מכשירי המדידה ע"י מעבדות היצרן.
- תעודות ואישורים מעודכנים המעידים על כיול חצי שנתי של מכשיר המדידה בהתאם להנחיות המפורטות בתקן הבריטי (BS 1881 – part 204 (1988) בסעיף 6 - Basic calibration of the covermeter).

תאום מועד ביצוע הבדיקות ושילובן בלו"ז הביצוע של הפרויקט יהיה לפי הנחיות מנהל הפרויקט.

06.4 אימות דיוק ציוד הבדיקה

תהליך אימות דיוק ציוד המדידה יתבצע בראשיתו של כל יום עבודה לפני תחילת עבודות הבדיקה באתר העבודה. התהליך יבוצע בנוכחות מנהל הפרויקט והוא כולל מדידה מקומית אחת של ברזל זיון באלמנט קיים באתר, סיתות הבטון באיזור המדידה עד לחשיפת המוט שנבדק והשוואת תוצאות המדידה למצב הקיים - אי דיוק מותר למדידה $\pm 10\%$.

במידה ותוצאת בדיקת אימות המדידה תחרוג מתחום $\pm 10\%$ לא יאושר השימוש במכשיר המדידה. במקרה כזה יש צורך לבצע כיול מעבדה חדש למכשיר ולאחריו בדיקת אימות הדיוק באתר כנ"ל.

תוצאות בדיקת אימות דיוק ציוד המדידה יתועדו ויצורפו למסמכי הבדיקה.

06.5 חלות הבדיקה

כללי

בכל אלמנט מבנה לגביו תקבע בקרת האיכות כי יש לבצע בדיקת עובי כיסוי תבוצע הבדיקה בהתאם להנחיות הבאות:

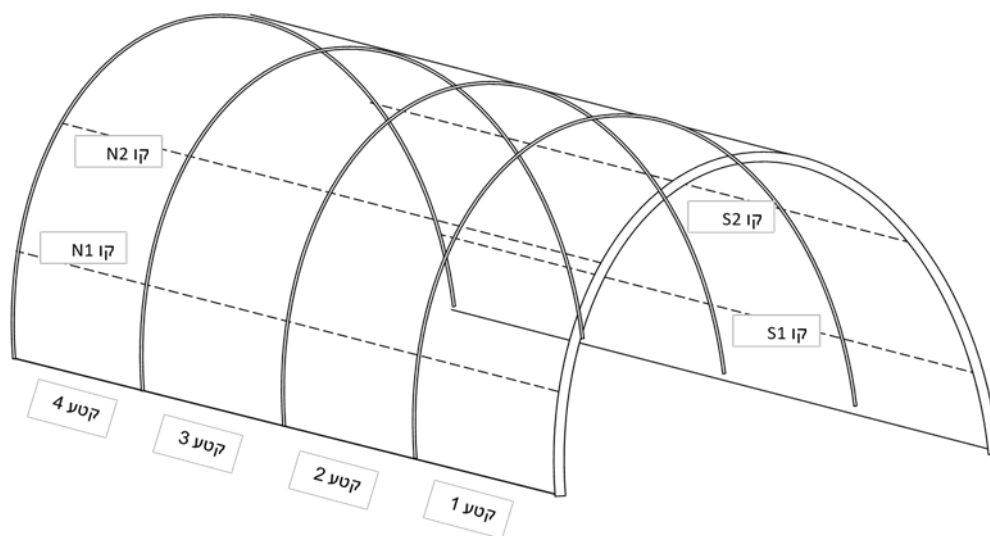
- מדידת עובי כיסוי תתבצע לכל אורך האלמנט ב 4 קווי בדיקה כמוגדר להלן.
- כל אלמנט יחולק לאורכו ל 4 מקטעים שווים באורכם.
- המדידה תכלול את כל מוטות הזיון המותקנים לאורך כל אחד מקווי הבדיקה.
- עובי הכיסוי המתוכנן 60 מ"מ.

הגדרת קווי הבדיקה

מיקום קווי הבדיקה עבור כל אלמנט שאורכו כ 12 מטר יהיה כמפורט להלן:

סה"כ יבוצעו יבוצעו 4 קווי בדיקה אורכיים.

- 2 קווי בדיקה בשני צידי הקמרון בגובה 7 מטר ממפלס פני היסוד.
- 2 קווי בדיקה (אחד בכל קיר) בגובה של 2.5 מטר ממפלס פני היסוד.
- במקרים בהם קו הבדיקה כמוגדר לעיל חוצה איזורי סרגציה תבוצע המדידה במיקום חלופי במרחק שאינו עולה על 50 ס"מ ממיקום מקורי של קו הבדיקה ו/או עפ"י הנחיות בקרת האיכות.



ציור 1 — חלוקת אלמנט למקטעים

- רשימת קווי בדיקה לאלמנט – (יכולה להיות חלק מטבלת רשימת האלמנטים לעיל) כוללת את פירוט המידע לכל קווי הבדיקה של אלמנט לרבות שם (מספר) קו הבדיקה מיקום לאורך האלמנט (מרחק רץ), מיקום לגובה האלמנט וצד האלמנט (בדיקה דו צדדית).
- טבלת ריכוז תוצאות מדידת עובי כיסוי בטון לכל אלמנט – טבלת ערכים נפרדת עבור כל אחד מהאלמנטים הכוללת את כל קווי הבדיקה שלו, בטבלה יפורטו כל תוצאות המדידה לרבות פירוט מספר / שם התמונה במכשיר, מספר הדגימה (מוט זיון) לאורך קו הבדיקה, מיקום (מרחק רץ מנקודת התחלת המדידה) של הדגימה, עובי כיסוי לפי קריאת מכשיר המדידה וערכי מינימום ומקסימום של תוצאות המדידה לכל קו בדיקה.

06.7 חישוב וקביעת טיב האלמנט

כללי

- לצורך קביעת טיב האלמנט הנבדק עפ"י תוצאות מדידת עובי כיסוי בטון בפועל מתבססת על ההתפלגות היחסית של תוצאות המדידה הוגדרו 2 קריטריונים:
- עובי כיסוי מינימלי 35 מ"מ – מתייחס לקיים פלדת הזיון, עובי כיסוי מינימלי הנדרש לצורך מניעת פגיעה בתכונות פלדת הזיון - **קיים**.
- עובי כיסוי מינימלי 49 מ"מ – מתייחס **לעמידות האש** הכוללת של הרכיב, עובי כיסוי מינימלי המתקבל מצירוף של סטיית הביצוע המקסימלית המותרת בפועל (5 מ"מ) וסטיית מקסימלית מותרת של מכשיר המדידה (10% מתוך עובי כיסוי מתוכנן 60 מ"מ – 6 מ"מ). סה"כ סטייה 11 מ"מ.

ניתוח תוצאות המדידה

- החישוב יבוצע עבור כל קווי הבדיקה של כל אחד מהאלמנטים באמצעות גליון חישוב (קובץ אקסל) ויכלול:
- טבלה מרכזת של תוצאות המדידה – כוללת את נתוני קווי המדידה (שם קו ושם קובץ במדידה), כמות מוטות בכל קו.
- טבלת פילוג תוצאות המדידה עפ"י הקריטריונים הנבדקים – סכימה כמותית של תוצאות המדידה עבור חלוקה לתחומים $ds^* > 35$, $35 \geq ds^* > 49$, $ds^* \geq 49$, עבור האלמנט כולו ועבור כל קטע בנפרד.
- טבלת התפלגות יחסית של תוצאות המדידה עפ"י הקריטריונים הנבדקים – חישוב התפלגות התוצאות הנ"ל ביחס לכמות הכוללת של מוטות הזיון באלמנט / בקטע בכל קו בדיקה בנפרד וחישוב סכומי של כל האלמנט.

קביעת טיב האלמנט

- קביעת טיב האלמנט תבוצע ע"ב הקריטריונים שתוארו לעיל ועפ"י תוצאות החישוב בהתאם להנחיות הבאות:

- קריטריון 1 – עובי כיסוי מינימלי 35 מ"מ – קריטריון זה יתייחס לאלמנט כולו כיחידה שלמה ויבחן את הערך המחושב של כל המדידות שבוצעו לאורך האלמנט ב 4 קווי המדידה יחד. אלמנט שעבורו יתקבל ערך העולה על 5% יחשב אלמנט לקוי הדורש פתיחת אי התאמה והתערבות הנדסית.

- קריטריון 2 – עובי כיסוי מינימלי 49 מ"מ – קריטריון זה יתייחס לכל אחד מקטעי האלמנט בנפרד ויבחן את הערך המחושב של כל המדידות שבוצעו לאורך הקטע ב 4 קווי המדידה יחד. אלמנט שעבורו יתקבל בלפחות ב 2 (מתוך 4) קטעי האלמנט (עוקבים ו/או נפרדים) ערך העולה על 50% יחשב כאלמנט לקוי הדורש פתיחת אי התאמה והתערבות הנדסית.