

6051884-75



דוד דוד וישי דוד - ביסוס מבנים בע"מ

DAVID DAVID & ISHAY DAVID – FOUNDATION CONSULTING Ltd.

מאושדת

העתק משרדי

לשכת התכנון המרחבית
מחוז דרום
12-06-2017
נתקבל

סקר להערכת סיכוני רעידת אדמה

שדה תעופה - אילת

מינהל התכנון - מחוז דרום
חוק התכנון והבנייה, תשכ"ה - 1965
1091101026
אישור תכנית מס' 1091101026
הועדה המוויזית לתכנון ולבניה חלטיה
ביום 10/10/17
לשם לאשר את התכנית
התכנית לא נקבעה טענה אישור שר
התכנית נקבעה טענה אישור שר
מנהל מינהל התכנון יריד הועדה המוויזית

אישור תכנית
פורסמה בילקוט פרסומים
18/10/17
מיום 18/10/17

אין לנו התנגדות עקרונית לתכנית, בתנאי שזו תהיה מתואמת עם רשויות התכנון המוסכמות.
התימתנו הינה לצרכי תכנון בלבד, אין בה כדי להקנות כל זכות חסימה או לכל בעל עניין אחר התכנית כל עוד לא יתקבלו אישור ונחתם עמנו הסכם גזר אים בגינו, ואין התימתנו זו באה במקום הסכמת כל בעל זכות בשטח הנדון ו/או כל רשות מוסמכת, לפי כל חוזה ועפ"י כל דין.
למען והסר ספק מוצהר בזה כי אם נעשה או ייעשה על ידנו הסכם בגין השטח הכלול בתכנית, אין בחתימתנו על התכנית הכרה או הודאה בקיום הסכם כאמור ו/או ויתור על זכותנו לבטלו בגלל הפרתו ע"י מי שרכש מאתנו על פיו זכויות כלשהן בשטח, ו/או על כל זכות אחרת העומדת לנגד עינינו הסכם כאמור ועפ"י כל דין שכן התימתנו ניתנת אך ורק בתקודת מבט תכנונית.
תאריך: 18/10/17
ישות מקרקעי ישראל - מרחבדרום

הגוי סל 7, אוגוסט 2009
מתינת מרחב עסקי ד
רשות מקרקעי ישראל

דוח/מיו/מיו/908-42-re



1. מבוא

נערך סקר גיאוהנדסי וכן בדיקות שדה ומעבדה להערכת הסיכונים הסיסמיים במתחם שדה התעופה באילת וזאת על מנת לקבוע את הפרמטרים הדרושים לתכנון המבנים.

2. היקף הסקר

- א. סקר גיאופיזי בשיטת הרפלקציה לרבות שלושה חתכים סיסמיים שנועד לאתר המצאות אפשרית של העתקי משנה פעילים אשר בוצע ע"י המכון הגיאופיזי.
- ב. סקר ומיפוי גיאולוגי (נספח א') כולל ניתוח תצ"א וסימון העתקים אשר נערך ע"י הגיאולוג, דר' זלצמן שמטעמנו (ראה נספח).
- ג. ביצוע שלוש תעלות על פי מגבלות רש"ת לאורך 22 מ' לעומק של כ- 2 מ', לבחינת אפשרות להעתקי משנה פעילים.
- ד. ביצוע שלושה קידוחי ניסיון לעומק 30-40 מ' להשלמת תאור החתך הגיאולוגי ונתוני הקרקע לצורך קביעת פרמטרים סיסמיים.
- ה. בדיקות מעבדה כולל בדיקות אינדיקטיביות, חוזק לחיצה צרית ותפיחה חופשית במבחנה.
- ו. זיהוי מפלס מים וניתוח פוטנציאל התנזלות בהתאם לתוצאות קידוחי הניסיון ובדיקות ההחדרה התקנית.

3. מסמכי העזר העיקריים

- א. תרשימים מעבודת דוקטורט של דר' אורי פריזלנדר משנת 2000.
- ב. מפה מצבית - אילת - אזור שדה התעופה קני"מ 2,500: 1 מס' תוכנית 686/020/03/104.
- ג. מפה גיאולוגית של אזור צפון מפרץ אילת 1: 100,000 המכון הגיאולוגי משנת 2000.



4. חתך הקרקע (ראה נספח מצורף)

חתך הקרקע מורכב מהשכבות העיקריות הבאות:

א. שכבה גרנולרית המורכבת מחול דק עד גס גרגר, טיני חרסיתי – לעיתים עם צרורות דקים.
השכבה נמצאה החל מפני הקרקע ועד לעומק 17÷26 מ'. השכבה מכילה כ- 15-45 אחוז חומר דק עובר נפה 200. צבע השכבה חום בהיר עד חום-אפור.
בבדיקות החדרה תקנית (S.P.T) התקבלו תוצאות אופייניות מעל 50 חבטות, דבר המצביע על צפיפות גבוהה ועל המצאות צרורות בשכבה.
מתוצאות בדיקת מעבדה (נספח ב') של דרוג מכני התקבלה תוצאה של 40% עובר נפה 200#. כחריג נמצאה בצד המזרחי חרסית בקרבת פני הקרקע בעובי של כ- 6 מ' ועדשת חרסית חווארית בצפון (קידוח 3) בעובי כ- 4 מ' בעומק של כ- 10 מ'. מבדיקת דרוג מכני בחרסית התקבלו תוצאות של 99% עובר נפה 200#, גבול נזילות של 25% וגבול פלסטיות של 16%. במדגם בלתי מופר של החרסית התקבלה תוצאת לחץ בלא כלוא של 0.3 ק"ג/סמ"ר, תפיחה חופשית במבחנה של 65%, תכולת רטיבות של 40%, גבול נזילות של 49% וגבול פלסטיות של 23% (ראה נספח ב').

ב. חוואר חרסיתי - השכבה נמצאת מתחת לשכבה הגרנולרית ועוביה 4-6 מ'. השכבה בעלת פלסטיות ופוטנציאל תפיחה בינוני עד גבוה. צבע השכבה משתנה מחום צהוב עד שחור (מעט אורגני).

בבדיקות החדרה תיקנית (S.P.T) שבוצעו בשכבה התקבלו תוצאות בתחום 26 ועד יותר מ- 50 חבטות, תוצאה המצביעה על צפיפות בינונית עד גבוהה מאוד. בשכבה התקבלה תכולת קרבונטים של 32% (ראה נספח ב').

ג. שכבה גרנולרית – כמו שכבה (א') לעיל. השכבה נמצאה החל מרום 13- עד 16- ועובייה כ- 4 מ'.

בבדיקות החדרה תיקנית (S.P.T) שבוצעו בשכבה התקבלו תוצאות בתחום 42 ועד מעל ל-50 חבטות בדומה לשכבה (א').

ד. חילופים של חוואר צפוף וחרסית גירית חווארית לעיתים חולית לעיתים טינית - השכבה נמצאה החל מעומק של 26 מ' ועד לסוף הקידוחים. השכבה בעלת פלסטיות ופוטנציאל תפיחה בינוני עד גבוה.

בבדיקות החדרה תקנית (S.P.T) שבוצעו בשכבה התקבלו תוצאות בתחום 22 ועד מעל ל-50 חבטות, תוצאה המצביעה על צפיפות בינונית עד גבוהה מאוד. בשכבה מצויות עדשות חול טיני צפוף ומצומנט בעובי עד כ- 3 מ'.

מבדיקות מעבדה שבוצעו בשכבה התקבל גבול נזילות של 51% וגבול פלסטיות של 24%. תכולת הרטיבות נעה בין 13% ל- 37% ומבדיקת תכולת קרבונטים התקבלה תוצאה של 39% (ראה נספח ב').

ה. מי תהום – מי התהום מצאים ברום מוחלט שבין +1 ל- +2 אבל קיימים מים עליונים על עדשות חרסית או חוואר.

5. מיקום ההתקנים של "בקע ים המלח" (טרנספורם ים המלח)

א. בקע ים המלח שהוא חלק מהשבר הסורי-אפריקאי הנחשב כשבר פעיל מורכב למעשה ממספר התקנים מקבילים והוא עובר בתחום החוף הצפוני. ההתקן המערבי שבמערבת הוא ממערב לאתר שדה התעופה. שדה התעופה המיועד להתפנות ממוקם בסמוך למגע בין מסת הסלע המגמטי להתקן בקע ים המלח. האתר ממוקם על גבי מפלסיה הנמוכים של מניפת סחף הבונה מדרון טופוגרפי מתון. מוצא הסחף הוא בואדיות שממערב לאילת.

ב. קביעת **מיקום מדויק של ההתקן** במרכז שקע גיאולוגי (כמו שקע הערבה) היא אינטרפרטציה של תוצאות סקרים סיסמיים (גיאופיזיים) ושל מיקום אפיצנטרים של רעידות אדמה והוא נעשה ע"י הצלבת מדידות בסיסמוגרפים. שלא כמו באזורי סלע חשוף, במקרה של שקע גיאולוגי, רק במקרים נדירים ניתן לעקוב אחרי קו ההתקן על פני השטח. גם אם ננסה ליצור קווים ישרים על פי נקודות המיקום של האפיצנטרים יקשה עלינו לקבל מיקום מדויק של קו ההתקן האמיתי הנמצא בעומק מספר קילומטרים. במפת ההתקנים החשודים כפעילים (המכון הגיאולוגי 12000) עובי קו ההתקן על גבי המפה עולה על 1 מ"מ, דהיינו תחום של מאות מטרים.

בנוסף להתקנים הראשיים שבשקע קיימים התקנים משניים באזור העיר אילת. בעבודת תה"ל שבוצעה באזור שכונת שחמון התגלו התקנים פעילים שכיוונם אלכסוני לכיוון "ההתקן פריזלנדר". בהתקנים אלה התגלו תנועות עכשוויות למרות שאין קשר נראה לעין בינם לבין ההתקן השקע. כמו כן אם הסלע עמוק אין הביטוי של ההתקן בפני השטח (סחף) מאבחן מיקום מדויק של השבר בסלע העמוק.

ג. בעבודתו של פריזלנדר נאמר כי באזור שדה התעופה "עובי הסדימנטים מעל התשתית" ממערב להתקן נע סביב כ- 100 מ'. ככל שמתקדמים ממערב למזרח יעלה עובי הסחף. קו ההתקן של פריזלנדר, מוקם על פי ארבע חתכים גיאופיזיים בכיוון מזרח מערב (ניצב לכיוון ההתקן). אף לא אחד מקווים אלה ממוקם בתחום שדה התעופה.

ד. הסקר הסייסמי של המכון הגיאופיזי אינו מציג פרמטרים של עומק אלא של מהירויות סייסמיות. הדוח הסייסמי וגם קידוחי הניסיון אינם מדווחים על הימצאות שכבת סלע בין פני השטח לפחות עד לעומק של 50 מ'. המהירויות הסייסמיות שאותרו נעות בין 500 מ"ש' לרובד תחות קרוב לפני השטח ועד 2100 מ"ש' ברבדים צפופים יותר. מהירויות סלע נעות מעל כ- 3000 מ"ש'. הסקר הסייסמולוגי שבוצע אינו קובע מיקום ההתקן החשוד כפעיל. מאחר ורשויות השדה הגבילו הביצוע לקווים מקבילים להתקן ולא אפשרו ביצוע קווים ניצבים להתקן שרק בהם ניתן לאתר מיקום ההתקן כזה, אם בכלל, באזור שלנו. ניתן להסתמך על סקר סייסמי שבוצע בגבול הצפוני של שדה התעופה ובו הוכח כי ההתקן עובר ממערב לכביש אילת תל אביב.

ה. בסקר תעלות חפורות לא התגלו סימנים לתזוזות לאורך ההתקנים כתוצאה מרעידות אדמה. לכל היותר קיים חשש כי קיימת תזוזה של חלקיקי טין אולם בכל מקרה **לא התגלו קווי תנועה חד משמעיים**. צריך לזכור כי התעלות (אחרות) שנחקרו ע"י צוותי המכון



הגיאולוגי (שגם איבחנו רעידת אדמה בעוצמה העולה על 8 בסולם ריכטר) נמצאות כ- 10 ק"מ מצפון לאתר וממערב להעתק פריזלנדר.

1. קבוצת חוקרים מקליפורניה בראשות **Bray ו-Bolton Seed** (נספח ג') קבעה בתצפיות שדה ובמודלים פיסיקליים שהתנועה הדיפרנציאלית הנוצרת בקו השבר שבסלע נבלמת בכיסוי הקרקע שמעליו ביחס ישר לעוביו. אם עובי הכיסוי גדול אין טעם בהתייחסות מיוחדת למיקום השבר. קביעה זו נתמכת ע"י פרופ' **GAZETAS** מאוניברסיטת אתונה שהוא אחד מברי הסמכא בעולם בנושא.

2. לקחים מהרעידה בטורקיה

בסיור מקצועי, שערכתי בטורקיה לאחר רעידת האדמה יחד עם פרופ' Gazetas נוכחנו בתופעה שחזרה ונשנתה במספר מבנים ואשר התאימה להיכרותנו של Gazetas גם עם מקרים ביפן דהיינו מבנים הנמצאים מעל לשבר גיאולוגי בקו ההתבקעות שבפני הקרקע, המבנים לא נפגעו כלל. המסקנה מכך היתה שמבנים על שבר פעיל המתוכננים לעמוד ברעידת אדמה לא יפגעו יותר ממבנים המרוחקים מהשבר בתנאי שקיים כיסוי קרקע בעובי של מאות עד עשרות מטרים מעל לשבר בסלע. רצ"ב צילום של ארבעה מבנים (נספח ד') בהם נתקלנו בסיור שלא נפגעו כלל למרות שעמדו על קו התבקעות הקרקע. **המבנים גרמו לקו ההתבקעות לעוקפם!** ארבעת המבנים פזורים לאורך קו ההתבקעות שמעל השבר באזור גולצ'וק והם בני אחת עד ארבע קומות וכן עמוד מתח גבוה. בצילומים רואים היטב את מדרגת הקרקע בגובה של כ- 3 מ' שיצרה תנועת השבר ואילו המבנים עצמם לא נפגעו למעט סדקים זעירים. לעומתם מבנים רבים המרוחקים מהשבר כדי מאות מטרים ויותר נפגעו מאוד או נהרסו.

ח. מכאן שהגורם הקובע הוא לאו דווקא שאלת המיקום מעל השבר אלא עובי הקרקע שמעל לסלע. במצב עקרוני בו קיים כיסוי קרקע עבה מעל לשבר (לסלע) אין שינוי בשגרת התכנון ויש לתכנן כרגיל לפי המקדמים המצויים בתקן ולפי מידת ההגברה מבלי לשנותם עקב המרחק של מבנה מסוים מהשבר.

6. זיהוי מקדם העוצמה הסייסמית ומקדמי השתית לפי תקן 413

א. תאוצת הקרקע P.G.A

אילת נמצאת לפי תקן 413 באזור בעל מקדם תאוצת קרקע אופקית חזויה של $Z=0.23$. הגדרת התאוצה נתונה במשוואה $a_{h,max} = Z g$, זוהי תאוצת קרקע אופקית מכסימלית חזויה שלגביה קיימת הסתברות של 90% שלא תתרחש חזקה ממנה באזור הנתון בתקופת חזרה של 50 שנה.



ב. מקדם השתית S

על פי תקן 413 לאזור שדה התעופה באילת ניתן לשייך מקדמי שתית (S) לשכבות העיקריות שהתגלו כדלקמן:

- (1) באזור קידוחים מס' 1 ומס' 3, הקרקע עד לעומק 17-26 מ' מורכבת בעיקרה מחול וצרורות ים תוצאות S.P.T מעל 50 חבטות ומכאן $S = 1.2$.
- (2) באזור קידוח 2 מצויה חרסית רכה בעובי של כ- 5 מ' ו- $SPT < 5$ (בדיקת החדרה תקנית) ובהם יהיה המקדם בשיעור $S = 1.75$.

המקדמים הסופיים לכל מבנה ייקבעו לפי קידוחי ניסיון פרטניים שייעשו לצורך התכנון המפורט.

7. פוטנציאל התנזלות

התנזלות הקרקע (liquefaction) נגרמת בעת רעידת אדמה בחול דק רווי בעל צפיפות נמוכה עקב עליית לחץ מי נקבובים ומשמעותה ירידה או אובדן ההתנגדות לגזירה. בחתך הקרקע לא נמצאו וגם לא צפויות שכבות חול נקי בעלות צפיפות נמוכה. תוצאות ה-S.P.T היו גבוהות ולאחר "תיקון לעומק" מתקבלת צפיפות יחסית גבוהה מ- 70% שאינה מאפשרת התנזלות. בתכנון המפורט יש לבצע קידוחי ניסיון ובדיקות דרוג מכני והחדרה תקנית כדי לאמת העדר פוטנציאל להתנזלות.

8. סיכום

בקרקע באתר שדה התעופה לא נמצאו סיכונים סיסמיים מיוחדים והבנייה תיעשה לפי תקן 413 כמפורט. עם זאת נדרשים לתכנון המפורט קידוחים פרטניים שגם בהם לא צפויים שינויים דרמטיים למעט מקדמי הגברה מעל עדשות מקריות של חרסית תחוחה.

בכבוד רב
אינג' ד. דוד



דוד וישי דוד - ביסוס מבנים בע"מ

DAVID DAVID & ISHAY DAVID – FOUNDATION CONSULTING Ltd.

- 7 -

תיאור קידוחי ניסיון אילת – שדה תעופה

ק'	עומק	תיאור	% דקים	פלסטיות	תפיחה	צבע
1	0.0-2.0	חול דק עד גס גרגר, טיני בעל דירוג טוב הכולל 5% צרורות דקים (מילוי?)	15-20	-	-	חום בהיר
	2.0-8.0	חול עם צרורות דקים בעל דירוג טוב	15-20	-	-	חום-אפור
	8.0-12.3	חול עם צרורות דקים וטין חרסיתי בעל דירוג טוב	25	-	-	חום בהיר
	12.3-16.3	חול טיני בינוני עד גס גרגר	15	-	-	חום-אפור
	16.3-22.5	חרסית גירית (חוואר)	-	בינונית עד גבוהה	-	חום-צהוב
	22.5-26.3	חול חרסיתי טיני	35-40	-	-	חום בהיר
	26.3-30	חרסית חולית גירית (חוואר)	-	בינונית	-	חום בהיר
* מים נמצאו בעומק 9.5 מ'						
2	0.0-1.0	חול טיני חרסיתי עם צרורות גיר דקים (מילוי?)	30	-	-	אפור
	1.0-2.0	חרסית בינונית עד שמנה	-	גבוהה	-	אפור-ירוק
	2.0-2.5	חול חרסיתי טיני	35	-	-	חום בהיר
	2.5-4.6	חרסית גירית חולית	-	בינונית עד גבוהה	-	חום
	4.6-7.5	חרסית גירית חולית	-	בינונית עד גבוהה	-	חום-לבן
	7.5-16.5	חול טיני חרסיתי דק, בינוני גרגר	35	-	-	חום-אפור
	16.5-20.3	חרסית אורגנית חולית גירית	-	נמוכה עד בינונית	-	שחור
	20.3-24.0	חול חרסיתי טיני	35-40	-	-	חום-צהוב
	24.0-32.0	חרסית טינית גירית (חוואר)	-	בינונית עד גבוהה	-	צהוב-אפור
	32.0-34.2	חול חרסיתי טיני	30-40	-	-	אפור בהיר
	34.2-35.0	צרורות גרניט	-	-	-	אדמדם
	35.0-40.0	חרסית גירית (חוואר)	-	בינונית עד גבוהה	-	חום בהיר-צהבהב
	* מים נמצאו בעומק 3.5 מ'					



תיאור קידוחי ניסיון
אילת – שדה תעופה

ק'	עומק	תיאור	% דקים	פלסטיות	תפיחה	צבע
3	0.0-2.45	צורות דקים-בינוניים מעורבים בחול דק עד גס	15	-	-	חום-אפור
	2.45-6.0	חול דק עד גס בעל דירוג טוב	15	-	-	חום-אפור
	6.0-6.5	חול חרסיתי	35-40	-	-	חום-אפור
	6.5-8.0	צורות דקים עם חול דק עד גס	15	-	-	חום-אפור
	8.0-10.5	חול טיני חרסיתי	40-45	-	-	חום-אפור
	10.5-12.5	חרסית גירית (חוואר)	-	בינונית עד גבוהה	-	חום-צהוב
	12.5-16.0	חרסית גירית (חוואר) חולית עם עדשות אבן חול גירית (עובי 10 ס"מ)	-	בינונית עד גבוהה	-	חום-לבן
	14.4-16.0	חול בינוני גרגר	10	-	-	חום-אפור
	16.0-20.3	חול דק עד בינוני גרגר חרסיתי	30	-	-	אפור בהיר
	20.3-26.2	חול דק עד בינוני גרגר חרסיתי	25	-	-	אפור כהה
	26.2-27.0	חרסית גירית חווארית	-	גבוהה	-	אדמדם
	27.0-30.1	חול דק עד בינוני מצומנט	20-25	-	-	אפור-אדמדם



**בדיקות החדרה תקנית (S.P.T.)
אילת – שדה תעופה מתפנה**

מס' חבטות	עומק מ'	מס' קידוח
(6,13,13) 26	2	1
(5,7,13) 20	4	
(11,19,28) 47	6	
50/11	8	
(38,50/8) 50/23	10	
(27,30,20/6) 50/21	12	
50/12	14	
(40,41,9/2) 50/17	16	
(18,27,23/8) 50/23	18	
(27,33,17/13) 50/28	20	
(11,14,26) 40	22	
(32,50/14) 50/29	24	
(48,50/13) 50/28	26	
(38,42,8/2) 50/17	28	
(39,45,5/1) 50/16	30	
(7,7,8) 15	2	2
(2,2,2,2) 4	4	
(1,1,1,2) 3	6	
(8,22,22) 44	8	
(15,18,22) 40	10	
(18,20,30) 50	12	
(10,15,22) 37	14	
(9,12,19) 31	16	
(9,11,15) 26	18	
(30,36,14/6) 50/21	20	
(15,20,22) 42	22	
(24,11,11) 22	24	
(8,10,12) 22	26	
(10,13,13) 26	28	
(11,14,15) 29	30	
50/10	32	
(29,50/7) 50/22	34	
(15,25,25/11) 50/26	36	
(13,20,24) 44	38	
50/3	40	



מס' חבטות	עומק מ'	מס' קידוח
50/8	2	3
(3,7,9) 16	4	
(11,19,19) 38	6	
(9,27,23) 50	8	
(17,22,28/13) 50/28	10	
(12,19,22) 41	12	
(15,29,21/10) 50/25	14	
(29,41,9/2) 50/17	16	
(30,50/10) 50/25	18	
(35,50/13) 50/28	20	
50/13	22	
(38,50/8) 50/23	24	
(30,50/5) 50/20	26	
50/13	28	
50/12	30	