



**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-12- ניטור (Monitoring)**

פברואר 2020

## תוכן העניינים

2.....		<b>01 - מבוא</b>
2.....	כללי.....	01.1
2.....	מאפייני המערכת.....	01.2
<b>3.....</b>	<b>ניטור הדיפון הראשוני (PRIMARY SUPPORT)</b>	<b>02 -</b>
3.....	כללי.....	02.1
3.....	יצרנים וציוד	02.2
4.....	התקנת ציוד המדידה ואמצעי עזר.....	02.3
4.....	אקסטנציומטרים.....	02.4
5.....	מדי התכנסות (מדי שקיעה).....	02.5
5.....	תחנת הקריאה	02.6
5.....	ניטור הדיפון הסופי.....	02.7
<b>5.....</b>	<b>מעקב אחר רטט מפיצוצים</b>	<b>03 -</b>
5.....	כללי.....	03.1
<b>6.....</b>	<b>ניטור מבנים ומערכות קיימות</b>	<b>04 -</b>
6.....	סקר משלים למבנים קיימים.....	04.1
7.....	ניטור מסילת רק"ל (קו אדום).....	04.2
7.....	מעקב אחר תזוזות מבנים / מערכות.....	04.3
10.....	מעקב אחר סדיקת מבנים.....	04.4
12.....	ערכי ניטור	04.5
15.....	מסמך הנחיות זכ"ן / מפעיל הקו לעבודות ניטור מבנה הרק"ל.....	04.6

**01 - מבוא****01.1 כללי**

נספח זה בא לתאר את כל המאפיינים העיקריים של עבודות הניטור הנדרשות לביצוע כחלק העבודות המנהור של מנהרות הגבעה הצרפתית. הנספח מהווה הרחבה לאמור בפרק 54 עבודות מנהור של המפרט המיוחד המהווה חלק ממסמכי מכרז זה.

בכל מקרה של סתירה או אי התאמה או דו משמעות לגבי הוראה כלשהי בין האמור במסמכים השונים המהווים את מכרז זה יהיה סדר העדיפות לעניין הביצוע :

- הוראות נספח ניטור (מסמך זה).

- הוראות התכניות.

- הוראות פרק 54 במפרט המיוחד.

- הוראות פרק 54 במפרט הכללי.

האמור במסמך זה כולל תיאור של עבודות הניטור השונות הנדרשות, הציוד, המאפיינים, תהליכי התכנון, האישור והביצוע של העבודות, אופן התיעוד והדיווח וכיו"ב, כל הנדרש לביצוע ניטור הסלע והמבנים הקיימים בצורה מושלמת כנדרש.

**01.2 מאפייני המערכת**

מערכת הניטור אשר תותקן בכל המנהרות המבוצעות בפרויקט, תשמש לצורך רישום ותיעוד של כל המידע הרלוונטי הנדרש לצורך מעקב אחר התנהגות המבנים ומבנה הסלע / הקרקע במהלך כל תהליך הביצוע לרבות :

- מעקב שוטף אחר דפורמציות ועיוותים.

- בקרה רציפה אחר יעילות שיטת הביצוע לרבות מערכות הדיפון השונות.

- מעקב וניטור שקיעות ו/או תזוזות למבנים ו/או מערכות תת קרקעיות כדוגמת גשר עוזי נרקיס, מבנים סמוכים לתוואי המנהרות, תשתיות תת קרקעיות וכיו"ב.

- מעקב וניטור שקיעות ו/או תזוזות לאלמנטי מסילת הרק"ל (קו אדום) כולל מפלגים.

מערכת הניטור תכלול את כל הנדרש לצורך :

- מעקב אחר התנהגות החלל הכרוי מרגע שהציבות הבסיסית של הקרקע / הסלע הופרה בעקבות עבודות החפירה / הכרייה.

- מעקב אחר תזוזות של מבנים ו/או מערכות קיימים לרבות על פני השטח ותת קרקעיים.

- מעקב אחר רטט מפיצוצים.

דיווח תוצאות שוטף של מערכות הניטור השונות יוגש ע"י הקבלן למנהל הפרויקט במסמך שבועי אשר יכלול דיווח יומי לכלל המבנים. פורמט מסמך הדיווח יוכן ע"י הקבלן ויאושר מראש ע"י מנהל הפרויקט.

## **02 - ניטור הדיפון הראשוני (Primary support)**

### **02.1 כללי**

בנוסף לאמור בסעיף 54.04 במפרט המיוחד (ניטור גאוטכני), ידרש הקבלן להתקין במנהרות מערכות המיועדות למדידה ולמעקב של שקיעות ותזוזות של התימוך הראשוני (Primary support) המהווה שכבה ראשונה במערכת הדיפון הדו-שכבתי של המנהרות.

הקבלן יכין את כל המסמכים ההנדסיים הנדרשים והכוללים את המידע המפורט להלן בסעיף זה, מסמכים אלו יתבססו על תכניות מנחות המהוות חלק ממסמכי המכרז והכוללות את דרישות המינימום לתהליך הניטור ועל התנאים הגאולוגיים אשר יתגלו בפועל באתר במהלך עבודות הכרייה.

מסמכי התכנון המפורטים יוגשו לאישורו של מנהל הפרויקט, אישורו של זה אינו גורע מאחריותו הבלעדית של הקבלן לעבודות הכרייה והמנהור השונות.

ציוד המדידה שיתקין הקבלן יכלול 2 מערכות נפרדות:

- מדי עיבור (אקסטנציומטרים)

- מדי התכנסות

כמות המדידים למערכות השונות הנ"ל תהיה עפ"י תכנון הקבלן אך לא פחות מהמצויין בתכניות המנחות. המדידים השונים יובאו לאתר מיד עם תחילת העבודה, לא תורשה כל התקדמות בעבודות הכרייה במנהרה לפני הבאת כל ציוד המדידה לשטח. המדידים יותקנו במנהרות מיד לאחר שלב הכרייה והתימוך בחתך המיועד למכשור.

על הקבלן להקפיד כי תחילת המדידה תהיה קרוב ככל האפשר לחשיפת הסלע לאחר הכרייה וזאת על מנת לבחון את התנהגות החלל הכרוי מהרגע שיציבותו הבסיסית הופרה.

מערכות המדידה תקושרנה למערכת קריאה ומעקב מרכזית המסופקת ע"י יצרן מערכות המדידה.

### **02.2 יצרנים וציוד**

הקבלן יהיה האחראי הבלעדי לרכישת המדידים, אמצעי המדידה וציוד העזר. טרם רכישת הציוד הנ"ל יעביר הקבלן לאישור מנהל הפרויקט הצעה מפורטת של כל מרכיבי הציוד, הפרטים הטכניים שלהם ונוהלי ההתקנה. מסמכי הציוד המפורטים יוגשו לאישורו של מנהל הפרויקט, אישורו של זה אינו גורע מאחריותו הבלעדית של הקבלן לעבודות הניטור השונות.

הקבלן יהיה האחראי הבלעדי לשלמות הציוד והכמויות. כל האביזרים וציוד המדידה יהיו מתוצרת יצרן מוכר ובעל נסיון של עשר שנים לפחות בתחום זה ומדגמים ששימשו בהצלחה למדידות בפרויקטים דומים.

עם השלמת ההתקנה יעביר הקבלן למנהל הפרויקט את מערכת המדידה כאשר כל המדידים מותקנים ומתפקדים כיאות וקוראים ברציפות את השקיעות כנדרש. כמו כן יעביר הקבלן לנציג מנהל הפרויקט את כל הציוד הדרוש להמשך ביצוע הקריאות ובכלל זה קריאות שבוצעו מתחילת ההתקנה, הכיולים, הנהלים וההוראות הטכניות הנלוות וכל חומר נוסף הדרוש להמשך המדידות.

### **התקנת ציוד המדידה ואמצעי עזר**

02.3

הקבלן נדרש כחלק מעבודות הניטור להתקין, בכל אחד מהתחכים בהם מותקנת מערכת הניטור, פיגומים ו/או כל אמצעי הרמה אחר המיועד לעבודה בגובה כגון פלטפורמה הידראולית מותאמת ומוגנת לעבודות בגובה.

ההתקנה בפועל של המדידים והציוד הגיאוטכני תבוצע ע"י הקבלן באמצעות מומחה התקנה מנוסה, המורשה ע"י יצרן הציוד, כפוף לאישור מנהל הפרויקט.

כל עבודות ההתקנה תבוצענה במועד אשר יתואם מראש עם מנהל הפרויקט ובנוכחות נציג מטעמו.

הקידוחים הנדרשים לצורך התקנת ציוד המדידה יבוצעו בשיטות וציוד בהתאם להוראות היצרן והמאשרים ע"י מנהל הפרויקט בהתאם לאורכים, השיפועים, המפלסים כמפורט בתכניות שיכין הקבלן ויאושרו ע"י מנהל הפרויקט.

הקידוחים יהיו ישרים ובעלי קוטר אחיד ובאורך המתאימים להתקנת האקסטנציומטרים ו/או התקנת העוגנים עבור מדי ההתכנסות.

הקידוחים יבוצעו בפיקוח צמוד של טכנאי מטעם יצרן הציוד או המתכנן מטעם הקבלן נציג הקבלן יבצע רישום יומי מפורט של כל פעילות הקידוח הכולל בין השאר את נתוני ציוד הקדיחה, קוטר ועומק הקדח, מהירות הקדיחה בקטעי הקידוח השונים, עומק תפיסת המקדח, איבוד נוזל קידוח, מפולות וכיו"ב. הדו"ח המפורט יועבר למנהל הפרויקט בפורמט שיאושר מראש לפני תחילת ביצוע העבודות.

פרטי חיבור אמצעי המדידה למערכת הקריאה והמעקב המרכזית יהיו לפי הנחיות היצרן ומיקומה יקבע באתר ע"י הקבלן כפוף לאישור מנהל הפרויקט.

### **אקסטנציומטרים**

02.4

המערכת המבוססת על אקסטנציומטרים רב-נקודתיים (Multipoint Borehole Extensometers) עם מוטות (Rod Type) גמישים ו/או קשיחים ובלבד שיהיו חלק מהציוד המקורי של היצרן ויותקנו עפ"י הוראותיו וכחלק מהמערכת השלמה שלו.

העוגנים בקצות המוטות יעוגנו לדפנות הקידוח באמצעות עיגון הידראולי, או באמצעות דייס, הכל בהתאם להוראות היצרן. במידה והעיגון יהיה ע"י דייס יוגנו המוטות ע"י צנורות פלסטיים. מיקום העוגנים יהיה בעומקים אשר יקבעו סופית ע"י המתכנן מטעם הקבלן ויאושרו ע"י מנהל הפרויקט כחלק מאישור כלל מסמכי מערכות הניטור.

המדידה תבצע באמצעות מדיד תיל רוטט (Vibrating Wire) בעל תחום מדידה מרבי של 50 מ"מ ובעל דיוק מדידה של 0.01 מ"מ.

## 02.5 מדי התכנסות (מדי שקיעה)

מערכת מדידה המבוססת על מדי התכנסות / מדי שקיעה (Convergence Meters) המחוברת למערכת קריאה ומעקב מרכזית המסופקת ע"י אותו יצרן.

מדי ההתכנסות יהיו מטיפוס אקסטנציומטר סרט או מטיפוס המצויד במוטות גרפיט ומדידי תיל מתנדנד. תחומי המדידה והדיוק יקבעו סופית ע"י המתכנן מטעם הקבלן ויאושרו ע"י מנהל הפרויקט כחלק מאישור כלל מסמכי מערכות הניטור.

## 02.6 תחנת הקריאה

קריאת התזוזות של האקסטנציומטרים ומדי השקיעה תבוצע בתחנת קריאה מרכזית משותפת שמיקומה יקבע ע"י המתכנן מטעם הקבלן ויאושר ע"י מנהל הפרויקט כחלק מאישור כלל מסמכי מערכות הניטור.

כל מדידי התיל הרוטט מכל מכשירי המדידה (אקסטנציומטרים ומדי התכנסות) יחוברו ע"י הקבלן באמצעות כבלי חשמל מתאימים, לקופסת חיבורים אחת, או שתיים לכל היותר, המתאימה ל-12 ערוצים לפחות. הקריאה תתבצע בתיבת קריאה לתיל רוטט (Readout Box) המותאם למדידי התיל הרוטט שהותקנו.

כל המכלול של ציוד המדידה והקריאה יהיה של אותו יצרן. לא יותר אלתור של צירוף חלקי מערכת.

תחנת הקריאה תוגן ע"י ארון פח מגולוון שיכלול את יחידת המיתוג (Switching Unit), ואת תיבת הקריאה (Reading Box). ארון הפח יוצמד לסלע ויהיה מצויד בדלת שתינעל באמצעות מנעול. הקבלן יציג את פרטי הארון המוצע על ידו לאישור מנהל הפרויקט יחד עם כלל מסמכי מערכות הניטור כמפורט לעיל.

## 02.7 ניטור הדיפון הסופי

הקביעה בדבר פעולות הנדרשות לביצוע ע"י הקבלן לצורך ניטור שכבת הדיפון הפנימי המשמש כתימוך הסופי של המנהרה תהיה בהתאם להנחיות מנהל הפרויקט על בסיס תוצאות מדידות הניטור של מערכת הדיפון הראשוני לאורך כל תקופת הביצוע עד להשלמת מערכת הדיפון הפנימי.

## 03 - מעקב אחר רטט מפיצוצים

### 03.1 כללי

בנוסף לאמור בסעיף 54.07.06 במפרט המיוחד (כרייה באמצעות חומרי נפץ), ידרש הקבלן לבצע בקרה רציפה לכלל עבודות הפיצוצים המבוקרים לאורך תוואי המנהרה. ביצוע הבקרה יהיה ע"י חברה המתמחה במדידת רטט ומעקב אחר השפעות פיצוצים.

החברה תיבחר על ידי הקבלן ותוצג, בלווי מסמכים המציגים ניסיונה בתחום זה, לאישור מנהל הפרויקט. בחירת החברה, הפעלתה, הגשת הדו"חות על ידה וכל השרותים הכרוכים בנושא

המעקב אחר הרטט יבוצעו על ידי הקבלן ויהיו כלולים בהצעתו למכרז ולא ישולם עבור עבודות אלו בנפרד.

חברת הבקרה תתקין מערכת מכשירי מדידה (להלן "סייסמוגרפים") אשר תמדוד בכל פיצוץ את רטט הקרקע ותספק רישומים גרפיים של תזוזת הקרקע, מהירות החלקיק והתאוצה כפונקציה של הזמן. כמו כן תמדוד המערכת את השתנות הלחץ באוויר.

תכנית המדידה, לרבות פירוט סוג מכשירי המדידה, כמות מכשירי המדידה, מידת רגישותם וכיו"ב יוכנו ע"י הקבלן ועל חשבונו ויוגשו על ידו לאישור מנהל הפרויקט.

המעקב והרישומים יבוצעו לכל פיצוץ ופיצוץ ותיעוד הפיצוצים ילווה בציון התאריך, שעת הפיצוץ והמיקום בו הוצב מכשיר המדידה הרלוונטי. הקבלן ינהל תיעוד מדויק של רישומי הפיצוצים ויעמידם בכל עת לבדיקת רשויות מוסמכות לרבות מנהל הפרויקט, עיריית ירושלים, הות"ל, המשרד לאיכות הסביבה, משרד התמ"ת, משרתת ישראל וכל גורם אחר אשר יאושר ע"י המזמין ו/או מנהל הפרויקט. עותק נייר של רישומי כל הפיצוצים שבוצעו במשך שבוע יועבר בתחילת השבוע שלאחריו לידי מנהל הפרויקט.

הקבלן יציין בכתב ידו, על כל רישום פיצוץ את נתוני הפיצוץ (תאריך, שעה, מיקום מדויק, מערך הקידוחים, מספר הקידוחים, כמות חנ"מ בכל קידוח, מספר ההשהיות, מיקום ההשהיות, כמות חנ"מ בכל השהיה וכיו"ב). נתונים אלו ילוו אלו ילוו בסקיצות מתאימות על גבי חתכי רוחב של המנהרה.

#### **04 - ניטור מבנים ומערכות קיימות**

##### **04.1 סקר משלים למבנים קיימים**

בנוסף לאמור בסעיף 54.18 במפרט המיוחד (מעקב אחר מבנים סמוכים), ידרש הקבלן להשלים את סקר המבנים המסומנים בתכניות המנחות (תכניות לניטור פני שטח ומבנים) והכלולים בחלקם בדו"ח סקר מוקדם למבנים קיימים המהווים חלק ממסמכי מכרז זה, וכוללים את דרישות המינימום לתכולת המבנים ו/או המערכות הכלולים בסקר המבנים הנדרש.

הסקר יבוצע לפחות בתחום המסומן בתכניות המנחות ובכל העומק מפני השטח ויכלול את כל המבנים ו/או המערכות הנמצאים בתחום זה לרבות גשר עוזי נרקיס, מעבר תת"ק רחוב ענתות, מבנים סמוכים כלשהם כדוגמת מבנים פרטיים ו/או ציבוריים, קירות תומכים, מערכות תשתית תת"ק וכיו"ב.

סקר המבנים יבוצע על בסיס תכנון מפורט שיכין הקבלן הכולל את תכולת המבנים הקיימים בסמיכות לתוואי המנהרות ולאתרי העבודה וההתארגנות השונים, אשר סביר להניח שעלולים יהיו להיות מושפעים מעבודות הכריה והמנהור וכן את תכולת נושאי הסקירה למבנים השונים. תכנית זו תוגש לאישורו של מנהל הפרויקט, אישורו של זה אינו גורע מאחריותו הבלעדית של הקבלן לתכולת עבודות סקר המבנים כנדרש.

הקבלן יתאם את מועד ואופן ביצוע הסקרים למבנים השונים עם בעלי הנכסים והרשויות הרלוונטיות הכל בהתאם להנחיות הוראות מנהל הפרויקט.

סקר המבנים יכלול תיעוד מפורט של כלאחד מהמבנים / המערכות הרלוונטיים לרבות תיאור מילולי, תרשימים, וצילומים צבעוניים הנושאים עליהם את תאריך ושעת הצילום. כמו כן יציין הסוקר מטעם הקבלן עבור כל מבנה את קטגוריית הרגישות לסידוק תוך אבחנה בין סידוק קוסמטי (סידוק שאינו מבני) לסידוק מבני ואת הרגישות לנזק מרטט עפ"י הקטגוריות הבאות:

- מבנים בעלי רגישות גבוהה (High Susceptibility) – מבנים שכבר סבלו בעבר מבלאי משמעותי הן במערכת המבנית והן ברכיבים בלתי-מבניים. בקטגוריה זו כלולים מבנים הרגישים יותר לנזק מצטבר עקב פיצוצים כדוגמת מבנים עם אלמנטים רופפים (כגון לבנים או אבנים רופפות) וכן מבנים עם אלמנטים שבירים ובלתי יציבים.
- מבנים בעלי רגישות בינונית הינם מבנים שטרם סבלו מבלאי משמעותי במערכת המבנית שלהם ו/או ברכיבים בלתי-מבניים, אולם מידה מסוימת של בלאי כבר התרחשה. מבנים אלו כוללים מעט אלמנטים רופפים וכמות מוגבלת של אלמנטים שבירים.
- מבנים בעלי רגישות נמוכה שאינם צפויים לנזק קוסמטי (לא מבני) עקב רטט. מידת הרגישות תיקבע על ידי מהנדס מומחה לנושא מטעם הקבלן ובאחריותו. שני עותקים מהסקר ימסרו ע"י הקבלן למנהל הפרויקט.

#### **ניטור מסילת רק"ל (קו אדום)**

04.2

בנוסף לאמור בסעיף 54.18 במפרט המיוחד (מעקב אחר מבנים סמוכים), ידרש הקבלן לבצע לפני, במהלך ולאחר השלמת עבודות הכרייה והמנהור עבודות ניטור לצורך בקרת תוואי מסילת הרכבת הקלה (הקו האדום) לרבות מפלגים ומבני עזר, כל זאת בתחומים המסומנים בתכניות המנחות (תכניות לניטור פני שטח ומבנים) המהוות חלק ממסמכי מכרז זה, ומתארות את דרישות המינימום לעבודת הניטור הנדרשת.

ביצוע כל עבודות הניטור תהינה עפ"י הוראות מסמך הנחיות זכיון / מפעיל הקו המצורף למסמך זה בסעיף 04.6 להלן ובכפיפות להוראות מנהל הפרויקט ויחידת המהנדס JTMT.

#### **מעקב אחר תזוזות מבנים / מערכות**

04.3

לאחר השלמת סקר המבנים המפורט ובמהלך כל תקופת הביצוע של עבודות הכרייה והמנהור יבצע הקבלן את הפעולות המפורטות להלן וזאת על מנת לעקוב אחר תזוזות של רכיבי מבנים / מערכות / כבישים וכיו"ב אשר עלולים להיות מושפעים מעבודות הכרייה המבוצעות ע"י הקבלן.

#### **מדידות בקרה**

הקבלן יתקין לפני תחילת העבודה מערכת של נקודות בקרה, אופקיות ואנכיות, על ו/או בסמוך למבנים ו/או מערכות/כבישים/מנהרות הנדונים, אשר יהיו קשורים לנקודות קבע הרחוקות במידה מספקת כך שלא תהיינה מושפעות מעבודתו. הקבלן יגיש לאישור מנהל הפרויקט תכנית מפורטת של נקודות הבקרה.

מדידות תקופתיות תבוצענה ע"י מודד מוסמך מטעם הקבלן ותירשמנה בספרים לפני תחילת העבודה. עותק ממדידות אלו יימסר למשמרת לידי מנהל הפרויקט. נקודות



הבקרה תיבדקנה אחת לשבוע, או לעיתים מזומנות יותר במידת הצורך, ע"י מודד מוסמך מטעם הקבלן. עותק חתום ומאושר ע"י המודד המוסמך, רשום על גבי טופס שהוצע ע"י הקבלן ואושר מלכתחילה ע"י מנהל הפרויקט, יימסר למנהל הפרויקט מיד לאחר ביצוע המדידות. שקיעות אנכיות ותזוזות אופקיות בהן הובחן במהלך המדידות וכן כל הסדקים, התזוזות, השקיעות ושינויים בעלי אופי דומה אשר לא הובחן בהם בעת הסקר המוקדם ידווחו מיד למנהל הפרויקט.

#### צילום מבנים סמוכים

ממועד תחילת עבודות ההכנה לעבודות הכריה והמנהור יתעד הקבלן את כל המבנים הכלולים בסקר המבנים שביצע באמצעות צילום בקצב ממוצע של עשרים (20) תמונות בכל חודש, וזאת עד גמר העבודה. המספר המדויק של התצלומים ומיקומם יהיה בהתאם להוראות מנהל הפרויקט. הקבלן יערוך רישום מדויק של התצלומים, מיקומם, תאריכי הצילום וכיו"ב. עותק מהרישום וקבצים דיגיטליים של הצילומים ימסרו לידי מנהל הפרויקט תוך שבוע מיום הצילום.

הקבצים הדיגיטליים של הצילומים יהיו ברזולוציה המאפשרת איתור ותיעוד ברורים של כלל המפגעים השונים, על כל תצלום יופיעו הנתונים הבאים: חוזה, חתך, תאריך, שם הקבלן, שם המבנה, מספר סידורי.

במקרה של התגלות תזוזה ו/או נזק אחר כאמור מעלה על הקבלן לנקוט מיד בכל הצעדים הנדרשים לייצוב התופעה ולדווח על כל צעדיו, ללא כל דיחוי, למנהל הפרויקט.

עם גמר עבודות המנהור, ולפני גמר כל העבודות הנלוות, יבצע הקבלן סקר סופי, הכולל סקירה של מצב המבנים, והשוואת מצבם לסקר הראשוני שבוצע לפני תחילת עבודות הכרייה והמנהור. הקבלן נדרש לדווח למנהל הפרויקט על כל השינויים שנתגלו, אם נתגלו. הדיווח יכלול תיאור בכתב של כל הפעולות שנקטו על ידו לתיקון כל התקלות/תופעות בהן הובחן במהלך העבודה ויחתים את בעלי המבנים על מסמך המאשר כי אכן נקט באמצעים הנ"ל וכי אין להם כל תביעה נוספת כנגדו או כנגד המזמין. במידה ובעלי מבנה מסרבים לחתום על אישור כנ"ל – ידווח הקבלן על כך בכתב למנהל הפרויקט.

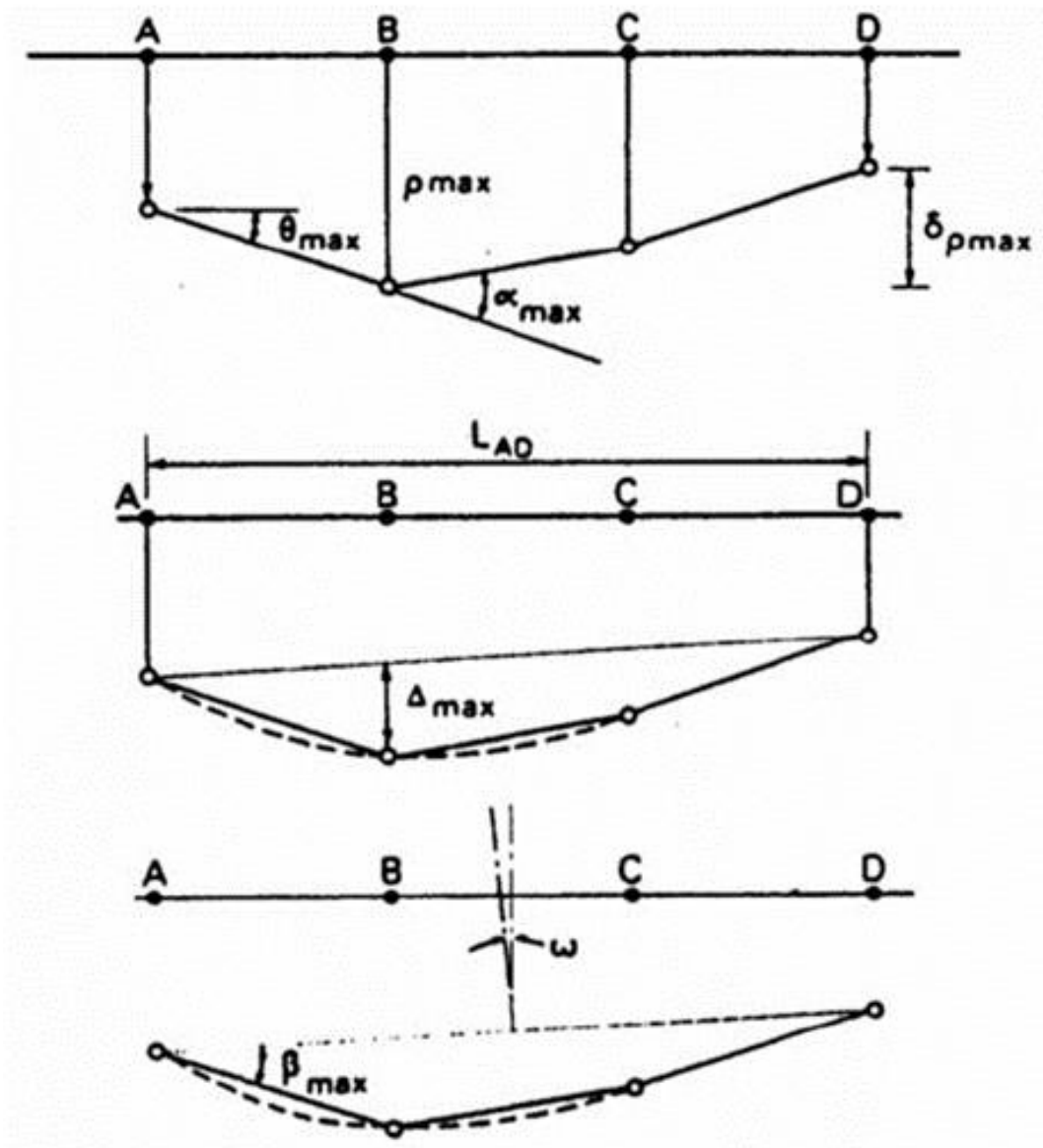
הגדרת הנזקים הפוטנציאליים למבנים השונים תהיה על בסיס ניתוח ערכי העיוות הזוויתי  $\beta_{max}$  והשקיעה המקסימלית  $\Delta_{max}$  כמפורט בטבלה הבאה:

<u>מגבלות עיוות זוויתי (עפ"י Rnkin 1988)</u>		
שיווג נזק פוטנציאלי	עיווי זוויתי $\beta_{max}$	שקיעה מקסימלית (ס"מ) $\Delta_{max}$
מבנה לא סדוק	$< 1/500$	$< 1$
סדיקה בקירות בני	$1/500 - 1/200$	$1 < w_{max} < 5$
נזק לחלונות ודלתות	$1/200 - 1/50$	$5 < w_{max} < 7.5$

$> 7.5$	$> 1/50$	נזק מבני, סכנת חוסר יציבות מבנית
---------	----------	----------------------------------

כאשר :

- העיוות הזוויתי (הסיבוב היחסי)  $\beta_{max}$  הוא סיבוב הקו המחבר בין שתי נקודות תמיכה סמוכות של המבנה ביחס לקו המקשר בין נקודות התמיכה הקיצוניות. ערך זה שווה לסכום או ההפרש של זווית  $\theta$  והזווית של הנורמל  $\omega$  כמתואר בתרשים מסי' 1 להלן.
- השקיעה המקסימלית  $\Delta_{max}$  היא השקיעה האנכית המדודה בין נקודת התמיכה והקו המקשר בין נקודות התמיכה הקיצוניות.



תרשים מס' 1 – עיוות זוויתי ושקיעות אנכיות

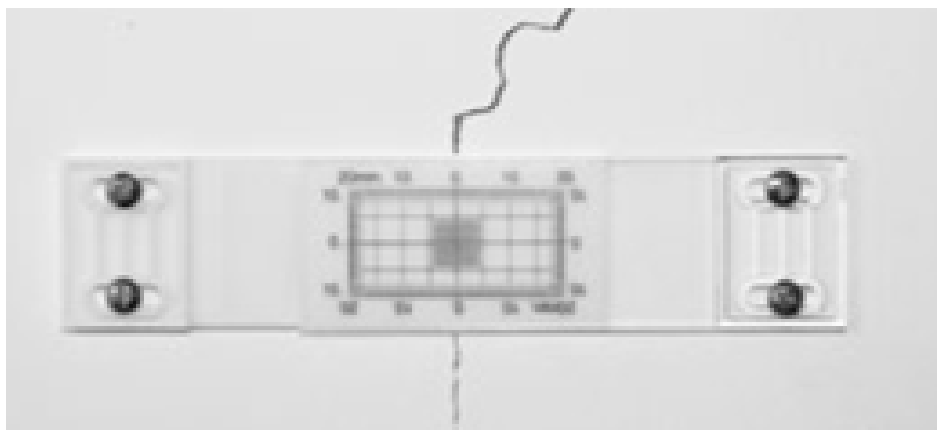
#### מעקב אחר סדיקת מבנים

04.4

לצורך חיזוי נזקים צפויים במבנים נדרש הקבלן להתקין על רכיבי המבנים השונים מדי סדיקה בעלי המאפיינים הבאים:

- רזולוציה מינימלית : 0.01 מ"מ
- טווח מדידה : 0-50 מ"מ
- דיוק : 0.02-0.05 מ"מ

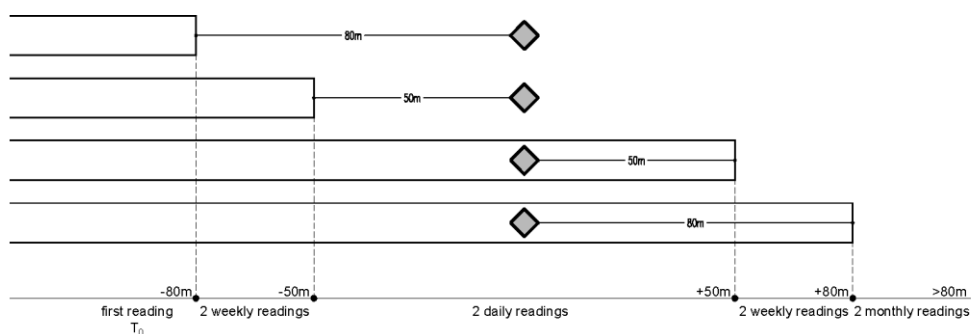
כמות ומיקום מדי הסדיקה תקבע ע"י הקבלן בכפיפות לאישור מנהל הפרויקט.



תרשים מס' 2 – התקנת מד סדיקה

קריאת האפס חייבת להיעשות מיד לאחר ההתקנה מד הסדיקה. מדידת טמפרטורה תבוצע במקביל לביצוע כל קריאה בתדירות המפורטת להלן ומתוארת בתרשים מס' 3:

- קריאה ראשונה כאשר חזית החפירה נמצאת במרחק הקטן מ 80 מטר מהמבנה הנבדק.
- 2 קריאות שבועיות כאשר חזית החפירה במרחק 50-80 מטר מהמבנה הנבדק.
- 2 קריאות יומיות כאשר חזית החפירה במרחק הקטן מ 50 מטר מהמבנה הנבדק.
- 2 קריאות שבועיות כאשר חזית החפירה מרוחקת 50-80 מטר מהמבנה הנבדק.
- 2 קריאות חודשיות כאשר חזית החפירה מרוחקת יותר מ 80 מטר מהמבנה הנבדק.



תרשים מס' 3 – תדירות ביצוע קריאת מדי סדיקה

סיווג רמות הנזק של המבנים יהיה בכפיפות למפורט בתקן ישראלי 940 חלק 1

טבלה א-1: סיווג רמות הנזק למבנה בהתאם למידת הסידוק ולאופן התיקון

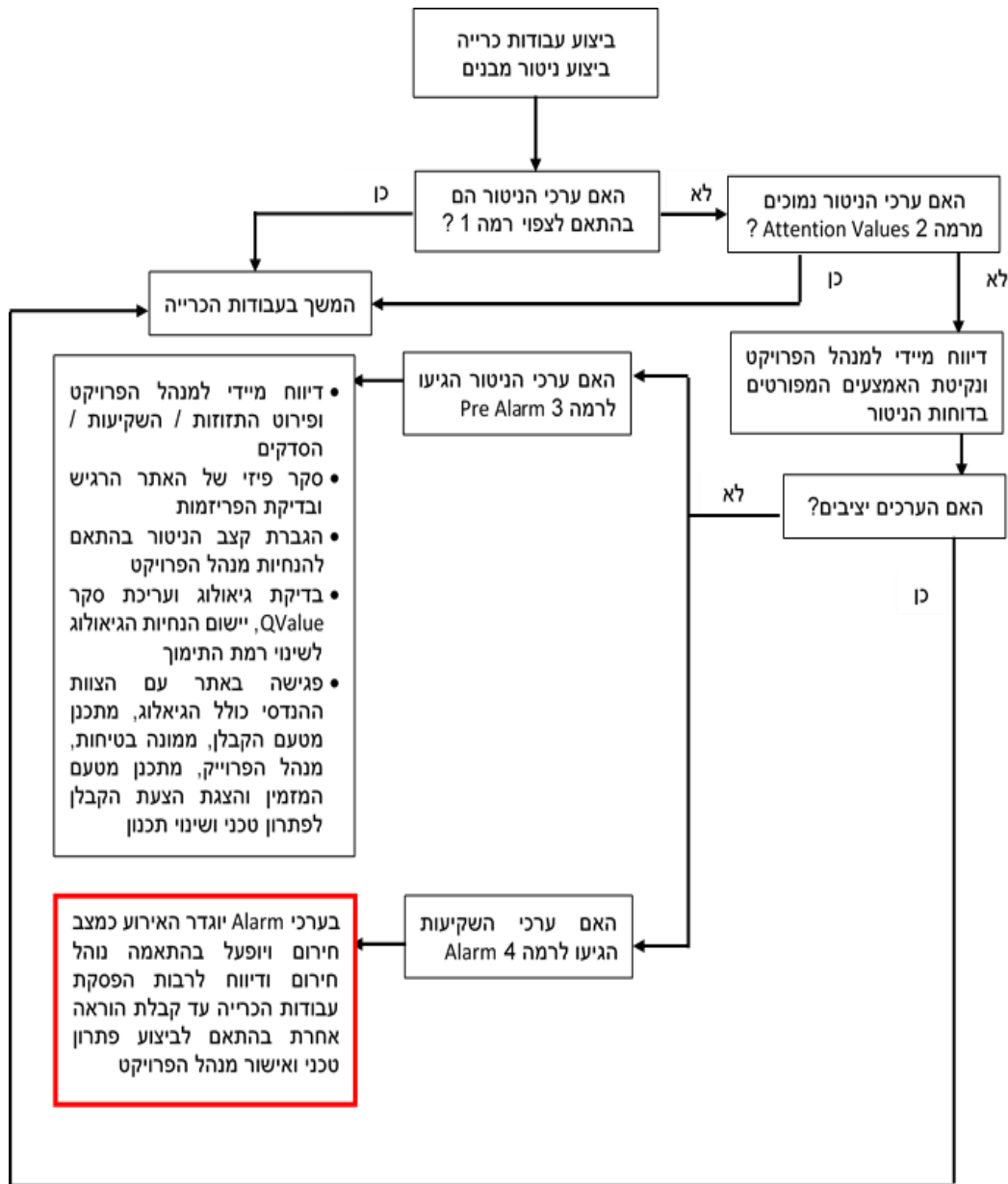
קטגוריה	רמת הנזק	רוחב סדק אופייני (מ"מ)	תיאור אופייני של הנזק
א. נזק חזותי	1	<0.1	סידוק נימי
	2	<1	סידוק קל, שאין צורך הנדסי בתיקונו
	3	<5	סידוק נראה לעין, אך ניתן למילוי בקלות. יש פגיעה קלה בסגירת דלתות וחלונות
ב. נזק לשירות	4	5-15, או כמה סדקים סמוכים בעובי כולל של 3 מ"מ	סידוק אשר לשם תיקונו דרושה פתיחת הסדקים; או דלתות וחלונות שנתקעים וצנרת שירות שעלולה להיפגע. לעתים איטום המבנה נפגע קשות.
	5	15-25	נזק משמעותי בשל הסידוק; היווצרות סדקים המחייבים שבירת חלקי קירות והחלפתם, בייחוד מעל דלתות וחלונות; מסגרות של דלתות וחלונות מתעוותות; סדקים שגורמים ליציאה נראית לעין מאיזון של קירות, רצפות ותקרות בנויות (בדרך כלל כשהעיוות גדול מ-100:1); לעתים נוצר כשל קורות, צנרת ניזוקה ומבוקעת; או כאשר מספר הסדקים רב והרוחב האופייני של הסדק האופייני הוא בין 15 מ"מ ל-25 מ"מ.
ג. נזק בטיחותי	6	>25	סידוק המבטא קרוב לוודאי נזק לשלד, המחייב תיקון יסודי של קורות, חגורות או עמודים, או כשיש שבירה בחלונות.
<p><b>הערות לטבלה:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- הסיווג מבוסס על סדקים בקירות בני.</li> <li>- הסיווג מתייחס לנזק חזותי בזמן נתון ולא לסיבותיו.</li> <li>- יש לשים לב, שסיווג רמת הנזק נעשה רק בהתאם לרוחב הסדק ולאופי התיקון. דבר זה מחווה מדד לרמת הנזק לבניין כולו.</li> <li>- הטבלה אינה פוטר את המהנדס מהערכת נזק הנובע מגורמים שאינם תלויים בביסוס המבנה.</li> <li>- הסיווג צריך להיות מלווה בהפעלת שיקול דעת הנדסי לאפשרות התפתחותו של הנזק. לפי הצורך יחליט המהנדס על עריכת מעקב אחר הסדקים למשך זמן סביר, בדרך כלל שנתיים.</li> <li>- הטבלה יכולה לשמש להערכת כשל גם בקרקעות לא תופחות.</li> </ul>			

**ערכי ניטור**

04.5

ערכי ניטור המבנים ישמשו לאורך כל תקופת הביצוע לצורך איתור אירועים חריגים. סדר הפעולות יהיה כמתואר בתרשים הבא:

סדר פעולות לאירוע חריג בניטור מבנים



ביצוע הפעולות המפורטות לעיל יהיה ע"ב ערכי הניטור המפורטים להלן :

ערכי ניטור השקיעה המקסימלית $\Delta_{max}$ (מ"מ)					
סוג מבנה	ערך ניטור צפוי (1)	Attention Value (2)	Pre Alarm Value (3)	Value (4)	Alarm
מבנים / מבני דרך	7	10	15	20	

עפ"י הנחיות זכיון הרק"ל				מבני רק"ל
10	7.5	5	4	גשר עוזי נרקיס
ערכי ניטור עיווי זויתי מקסימלי $\beta_{max}$				
Alarm Value (4)	Pre Alarm Value (3)	Attention Value (2)	ערך ניטור צפוי (1)	סוג מבנה
1/300	1/400	1/500	1/700	מבנים / מבני דרך
עפ"י הנחיות זכיון הרק"ל				מבני רק"ל
1/500	1/600	1/700	1/1000	גשר עוזי נרקיס
<u>ערכי ניטור סדיקה מקסימלית (מ"מ)</u>				
Alarm Value (4)	Pre Alarm Value (3)	Attention Value (2)	ערך ניטור צפוי (1)	סוג מבנה
5	3	1	0	מבנים / מבני דרך
עפ"י הנחיות זכיון הרק"ל				מבני רק"ל
2.5	1.5	0.5	0	גשר עוזי נרקיס

<b>JERUSALEM CITYPASS</b>	
-------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

## Principles of track control method during Tunnel drilling

Rev	Date	Modifications Content	Writer	Verification	Approval
A1	29 06 2018	First Issue	M.Almog	J.P.Ainouze	I. Robertson
A2	13 07 2018	Second Issue	M.Almog	J.P.Ainouze	I. Robertson
A3	18 07 2018	Third Issue	M.Almog	J.P.Ainouze	I. Robertson
A4	20 07 2018	Fourth Issue	M.Almog	J.P.Ainouze	I. Robertson
A5	23 07 2018	Verification by Yaron Shrim	M.Almog	J.P.Ainouze	I. Robertson
A6	23 07 2018	Sixth issue	M.Almog	J.P.Ainouze	I. Robertson
A7	27 07 2018	Anat Baras Review	M.Almog	J.P.Ainouze	I. Robertson

<b>Verification</b>	Yaron SHRIM	<b>Verification</b>	Alex Kroskin
<b>Entity/Function</b>	Maintenance Director	<b>Entity/Function</b>	CTO CityPass
<b>Date &amp; Sign.</b>		<b>Date &amp; Sign.</b>	

<b>Alstom-TW</b>	Title: Principles of track control method during Tunnel drilling		
Project Reference: JER10-70-D400-MNT-1000-Rev A4	Internal Status:	Approved	Date: 20 07 18
File name.: Principles of track control method during Tunnel drilling			Page: 1/12



