

Website : Yes	<b>הנחיות הרשות להסמכת מעבדות לבדיקת מרכיבי פל קל במבנים</b>	
מספר גרסה : 07	נוהל מספר : 1-TR-0012	דף מספר 1 מתוך 12
Version number 07	Procedure number 1-TR-0012	Page 1 of 12



### Israel Laboratory Accreditation Authority

Valid from	בתוקף מתאריך
<b>06.02.2022</b>	
Effective from	מחייב מתאריך
<b>01.05.2022</b>	

## הנחיות הרשות להסמכת מעבדות לבדיקת מרכיבי פל קל במבנים

נוהל מספר 1-TR-0012 Procedure Number 1-TR-0012
---

#### Authorized by:

#### מאשרים:

Signature – חתימה	Date – תאריך	Name – שם	Position – תפקיד
	06.02.2022	יקיר ג'אוי Yakir Jaoui	עודכן ע"י מנהל איכות: Approved by Quality Manager:
	06/02/2022	אתי פלר Etty Feller	אושר ע"י מנכ"ל: Approved by General Manager:

העותקים המאושרים היחידים של מסמך זה הם אלה הנמצאים על מחשב ISRAC ועותק המקור השמור ב-QA. כל שאר העותקים אינם מבוקרים והם בתוקף ליום בו הודפסו בלבד. הודפס ב-6 בפברואר 2022

The authorized copies of this document are those on ISRAC computer network and the master copy held by the QA. All other copies are uncontrolled and are only valid on the date printed. Printed on February 6, 2022

Website : Yes	<b>הנחיות הרשות להסמכת מעבדות לבדיקת מרכיבי פל קל במבנים</b>	
מספר גרסה : 07	נוהל מספר : 1-TR-0012	דף מספר 2 מתוך 12
Version number 07	Procedure number 1-TR-0012	Page 2 of 12

**עדכונים של הנוהל:**

<b>The Change</b>	<b>השינוי ומהותו</b>	<b>סעיף Section</b>	<b>תאריך Date</b>
	עדכון המסמך במסגרת הערות הציבור 08.06.21 : <a href="https://www.israc.gov.il/?CategoryID=354">https://www.israc.gov.il/?CategoryID=354</a>	כל המסמך	06.02.2022

העותקים המאושרים היחידים של מסמך זה הם אלה הנמצאים על מחשב ISRAAC ועותק המקור השמור ב-QA. כל שאר העותקים אינם מבוקרים והם בתוקף ליום בו הודפסו בלבד. הודפס ב-6 בפברואר 2022

The authorized copies of this document are those on ISRAAC computer network and the master copy held by the QA. All other copies are uncontrolled and are only valid on the date printed. Printed on February 6, 2022

Website : Yes	<b>הנחיות הרשות להסמכת מעבדות לבדיקת מרכיבי פל קל במבנים</b>	
מספר גרסה : 07	נוהל מספר : 1-TR-0012	דף מספר 3 מתוך 12
Version number 07	Procedure number 1-TR-0012	Page 3 of 12

### תוכן עניינים

4	1.0 מבוא
4	2.0 הגדרות
4	3.0 חלות
4	4.0 השיטה
10	5.0 בבליוגרפיה
10	6.0 נספחים
11	נספח מספר 1 - תרשים זרימה לביצוע בדיקות תקרת הפלקל באתר.
	נספח מספר 2 - הנחיות המטה המקצועי הנדסי לטיפול בתקרות פל קל-
11	משרד הפנים.
	נספח מספר 3 - רשימת נציגי הגופים שהשתתפו בוועדה או
12	שהמסמך נשלח לחוות דעתם.

Website : Yes	<b>הנחיות הרשות להסמכת מעבדות לבדיקת מרכיבי פל קל במבנים</b>	
מספר גרסה : 07	נוהל מספר : 1-TR-0012	דף מספר 4 מתוך 12
Version number 07	Procedure number 1-TR-0012	Page 4 of 12

## 1.0 מבוא

מסמך זה מפרט דרישות מקצועיות נוספות לדרישות תקן ISO/IEC 17025, לגופי בדיקה הבודקים מרכיבי פל קל במבנים. משרד הפנים, המטה המקצועי הנדסי לטיפול בתקרות פל קל, מחייב את מי שמעוניין להיות מוכר על ידו, להיות מוסמך ע"י הרשות הלאומית להסמכת מעבדות וכן לעמוד בדרישות הכלולות במסמך דרישות זה. דרישות אלו הן הרחבה לדרישות ההסמכה עפ"י ת"י ISO/IEC 17025, וכן לדרישות במסמכי המדיניות וההוראות של הרשות המתעדכנות מעת לעת. מטרת המסמך היא לקבוע כללים מינימליים אחידים המתאימים לדרישות משרד הפנים, המטה המקצועי הנדסי לטיפול בתקרות פל קל. מטרת הבדיקות הינן הכנת תוכניות עדות (As Made) מדגמיות (בנקודות שיבדקו) לתקרות פל קל הכוללות את המידות הגיאומטריות של התקרה ורכיביה ואת כמויות הזיון וסוגיו בתקרה. תוכניות אלו יהיו נתון הכרחי אשר ישמשו כחומר בידי המהנדס האחראי על מבנה הפל קל על מנת להכין את חוות דעתו לאשר או לקבוע שיטה לתיקון של תקרת הפל קל.

## 2.0 הגדרות

- 2.1 תקרת פל קל : כהגדרתו בהנחיות המטה.
- 2.2 נקודות חישוף : אזורים שיש צורך לחשוף ע"י סיתות על מנת לגלות את מוטות הזיון, הלכה למעשה.
- 2.3 תחום הצלע : דופן הצלע (WEB).
- 2.4 מהנדס אחראי : כהגדרתו בהנחיות המטה.
- 2.5 חישוק מעוגן תקנית : כמפורט בתקן ת"י 466 חלק 1.

## 3.0 חלות

דרישות אלו הינן דרישות נוספות, המחייבות כל ארגון בודק המבקש הסמכה כמעבדה לבדיקת מרכיבי פל קל במבנים.

## 4.0 השיטה

### 4.1 כללי

מסמך זה יפרט ויקבע כללים למיפוי אשר יבוצעו ע"י מעבדה מוסמכת לבדיקות אל הרס במבנים להכנת תוכניות עדות As Made המיפוי יבוצע במשולב באופן המאפשר קבלת מידע על כיווני מתיחה, רוחב צלעות, קורות/כותרות וגודלן, חתך התקרה, פלדה בקרום תחתון ופלדה בקרום העליון ופלדה בצלעות כמפורט בהמשך. שיטות הבדיקה יהיו בשילוב המאפשר את קבלת מלוא המידע.

#### 4.1.1 צילום תרמוגרפי.

העותקים המאושרים היחידים של מסמך זה הם אלה הנמצאים על מחשב ISIRAC ועותק המקור השמור ב-QA. כל שאר העותקים אינם מבוקרים והם בתוקף ליום בו הודפסו בלבד. הודפס ב-6 בפברואר 2022

The authorized copies of this document are those on ISIRAC computer network and the master copy held by the QA. All other copies are uncontrolled and are only valid on the date printed. Printed on February 6, 2022

Website : Yes	<b>הנחיות הרשות להסמכת מעבדות לבדיקת מרכיבי פל קל במבנים</b>	
מספר גרסה : 07	נוהל מספר : 1-TR-0012	דף מספר 5 מתוך 12
Version number 07	Procedure number 1-TR-0012	Page 5 of 12

4.1.2 סריקת רדאר חודר קרקע (GPR) .

4.1.3 אימות זיהוי מוטות זיון (מיקום וצפיפות) באלמנטי הבטון באמצעות פרופומטר.

4.1.4 זיהוי ובדיקה של קוטר מוטות הזיון ע"י חישוף ומדידה ישירה, בכפוף להנחיות מהנדס מלווה אחראי.

4.1.5 בדיקת רוחב צלעות באמצעות הקשה – שימוש בפטיש 100-150 גרם מאפשר זיהוי רוחב צלע נקודתי בחלקה התחתון של התקרה, מיפוי זה הינו מדויק יותר מצילום טרמי וישים בצורה אופטימלית ביחס ל GPR כאשר בודקים מחלקה התחתון של התקרה. מבנה התקרה מאשר זיהוי קל יחסית לאוזן מיומנת במיוחד כאשר קרומי הבטון התחתונים אינם עבים מידי (עד כ- 10 ס"מ).

4.1.6 צילום חלל התעלות – ניתן לביצוע על ידי פעירת פתח בקרום התחתון המאפשר הכנסת מצלמה ייעודית ולצלם מדגמית את חלל התעלות – צילום זה נותן לקונסטרוקטור אינדיקציה לגבי אחידות או גליות הצלעות (תופעה נפוצה), שפיכות בטון בחלל התעלה, מצב הפחים מבחינת קורוזיה, זיהוי מקרים בהם שורות חישוקים נמצאות בחלל הפחים עקב תזוזה לא מתוכננת במהלך היציקה ועוד. במהלך פתיחת הפתח אין צורך לפגוע בפלדת הזיון של הקרום התחתון.

## 4.2 דרישות כוח אדם

עבודות המעבדה (הבדיקה בשטח ופענוח התוצאות) ילוו ויונחו על ידי מהנדס אחראי. ההגדרות למהנדס מלווה אחראי מופיעות בהנחיות המטה המקצועי הנדסי לטיפול בתקרות פל קל..

## 4.3 ציוד ופירוט השיטה

הציוד הנדרש לבדיקות אלו הינו:

### 4.3.1 צילום תרמוגרפי

המצלמה התרמוגרפית הדיגיטלית רגישה להבדלי טמפרטורה בפני העצמים השונים אותם היא מצלמת. נתאר לעצמנו תקרת פל קל המשמשת תקרת ביניים במבנה הנמצאת בטמפרטורה קבועה שהיא טמפרטורת הסביבה. בתהליך קירור החלל שמעליה (המבנה שהתקרה דגן משמשת כרצפתה), בתהליך דינמי (משתנה בזמן) יחלו להתקרר הפנים התחתונים של התקרה המצויים בחלל שמתחתיה. קצב התקררות הפנים התחתונים של התקרה לא יהיה אחיד, ויהיה תלוי במוליכות החתך של התקרה. בתחום הצלע קצב ההתקררות יהיה מהיר משום שלבטון מוליכות תרמית גבוהה, ואילו בתחום הטבלה התחתון שבין הצלעות קצב ההתקררות יהיה איטי יותר בזכות האוויר המצוי בחלל תקרת הפל קל, אשר מוליכותו התרמית נמוכה ממוליכות הבטון. כך יוצרו פסים (תחתית צלעות) בעלי טמפרטורה נמוכה יותר מאשר אזורי הטבלה התחתון שבין הצלעות. פסים אלו ניתנים לזיהוי תוך ביצוע הצילום התרמוגרפי.

**דרישה: המצלמת התרמית צריכה להיות בעלת רגישות שינוי של 0.1°C בתחום הטמפ' הנבדקת.**

4.3.2 סריקת רדאר חודר קרקע (GPR)

העותקים המאושרים היחידים של מסמך זה הם אלה הנמצאים על מחשב ISRAQ ועותק המקור השמור ב-QA. כל שאר העותקים אינם מבוקרים והם בתוקף ליום בו הודפסו בלבד. הודפס ב-6 בפברואר 2022

The authorized copies of this document are those on ISRAQ computer network and the master copy held by the QA. All other copies are uncontrolled and are only valid on the date printed. Printed on February 6, 2022

Website : Yes	<b>הנחיות הרשות להסמכת מעבדות לבדיקת מרכיבי פל קל במבנים</b>	
מספר גרסה : 07	נוהל מספר : 1-TR-0012	דף מספר 6 מתוך 12
Version number 07	Procedure number 1-TR-0012	Page 6 of 12

הרדאר מודד החזרים של גלים אלקטרומגנטיים מחומרים שונים. עוצמת החוזר תלויה בקבוע הדיאלקטרי ובמוליכות החשמלית של האובייקט המחזיר את הגל. פחי פלדה ומוטות זיון שהקבוע הדיאלקטרי שלהם ומוליכותם החשמלית גבוהים יחזירו גלים בעוצמה גבוהה. הקבוע הדיאלקטרי של בטון נמוך באופן ניכר ביחס לקבוע הדיאלקטרי של פחי הפלדה ומוטות הזיון. הקבוע הדיאלקטרי ומוליכותו החשמלית של האוויר (הכלוא בחללי תקרות הפל קל) נמוכים אף יותר. בסריקת הפנים העליונים של תקרת הפל קל מבחין הרדאר בין האזורים שבין הצלעות לבין גופי הצלעות עצמם בזכות המשטח העליון של פחי הפל קל המצוי באזורים שבין הצלעות ומעל החללים. סריקת הרדאר יכול להתבצע על הפנים העליונים של התקרה (כלפי מטה) ו / או על הפנים התחתונים של התקרה (כלפי מעלה).

בסריקת הפנים התחתונים של תקרת הפל קל יש לבצע בדיקת הקשה, צילום תרמי ואימותים נקודתיים בחציבה כאשר מבצעים בדיקה לקרום התחתון.

מוטות הזיון המצויים בטבלה התחתונה של התקרה מפריעים (בהחזרים שהם גורמים) ופוגמים באיכות סריקת הרדאר, בהיותם מצויים גם בתחום הצלעות וגם בתחום שבין הצלעות. ככל שצפיפות רשת הזיון בטבלה התחתון גבוהה יותר ההפרעה לאיכות הבדיקה רבה יותר.

אם בטבלה העליונה של התקרה מצויים מוטות זיון, תופרע ותיפגם איכות הסריקה של הפנים העליונים של התקרה.

סריקת הפנים התחתונים של התקרה מורכבת יותר בגלל ההיבטים הפיסיים של המפעיל הצריך להחזיק את הרדאר כלפי מעלה, בגלל הצורך לפרק תקרות אקוסטיות (אם הן קיימות) ובגלל ריבוי תשתיות המורכבות לעיתים על תחתית התקרה.

סריקת הפנים העליונים של התקרה יכולה להיעשות גם על גבי ריצוף המונח על הרצפה בקומה מעל.

**דרישה: הרדאר חודר קרקע (GPR) צריך להיות בעל רמת זיוק ממוצעת של  $2 \pm$  ס"מ. המכשיר יהיה בעל אנטנה דיפולית shielded בתדר מרכזי של כ- 1 GHz.**

#### 4.3.3 פרופומטר לאיתור ומדידת מיקום וצפיפות של מוטות זיון באלמנטי הבטון

הפרופומטר ("מד עומק"), עושה שימוש בעקרון זרמי הערבולת. המכשיר מכיל סליל בעל השפאות אלקטרומגנטיות. כאשר הסליל מונח בקרבת חוט מוליך חשמלית או מוט פרומגנטי (מוט זיון), ההשפאות של הסליל משתנה (בדומה לסליל שמכניסים לתוכו פריט Ferrite). המכשיר מזהה שינוי זה ונותן חיזוי. המכשיר מסוגל להבחין בין שינוי הנובע ממוט זיון קרוב לפני השטח או מוט זיון מרוחק מפני השטח ומקוטר קטן או גדול של מוט הזיון.

נוכחות של ריכוז מוטות במיקום אחד עלולה לשבש את הקריאה ואת הדיוק.

**דרישה: תצוגת המכשיר נותנת את מיקומו המרחבי של מוט הזיון (X,Y,Z), הדיוק הנדרש במדידת המיקום הינו כ- 10 מ"מ בהתייחס לסימון פיזי על התקרה ולמרחקים שבין המוטות.**

#### 4.3.4 זיהוי ובדיקה של קוטר מוטות הזיון ע"י חישוב ומדידה ישירה

מטרת החישוב של מוטות הזיון בתקרת הפל קל הינה בראש ובראשונה על מנת לאמת ולהשלים מידע שאי אפשר לקבל באמצעות בדיקות לא הורסות. פעולה זו תעשה בהנחיה צמודה של המהנדס האחראי, וזאת על מנת שניתן יהיה לקבל את המידע הנדרש אך לא לפגוע בתקרה.

העותקים המאושרים היחידים של מסמך זה הם אלה הנמצאים על מחשב ISRAQ ועותק המקור השמור ב-QA. כל שאר העותקים אינם מבוקרים והם בתוקף ליום בו הודפסו בלבד. הודפס ב-6 בפברואר 2022

The authorized copies of this document are those on ISRAQ computer network and the master copy held by the QA. All other copies are uncontrolled and are only valid on the date printed. Printed on February 6, 2022

Website : Yes	<b>הנחיות הרשות להסמכת מעבדות לבדיקת מרכיבי פל קל במבנים</b>	
מספר גרסה : 07	נוהל מספר : 1-TR-0012	דף מספר 7 מתוך 12
Version number 07	Procedure number 1-TR-0012	Page 7 of 12

**דרישה:** החישוף של מוטות הזיון בתקרת הפל קל יעשה באופן מינימלי. החישוף יעשה רק לאחר זיהוי המיקום ע"י הפרופומטר או הראדאר.

#### **4.4 מיפוי וביצוע הבדיקות**

##### **4.4.1 כללי**

מיפוי התקרה יעשה באמצעות שלוש שיטות בדיקה לא הורסות ובדיקת קוטר המוטות יבוצע לאחר חישוף המוטות ומדידת המידות למעשה. שיטות אלו משלימות זו את זו ואין אחת מהן מחליפה אחרת.

##### **4.4.2 שלבי הבדיקות**

הבדיקות תבוצענה בסדר כדלקמן, תחילה ביצוע הבדיקות בפן התחתון של התקרה ולאחר מכן בפן העליון. סריקות הרדאר יבוצעו במידת האפשר בפן העליון של התקרה ורק באותם מקרים שהסריקה בפן העליון אינה אפשרית (בגלל תכנון המבנה) תבוצע הסריקה בפן התחתון.

##### **4.4.2.1 הכנות טרום בדיקה:**

בטרם תחילת העבודה, יגיש המהנדס האחראי המלווה, למעבדה הבודקת, תוכנית ראשונית בקני"מ 1:50 אשר תכלול את קונטור התקרה ומיקומי אלמנטים אנכיים נושאים, מפתחים וסימון של האלמנטים הבלוטים מתחתית התקרה כגון קורות תחתונות, קפיצות מפלסים וכיו"ב. התוצאות של בדיקות המעבדה השונות תסומנה על התוכניות As Made הנ"ל.

במידה ולא קיימות תוכניות קונסטרוקציה מקוריות זהו תפקיד המעבדה לפענח ולמפות את אלמנטי הקונסטרוקציה במבנה, אלא אם כן הכוונה היא להפעיל שתי מעבדות שונות, אחת למיפוי כל האלמנטים למעט תקרת הפל-קל ואחרת לבדיקת מרכיבי הפל-קל בלבד.

##### **4.4.2.2 בדיקות בפן התחתון של תקרת הפל קל:**

**4.4.2.2.1** יבוצע סט צילומים תרמוגרפיים של תחתית התקרה המכסים את כל שטחה. כל צילום תרמוגרפי (קובץ) ימוספר והתחום אותו הוא מכסה, יסומן על גבי התכנית הראשונית שהתקבלה מהמהנדס המלווה. על פי הצילומים התרמוגרפיים תעודכן התכנית הראשונית ועליה תסמן המעבדה (ברמה ראשונית של סקיצה) כל הצלעות, הקורות והכותרות של התקרה.

**4.4.2.2.2** באותם מקרים, בהם לא ניתן לבצע בדיקות רדאר מהפן העליון של התקרה יבוצע סט של סריקות רדאר מקומיות על גבי תחתית התקרה באופן הבא:

על התכנית הראשונית אשר הוכנה ע"י המהנדס המלווה יסמן המהנדס המלווה האחראי אזורים (כתחליף לסריקה רציפה) בהם ימדדו רוחבי צלעות. לכל אזור יהיה מספר המייחד אותו. לכל 100 מ"ר תקרה יסומנו 10 אזורים. מחצית האזורים יהיו במרכזי מפתחים ומחצית מהם יהיו בקרבת הסמכים. אורך הסריקה הקווית בכל אזור יכלול לפחות 3 צלעות. בכל מקום בו החתך פוגש צלע, ירשם רוחב הצלע הצר ביותר שנמדד (לגובהו של הצלע). לכל קובץ סריקה יהיה מספר הקושר אותו אל מספר האזור אשר נסרק. כמו כן בכל אזור שנסרק, יסומן מיקום הצלעות ורוחבן המינימלי, על התקרה. וזאת כדי לאפשר מדידה חוזרת, במידת הצורך.

**4.4.2.2.3** יבוצע סט של סריקות מוטות זיון בפנים התחתונים של התקרה באמצעות פרופומטר:

בכל אותם אזורים אשר הוגדרו בסעיף 4.4.2.2.2 לעיל תבוצע סריקה של מוטות הזיון התחתונים. הסריקה

העותקים המאושרים היחידים של מסמך זה הם אלה הנמצאים על מחשב ISRAQ ועותק המקור השמור ב-QA. כל שאר העותקים אינם מבוקרים והם בתוקף ליום בו הודפסו בלבד. הודפס ב-6 בפברואר 2022

The authorized copies of this document are those on ISRAQ computer network and the master copy held by the QA. All other copies are uncontrolled and are only valid on the date printed. Printed on February 6, 2022

Website : Yes	<b>הנחיות הרשות להסמכת מעבדות לבדיקת מרכיבי פל קל במבנים</b>	
מספר גרסה : 07	נוהל מספר : 1-TR-0012	דף מספר 8 מתוך 12
Version number 07	Procedure number 1-TR-0012	Page 8 of 12

תבוצע בכל נקודה בשטח של 60 ס"מ \* 60 ס"מ כדי לאתר את מוטות הזיון בתחום זה, את צפיפותם ואת מרחקם מפני התקרה התחתונים.

בשלושה אזורים יבוצע חישוב ומדידה של קוטרי מוטות הזיון, כמתואר בסעיף 4.3.4.

4.4.2.2.4 בדיקת קוטר מוטות באמצעות בדיקות הורסות :

החשיפה והסיתות יעשו בלא פחות מב- 3 נקודות לכל 100 מ"ר תקרה, עבור נקודה אחת באזור הטבלה (התקרה התחתונה), בגודל של 20 ס"מ \* 20 ס"מ מינימום ושתי נקודות נוספות, בתחום הצלע (לזיהוי הקטרים והעיגון של החישוק מתחת לצלע) בגודל של 15 ס"מ, לרוחב הצלע ו- 30 ס"מ לאורך הצלע. נקודות החישוף יקבעו על פי תוכניות ה- As Made המוכנות ע"י המהנדס האחראי, אשר יקבע גם את מימדי החישוף, בתוקף אחריותו הכוללת לביצוע העבודה כולה.

בדיקת קוטר המוטות תעשה ע"י קליבר. דיוק המדידה הנדרש הוא של 1 מ"מ.

4.4.2.2.4.1 איתור חישוקים באמצעות בדיקות הורסות :

במידה, ולא זוהה חישוק מעוגן תיקנית, יש להתייחס לכך כאילו אינו קיים. במידה וזוהה חישוק, על מנת לוודא שהחישוק מעוגן תקנית, יש לבצע מדגמי בדיקה בהם יש לחצוב את הצלע. יש לוודא פיזית בראיה (ולצלם באמצעות מצלמה רגילה (מצלמת פילם או דיגיטאלית)) כי החישוק מעוגן היטב בתחתיתו (הענף האופקי התחתון חובק את מוטות הזיון התחתונים אורכיים של הצלע). תבוצענה 3 בדיקות לכל 100 מ"ר תקרה. שניים מתוכם, ניתן לבצע באזורים שנחשפו, כמוגדר בסעיף 4.4.2.2.4.

4.4.2.2.5 לבדיקות הורסות (סעיפים : 4.4.2.2.4, 4.4.2.2.5), על מנת לוודא כי יבוצע ההרס המינימלי לתקרה, ניתן לחשוף, בשטח תקרה במפלס אחד, לפי הטבלה הבאה :

תקרה עד 500 מ"ר	3 נקודות חשיפה לכל 100 מ"ר.
תקרה בשטח 501 מ"ר עד 1500 מ"ר	2 נקודות חשיפה לכל 100 מ"ר.
תקרה בשטח 1501 מ"ר ומעלה	1 נקודות חשיפה לכל 100 מ"ר.

דוגמא לחישוב :

- תקרה בשטח של 600 מ"ר : יבוצעו 15 נק' חשיפה ל- 500 מ"ר הראשוניים (5\*3) ועוד 2 נק' חשיפה נוספת ל- 100 המ"ר בין 500 מ"ר ל- 600 מ"ר. כלומר סה"כ 17 נקודות חשיפה.
- תקרה בשטח 2000 מ"ר : יבוצעו 15 נק' חשיפה ל- 500 מ"ר הראשוניים (5\*3) ועוד 20 נק' חשיפה ל- 501 מ"ר עד 1500 מ"ר הבאים (10\*2) ועוד 5 נק' חשיפה לעד 2000 מ"ר (1\*5). כלומר סה"כ 40 נקודות חשיפה.

במידה וקימות תקרות פל קל ביותר מאשר מפלס אחד, בתקרה הגדולה ביותר יהיו נקודות החשיפה כפי שהוצע לעיל, ולגבי שטחי שאר התקרות נקודות החשיפה יהיו לפי השטח המצטבר של כל שאר התקרות. הערה : רשאי המהנדס המלווה, לבקש אישור חריג מראש, מהמטה המקצועי הנדסי לטיפול בתקרות פל קל- משרד הפנים, להקטין את מספר נקודות החישוף או כל חריגה אחרת מהנחיות מסמך זה. יש לבצע 3 נקודות חשיפה ואימות לכל תקרה נבדקת.

העותקים המאושרים היחידים של מסמך זה הם אלה הנמצאים על מחשב ISRAC ועותק המקור השמור ב-QA. כל שאר העותקים אינם מבוקרים והם בתוקף ליום בו הודפסו בלבד. הודפס ב-6 בפברואר 2022

The authorized copies of this document are those on ISRAC computer network and the master copy held by the QA. All other copies are uncontrolled and are only valid on the date printed. Printed on February 6, 2022



Website : Yes	<b>הנחיות הרשות להסמכת מעבדות לבדיקת מרכיבי פל קל במבנים</b>	
מספר גרסה : 07	נוהל מספר : 1-TR-0012	דף מספר 9 מתוך 12
Version number 07	Procedure number 1-TR-0012	Page 9 of 12

4.4.2.2.6 במידה והמהנדס האחראי מבקש בדיקות נוספות, שאינן בדיקות הכרח מינימלי לבדיקת תקרת פל קל, הן יבוצעו ע"י מעבדה מוסמכת.

#### 4.4.2.3 בדיקות בפן העליון של תקרת הפל קל

4.4.2.3.1 יבוצע סט של סריקות רדאר באופן הבא : על התכנית הראשונית אשר הוכנה יסמן המהנדס האחראי המלווה את מיפוי הקווים שלאורכם תבוצע סריקת הרדאר. הקווים יהיו ניצבים לכוון הצלעות. יותוו שלושה קווים בכל שדה (מפתח). קו אחד במרכז השדה ושני קווים בקרבה (לפי החלטת המהנדס האחראי) לקווי הסמכים של השדה. בשדות של תקרות מצולבות יותוו קווים של שתי וערב, בצפיפות של שלושה קווים לכל מפתח. לכל קו יהיה מספר המייחד אותו. בהתאם לאיכות התוצאות המתקבלות מהמיפוי, רשאי המהנדס לבקש להגדיל את מספר החתכים (בעיקר בקרבת הסמכים). בכל מקום בו החתך פוגש צלע ירשם רוחב הצלע הצר ביותר שנמדד (לגובהה של הצלע). אורך כל קו סריקה לא יקטן מ- 70% מאורכה של התקרה במקום.

החתכים ישמשו גם לזיהוי מידות והמיקום היחסי של הכותרות השטוחות ביחס לעמודים : בתקרות מצולבות, תבוצענה בנוסף : סריקות בהיקף של מחצית מהכותרת, לאיתור של לפחות חמש מהצלעות המתחברות לכותרת. בכל האזורים שסומנו, תבוצענה סריקות שתי וערב (דו כיווני). בסריקה זו יסומן גבול הכותרת, לכותרות שיבדקו.

איתור של מוטות הזיון העליונים, אפשרי במידה מוגבלת, באמצעות סריקת הרדאר, בפן העליון (בתחום הטבלה העליונה, ולא בתחום הצלע), בתנאי שמוטות הזיון אינם נוגעים בפן העליון של פח הפל קל. במידה ולא ניתן לבצע או קיים קושי בסריקות מחלקה העליון של התקרה ניתן לבצע מיפוי באמצעות הקשה מחלקה התחתון.

#### 4.5 **דיווח תוצאות**

4.5.1 דוח הבדיקה של המעבדה יכיל, בנוסף לדרישות תקן ISO/IEC 17025 גם את המפורט להלן :

4.5.1.1.1 תכנית גיאומטריה בקנה מידה של 1: 50 של תקרת הפל קל (AS MADE), בהתבסס על המדגם שבוצע. על התכנית יסומנו הקטרים והצפיפות של מוטות/רשתות הזיון בצלעות באותם מקומות בהם הם נבדקו.

בתוכניות הגאומטריה שיוגשו יסומנו כיווני המתיחה בכל שדה של התקרה.

4.5.1.1.2 חתכים מקומיים טיפוסיים דרך צלעות וקורות בקנה מידה של 1: 25.

בחתכים הטיפוסיים תהיה אינדיקציה לגבי קיומם/אי קיומם של חישוקים בצלעות ועובי הפח וכמו כן האם החישוקים מעוגנים בברזל האורכי.

4.5.1.1.3 הדוח יערך על פי כללי השרטוט הנהוגים בישראל לתכניות קונסטרוקציה של תקרות מבטון מזוין, כמפורט בתקן ת"י 1547 חלק 2.

4.5.1.1.4 יש לאפיין את סוג הפלדה וחוזקה.

Website : Yes	<b>הנחיות הרשות להסמכת מעבדות לבדיקת מרכיבי פל קל במבנים</b>	
מספר גרסה : 07	נוהל מספר : 1-TR-0012	דף מספר 10 מתוך 12
Version number 07	Procedure number 1-TR-0012	Page 10 of 12

- 4.5.1.1.5 יש לפרט את מצבו הפיזי של הבטון מבחינת קיים, כמו גם את מצבם של פלדת הזיון והפחים מבחינת אינדיקציה ל קורוזיה.
- 4.5.1.1.6 יש לפרט האם נמצאו עיוותים בצלעות הפח ו/או תזוזה של גופי מילוי, כך שמתקבל חתך תקרה לא אחיד.
- 4.5.1.1.7 יש לפרט האם קיימת דלמינציה (כשלי היפרדות ונתקן) בין הצלעות לקרום התחתון של התקרה וכמו כן האם גופי המילוי שקעו וחתכו את הקרום התחתון של התקרה.
- 4.5.1.1.8 יש לפרט האם קיימת אינדיקציה למים כלואים בחללי התקרה הגורמים לעומס נוסף ולקורוזיה.

## 5.0 בבליוגרפיה

- 5.1 ת"י ISO/IEC 17025.
- 5.2 תקן ת"י 1547 חלק 2.
- 5.3 תקן ת"י 466 חלק 1

## 6.0 נספחים

- 6.1 נספח מספר 1 : תרשים זרימה לביצוע בדיקות תקרת הפלקל באתר.
- 6.2 נספח מספר 2 : הנחיות המטה המקצועי הנדסי לטיפול בתקריות פל קל- משרד הפנים.
- 6.3 נספח מספר 3 : רשימת נציגי הגופים שהשתתפו בוועדה או שהמסמך נשלח לחוות דעתם.

העותקים המאושרים היחידים של מסמך זה הם אלה הנמצאים על מחשב ISRAC ועותק המקור השמור ב-QA. כל שאר העותקים אינם מבוקרים והם בתוקף ליום בו הודפסו בלבד. הודפס ב-6 בפברואר 2022

The authorized copies of this document are those on ISRAC computer network and the master copy held by the QA. All other copies are uncontrolled and are only valid on the date printed. Printed on February 6, 2022

Website : Yes	<b>הנחיות הרשות להסמכת מעבדות לבדיקת מרכיבי פל קל במבנים</b>	
מספר גרסה : 07	נוהל מספר : 1-TR-0012	דף מספר 11 מתוך 12
Version number 07	Procedure number 1-TR-0012	Page 11 of 12

### **נספח מספר 1 - תרשים זרימה לביצוע בדיקות תקרת הפלקל באתר.**

1. קבלת תוכנית קונסטרוקציה ראשונית מן המהנדס. התוכנית תהיה AS-MADE ותכלול את קונטור התקרה, מיקום העמודים והקירות הנושאים את התקרה.
2. ביצוע צילום תרמי לקבלת תמונה ראשונית של מערך הצלעות הקורות והכותרות בתקרה.
3. ביצוע סריקות GPR :
  - הסריקות יתבצעו, במידת האפשר, מלמעלה.
  - במידת הצורך תבוצע סריקה מלמטה (סריקה מלאה או השלמה של הסריקה מלמעלה).
4. העברת ההדמיות התרמיות, סריקות ה-GPR ותוכניות As Made ראשוניות (תוכניות גיאומטריות, ללא כמויות הזיון) למהנדס לצורך קביעת אזורי ביצוע החישוף ובדיקת הפרפומטר. קביעת האזורים, ע"י המהנדס, תרשם על גבי התוכניות הגיאומטריות.
5. בדיקת האזורים הנבחרים באמצעות פרופומטר.
6. ביצוע חישוף ומדידות ישירות.
7. ריכוז החומר הגולמי (Row Data) של תוצאות הבדיקות.
8. הכנת דו"ח מסכם ותוכנית As Made הכוללת את כמויות הזיון (באזורים שנחשפו).

במידת הצורך ניתן לבצע בדיקות הקשה מלמטה בכפוף למגבלת עובי קרום תחתון.

### **נספח מספר 2 - הנחיות המטה המקצועי הנדסי לטיפול בתקרות פל-קל-משרד הפנים.**

[https://www.gov.il/he/Departments/policies/2004\\_des1515](https://www.gov.il/he/Departments/policies/2004_des1515)

העותקים המאושרים היחידים של מסמך זה הם אלה הנמצאים על מחשב ISRAC ועותק המקור השמור ב-QA. כל שאר העותקים אינם מבוקרים והם בתוקף ליום בו הודפסו בלבד. הודפס ב-6 בפברואר 2022

The authorized copies of this document are those on ISRAC computer network and the master copy held by the QA. All other copies are uncontrolled and are only valid on the date printed. Printed on February 6, 2022

Website : Yes	<b>הנחיות הרשות להסמכת מעבדות לבדיקת מרכיבי פל קל במבנים</b>	
מספר גרסה : 07	נוהל מספר : 1-TR-0012	דף מספר 12 מתוך 12
Version number 07	Procedure number 1-TR-0012	Page 12 of 12

**נספח מספר 3 - רשימת נציגי הגופים שהשתתפו בוועדה או שהמסמך נשלח לחוות דעתם.**

מועד הפצה של גרסה ראשונה של מסמך זה היה ב- 24.05.2007  
גרסה ראשונה של מסמך זה הוכנה ו/או נשלחה לחוות דעתם של נציגי הגופים בהרכב זה :

שם	נציג גוף
דרי איתי לויתן	לויתן מהנדסים
דרי דורון שלו	דורון שלו הנדסה בע"מ
דרי אורי בסון	גיאוסנס והנדסית בע"מ המרכז לגיאופיסיקה סביבתית
גבי שואף	מעבדת גבי שואף בע"מ
עמיחי פסח	מעבדת מורקס 71 בע"מ
דרי מיכאל שנדלוב	מעבדת איזוטופ בע"מ
מהנדס דני שניידר	מכון התקנים
מהנדס אבי בורשטיין	מכון התקנים
מהנדס דן תדהר	חברת אלדד ספיבק הנדסה בע"מ
מר שרגא ירון	יועץ
מר דוד פילזר	משרד הפנים
אילן לנדסמן	הרשות הלאומית להסמכת מעבדות
ליאת קמחי	הרשות הלאומית להסמכת מעבדות

מסמך זה (גרסה 7) נשלח להערות הציבור ביוני 2021 ועודכן בשיתוף הרגולטור.

העותקים המאושרים היחידים של מסמך זה הם אלה הנמצאים על מחשב ISRAC ועותק המקור השמור ב-QA. כל שאר העותקים אינם מבוקרים והם בתוקף ליום בו הודפסו בלבד. הודפס ב-6 בפברואר 2022

The authorized copies of this document are those on ISRAC computer network and the master copy held by the QA. All other copies are uncontrolled and are only valid on the date printed. Printed on February 6, 2022