

Website : Yes	הבהרות להסמכה של בדיקת מרכיבי פל קל במבנים לפי דרישות חוזר מנכל 5/2007	
מספר גרסה : 09	נוהל מספר : 1-TR-0012	דף מספר 1 מתוך 13
Version number 09	Procedure number 1-TR-0012	Page 1 of 13



Israel Laboratory Accreditation Authority

Valid from	בתוקף מתאריך
09/02/2025	
Effective from	מחייב מתאריך
09/02/2025	

הבהרות להסמכה של בדיקת מרכיבי פל קל במבנים לפי דרישות חוזר מנכל 5/2007

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

Authorized by:

מאשרים:

Signature – חתימה	Date – תאריך	Name – שם	Position – תפקיד
		אבי קויתי Avi Kivity	עודכן ע"י ראש אגף הנדסה : Approved by Head of Engineering Division:
		יקיר ג'אוי Yakir Jaoui	עודכן ע"י מנהל איכות : Approved by Quality Manager:
		אתי פלר Etty Feller	אושר ע"י מנכ"ל : Approved by General Manager:

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-14 ביולי 2025

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 July 14, 2025

Website : Yes	הבהרות להסמכה של בדיקת מרכיבי פל קל במבנים לפי דרישות חוזר מנכל 5/2007	
מספר גרסה : 09	נוהל מספר : 1-TR-0012	דף מספר 2 מתוך 13
Version number 09	Procedure number 1-TR-0012	Page 2 of 13

הרשות הלאומית להסמכת מעבדות *ISRAC (Israel Accreditation)* הוקמה בחוק על ידי ממשלת ישראל כארגון ההסמכה הלאומי לבדיקה והסמכה של כשירות מקצועית בתחום כיוול ובדיקה.

הרשות מוכרת במסגרת הסכם ההכרה ההדדי של הארגון הבינלאומי *ILAC (International Laboratory Accreditation Cooperation)* כעובדת על פי הכללים הבינלאומיים להסמכה.

כל זכויות היוצרים והקניין הרוחני, מכל סוג כלשהו, בקשר לכל פרסום, תוכן, כתבה, עיצוב, יישום, קובץ, תוכנה וכל חומר אחר, המתפרסם באתר – שייך לרשות הלאומית להסמכת המעבדות © *ISRAC*.

אין להעתיק, לתרגם, לשדר בכל אמצעי, לאחסן במאגר מידע, לפרסם, להציג בפומבי, או להפיץ בכל אמצעי, את החומר המוצג באתר זה, כולו או חלקו, בלא קבלת הסכמתה המפורשת מראש ובכתב של הרשות הלאומית להסמכת מעבדות.

הרשות הלאומית להסמכת מעבדות

Israel Laboratory Accreditation Authority

רח' כנרת קרית שדה התעופה, ת.ד. 89, לוד

נמל תעופה 7015002

טל' 03-9702727

פקס 03-9702413

דוא"ל : israc@israc.gov.il

www.israc.gov.il

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-14 ביולי 2025

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 July 14, 2025

Website : Yes	הבהרות להסמכה של בדיקת מרכיבי פל קל במבנים לפי דרישות חוזר מנכל 5/2007	
מספר גרסה : 09	נוהל מספר : 1-TR-0012	דף מספר 3 מתוך 13
Version number 09	Procedure number 1-TR-0012	Page 3 of 13

עדכונים של הנוהל:

תאריך Date	סעיף Section	השינוי ומהותו The Change
26.01.2025	כל המסמך	בקרת שינוי 2393 : עדכון שם המסמך ל"הבהרות להסמכה של בדיקת מרכיבי פל קל במבנים לפי דרישות חוזר מנכל 5/2007".

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-14 ביולי 2025

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 July 14, 2025

Website : Yes	הבהרות להסמכה של בדיקת מרכיבי פל קל במבנים לפי דרישות חוזר מנכל 5/2007	
מספר גרסה : 09	נוהל מספר : 1-TR-0012	דף מספר 4 מתוך 13
Version number 09	Procedure number 1-TR-0012	Page 4 of 13

תוכן עניינים

	1.0 מבוא 5
5	2.0 הגדרות
	3.0 חלות 5
5	4.0 השיטה
11	5.0 בבליוגרפיה
11	6.0 נספחים
12	נספח מספר 1 - תרשים זרימה לביצוע בדיקות תקרת הפלקל באתר.
13	נספח מספר 2 - רשימת נציגי הגופים שהשתתפו בוועדה או שהמסמך נשלח לחוות דעתם.

Website : Yes	הבהרות להסמכה של בדיקת מרכיבי פל קל במבנים לפי דרישות חוזר מנכל 5/2007	
מספר גרסה : 09	נוהל מספר : 1-TR-0012	דף מספר 5 מתוך 13
Version number 09	Procedure number 1-TR-0012	Page 5 of 13

1.0 מבוא

מסמך זה מפרט הבהרות נוספות לגופי בדיקה הבודקים מרכיבי פל קל במבנים הפועלים לפי דרישות תקן ISO/IEC 17025 וחוזר מנכל 5/2007. 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. 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 את המהנדס האחראי על מבנה הפל קל על מנת להכין את חוות דעתו לאשר או לקבוע שיטה לתיקון של תקרת הפל קל. יחודך כי על הארגונים לעמוד בתקן 26 חלק 7.

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

הבהרות אלו מיועדות לכל ארגון בודק המבקש הסמכה כמעבדה לבדיקת מרכיבי פל קל במבנים.

4.0 השיטה

4.1 כללי

מסמך זה יפרט דגשים 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.

מעבדה מוסמכת לבדיקות פל קל תהיה מוסמכת לבדיקות לפי ת"י 26 חלק 7.

4.1.1 צילום תרמוגרפי.

Website : Yes	הבהרות להסמכה של בדיקת מרכיבי פל קל במבנים לפי דרישות חוזר מנכל 5/2007	
מספר גרסה : 09	נוהל מספר : 1-TR-0012	דף מספר 6 מתוך 13
Version number 09	Procedure number 1-TR-0012	Page 6 of 13

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 כוח אדם

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

4.3 ציוד ופירוט השיטה

הציוד הנדרש לבדיקות אלו הינו :

4.3.1 צילום תרמוגרפי

קצב ההתקררות של צלעות הבטון יהיה מהיר משום שלבטון מוליכות תרמית גבוהה, ואילו בחלק התחתון שבין הצלעות קצב ההתקררות יהיה איטי יותר בזכות האוויר המצוי בחלל תקרת הפל קל, אשר מוליכותו התרמית נמוכה ממוליכות הבטון. כך ייווצרו פסים (תחתית צלעות) בעלי טמפרטורה נמוכה יותר מאשר אזורי הטבלה התחתון שבין הצלעות. פסים אלו ניתנים לזיהוי תוך ביצוע הצילום התרמוגרפי. **המצלמת התרמית צריכה להיות בעלת רגישות שינוי של 0.1°C בתחום הטמפ' הנבדקת.**

4.3.2 סריקת רדאר חודר קרקע (GPR)

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 הפנים התחתונים של התקרה (כלפי מעלה).

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-14 ביולי 2025

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 July 14, 2025

Website : Yes	הבהרות להסמכה של בדיקת מרכיבי פל קל במבנים לפי דרישות חוזר מנכל 5/2007	
מספר גרסה : 09	נוהל מספר : 1-TR-0012	דף מספר 7 מתוך 13
Version number 09	Procedure number 1-TR-0012	Page 7 of 13

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.

הרדאר חודר קרקע (GPR) צריך להיות בעל רמת דיוק 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

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.

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 חישוף ומדידה ישירה

מטרת החישוף 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.

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

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.

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-14 ביולי 2025

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 July 14, 2025

Website : Yes	הבהרות להסמכה של בדיקת מרכיבי פל קל במבנים לפי דרישות חוזר מנכל 5/2007	
מספר גרסה : 09	נוהל מספר : 1-TR-0012	דף מספר 8 מתוך 13
Version number 09	Procedure number 1-TR-0012	Page 8 of 13

4.4.2.1 הכנות טרום בדיקה:

בטרם תחילת העבודה, יגיש המהנדס האחראי המלווה, למעבדה הבודקת, תוכנית ראשונית בקנ"מ 1:50 אשר תכלול את קונטור התקרה ומיקומי אלמנטים אנכיים נושאים, מפתחים וסימון של האלמנטים הבולטים 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 סריקת מוטות זיון בפנים התחתונים של התקרה באמצעות פרופומטר:

בכל אותם אזורים אשר הוגדרו בסעיף 4.4.2.2 לעיל תבוצע סריקה של מוטות הזיון התחתונים. הסריקה 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 חישוף 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.

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-14 ביולי 2025

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 July 14, 2025

Website : Yes	הבהרות להסמכה של בדיקת מרכיבי פל קל במבנים לפי דרישות חוזר מנכל 5/2007	
מספר גרסה : 09	נוהל מספר : 1-TR-0012	דף מספר 9 מתוך 13
Version number 09	Procedure number 1-TR-0012	Page 9 of 13

4.4.2.2.4.1. איתור חישוקים באמצעות בדיקות הורסות :

במידה, ולא זוהה חישוק מעוגן תיקנית, יש להתייחס לכך כאילו אינו קיים. במידה זוהה 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 הראשונים (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 הראשונים (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.

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%

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-14 ביולי 2025

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 July 14, 2025

Website : Yes	הבהרות להסמכה של בדיקת מרכיבי פל קל במבנים לפי דרישות חוזר מנכל 5/2007	
מספר גרסה : 09	נוהל מספר : 1-TR-0012	דף מספר 10 מתוך 13
Version number 09	Procedure number 1-TR-0012	Page 10 of 13

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 יכול, 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.

4.5.1.1.5 יש לפרט את מצבו הפיזי של הבטון מבחינת קיים, כמו גם את מצבם של פלדת הזיון והפחים מבחינת אינדיקציה לקורוזיה.

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 ונתק (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.

Website : Yes	הבהרות להסמכה של בדיקת מרכיבי פל קל במבנים לפי דרישות חוזר מנכל 5/2007	
מספר גרסה : 09	נוהל מספר : 1-TR-0012	דף מספר 11 מתוך 13
Version number 09	Procedure number 1-TR-0012	Page 11 of 13

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.
- 5.4 תקן ת"י 26 חלק 7.
- 5.5 חוזר מנכ"ל לעניין פלקל 5/2007.

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 בתקרות פלקל - 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-14 ביולי 2025

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 July 14, 2025

Website : Yes	הבהרות להסמכה של בדיקת מרכיבי פל קל במבנים לפי דרישות חוזר מנכל 5/2007	
מספר גרסה : 09	נוהל מספר : 1-TR-0012	דף מספר 12 מתוך 13
Version number 09	Procedure number 1-TR-0012	Page 12 of 13

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

- קבלת תוכנית קונסטרוקציה ראשונית מן המהנדס. התוכנית תהיה AS-MADE ותכלול את קונטור התקרה, מיקום העמודים והקירות הנושאים את התקרה.
 - ביצוע צילום תרמי לקבלת תמונה ראשונית של מערך הצלעות הקורות והכותרות בתקרה.
 - ביצוע סריקות GPR :
 - הסריקות יתבצעו, במידת האפשר, מלמעלה.
 - במידת הצורך תבוצע סריקה מלמטה (סריקה מלאה או השלמה של הסריקה מלמעלה).
 - 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.
 - בדיקת האזורים הנבחרים באמצעות פרופומטר.
 - ביצוע חישוף ומדידות ישירות.
 - ריכוז החומר הגולמי (Row Data) של תוצאות הבדיקות.
 - 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

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-14 ביולי 2025

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 July 14, 2025

Website : Yes	הבהרות להסמכה של בדיקת מרכיבי פל קל במבנים לפי דרישות חוזר מנכל 5/2007	
מספר גרסה : 09	נוהל מספר : 1-TR-0012	דף מספר 13 מתוך 13
Version number 09	Procedure number 1-TR-0012	Page 13 of 13

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
ד"ר איתי לויתן	לויתן מהנדסים
ד"ר דורון שלו	דורון שלו הנדסה בע"מ
ד"ר אורי בסון	גיאוסנס והנדסית בע"מ המרכז לגיאופיסיקה סביבתית
גבי שואף	מעבדת גבי שואף בע"מ
עמיחי פסח	מעבדת מורקס 71 בע"מ
ד"ר 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

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-14 ביולי 2025

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 July 14, 2025