



State of Israel

Ministry of National Infrastructures

Geological Survey

הנחיות לעריכת סקר סיכוני רעידות אדמה בתסקירי השפעה על הסביבה

אוגוסט 2014

1. הגדרות למונחים במסמך

בהנחיות אלה –

”המכון” – המכון הגיאולוגי ;

”המתקן/הפרויקט” – המבנה/המקום בו מבוצע הסקר על כל מתקניו.

”המשרד” – המשרד להגנת הסביבה.

”הסקר” – סקר סיכוני רעידות אדמה.

”התצהיר” – תצהיר של עורך הסקר המאשר כי הסקר בוצע בהתאם להנחיות וכולל את ממצאי הסקר, מסקנותיו וההמלצות לביצוע לשם עמידת המתקן בתנאים הנוספים.

”גורם סיכון” – תופעת טבע הנגרמת מרעידת אדמה אשר עלולה לגרום נזק למתקן. בין היתר : קריעת פני שטח, תנודות קרקע והגברות, שקיעות קרקע, יציבות מדרונות, התנזלות וצונאמי.

”שטח המתקן” - השטח הפיזי (קרקע, שתית, תשתית) עליו ממוקם המתקן.

”סביבות המתקן” – שטח הקרקע ברדיוס של עד 100 מ' סביב אתר המתקן, מכל עבריו.

2. עורך הסקר

סקר סיכוני רעידות אדמה יערך ע"י מומחה, או צוות מומחים (להלן : עורך הסקר) שמתקיים לגביהם :
א. בעל תואר שני לפחות באחד מהתחומים הבאים : גיאולוגיה, או גיאופיסיקה (הכוללים לימודי רעידות אדמה או סיסמולוגיה) או גיאולוגיה הנדסית, או מהנדס קרקע, שהינו בעל ניסיון באבחון ומתן מענה לנושא גורמי הסיכון הסיסמיים.

ב. בעל ניסיון מוכח של לפחות 10 שנים בעריכת סקרים מסוג זה כמפורט לעיל עורך הסקר יציין בתצהיר את שמו, תוארו המקצועי, ואת ניסיונו התואם את האמור לעיל, ויצרף את חתימתו לסקר.

3. רקע ומטרות

1. סקר סיכוני רעידות אדמה : הסקר יבחן את מכלול הגורמים הגיאולוגיים (קריעת פני שטח, תנודות קרקע והגברות, יציבות מדרונות, התנזלות וצונאמי) שעלולים לפגוע ביציבות המתקן, המבנים והתשתיות

שבשטחו, בבטיחות העובדים והמבקרים שנמצאים בתחומו ושל האוכלוסייה בסביבתו הקרובה בעת רעידת אדמה בהסתברות 2% ל-50 שנה (זמן חזרה של 2475 שנה). יש לאפיין את הסיכון באופן כמותי בעזרת פרמטרים הנדרשים לתכנון הנדסי של המתקן.

2. ממצאי הסקר: ממצאי הסקר יסוכמו כהמלצה להוראות התכנית ויוצגו מהלכים וצעדים שיש לנקוט כדי למזער את הסיכון למינימום האפשרי.
3. בדיקת הסקר: למכון הגיאולוגי נתונה הסמכות המקצועית הבלעדית לבדיקת הסקר, על כל המשתמע מכך. המשרד להגנת הסביבה יעביר את הסקר למכון הגיאולוגי לצורך בדיקה, זאת מאחר והמכון הגיאולוגי הוא הגורם המקצועי המנחה במדינת ישראל לעניין ההיבטים הגיאולוגיים והסיסמיים.
4. המרחב הגיאוגרפי בו ייערך הסקר: המרחב הגיאוגרפי בו יערך הסקר יכלול את האתר עצמו וסביבתו ברדיוס של עד 100 מטר מהאתר. במידה וזוהה לפחות אחד מגורמי הסיכון המוגדרים במסמך זה, יורחב שטח הסקר מעבר לרדיוס של 100 מטר בהתאם לאופי גורמי הסיכון, המבנה הגיאולוגי המקומי ולשינויים החלים בפני השטח ובתת הקרקע. שיקול הדעת באשר להרחבת אזור הבדיקה וסוגי הסיכון הנבדקים יהיו באחריות עורך הסקר. עם קבלת תוצאות הסקר שיועברו למכון הגיאולוגי על ידי המשרד להגנת הסביבה, המכון הגיאולוגי יהיה רשאי לקבוע אם נחוצה השלמת בדיקה. השלמת בדיקה תיידרש במידה ויתברר שיש להרחיב את שטח הסקירה לנוכח הסיכונים אשר זוהו כפי שהובהר לעיל, או שלא נבחן גורם סיכון שראוי היה כי ייבחן בהתאם לנתוני השטח כאמור לעיל.
5. הסקר יבוצע תוך בדיקת המקורות הבאים: סקירת נתונים קיימים ובדיקות בשטח, סקירת ספרות מקצועית, בדיקת מפות סיכון קיימות. רשימת מקורות מופיעה בנספח א'. כמו כן ניתן להיעזר בסטנדרטים העדכניים המקובלים בארצות ה-OECD.

תכולת הסקר והוראת התוכנית

דרישות כלליות

1. הסקר יכלול את הנתונים הבאים:
 - 1.1 **נתוני רקע**: מיקומו הגיאוגרפי של המתקן, קרבתו לאזורים הפעילים מבחינה סיסמית, מידע על רעידות אדמה היסטוריות שארעו בסביבת המתקן לרבות הנזק שגרמו, מידע על רעידות אדמה שנרשמו באזור הנדון בעת האחרונה.
 - 1.2 **תיאור התנאים הגיאולוגיים והגיאוטכניים**: תאור התנאים הגיאולוגיים והגיאוטכניים בשטח המתקן ובסביבתו כוללים: הצגת מפה טופוגרפית, מפה גיאולוגית, חתכים גיאולוגיים, מפה גיאוטכנית (במידה וקיימת), מפת העתקים פעילים וחשודים כפעילים (נספח ז של גיליון תיקון 5 לת"י 413), מפות הפרמטרים של התאוצות הסיסמיות לתקופת חזרה של 2475 שנה (נספח ח, שם), מפת האזורים החשודים בהגברות שתית חריגות (נספח ט, שם), ומפות נושאויות נוספות הרלבנטיות לסיכונים רעידות אדמה כגון: מפת קרקעות, מפת מי תהום, וכד'.
 - 1.3 **סיווג הקרקע**: סיווג הקרקע (A עד F) עליה מצוי המתקן והרכיבים הנבדקים, יעשה בהתאם למסמך ASCE 7-10 פרק 20 – SITE CLASSIFICATION PROCEDURE FOR SEISMIC DESIGN. ניתן להיעזר גם בטבלה 1 בתקן ישראלי 413 גיליון תיקון 5, סעיף 202.2.1, 202.2.2. "הגדרות של סוגי הקרקע באתר".

- 1.4 **הצגת סקרי סיכון רעידות אדמה קודמים:** הצגת סקרים שנערכו עבור המתקן או בתחומו, זאת במידה ונעשו.
- 1.5 **ביצוע הסקר על פי מידע קיים או בדיקה ספציפית/נקודתית:** כל גורם סיכון יבדק בשטח ולאור מידע ונתונים קיימים. בהתאם לבדיקה זו יקבע אם נדרש לבצע חקירת אתר ספציפית נוספת עבור גורם סיכון כלשהו ולציין מהו היקף החקירה.
- 1.6 **רשימת מקורות:** עורך הסקר יציין את מקורות המידע, הספרות ואתרי האינטרנט בהם עשה שימוש להכנת הסקר. ניתן להיעזר ברשימת המקורות שבנספח א' להנחיות.
- 1.7 **הצגת ממצאי הסקר:** ממצאי הסקר יוצגו בקצרה בדוח הכולל דברי הסבר, פירוט שיטות העבודה, הצגת המודלים בהם נעשה שימוש לביצוע הסקר, הצגת איורים וטבלאות. ממצאי הסקר, ההנחיות הפרטניות להשלמתו ויישום ממצאיו ירוכזו בטבלה מסכמת בהתאם למוצג בנספח ב' שלהלן. כמו כן תצורף מפה מסכמת אשר תציג את מכלול הסיכונים מרעידות אדמה הקיימים באתר על רקע מפת אתר הפרויקט (כולל הצגת טווחי השגיאה ואי הוודאות בהערכת הסיכון ביחס לתכנית).
- במידה והסקר אינו כולל התייחסות לאחד מסיכוני רעידות האדמה שפורטו לעיל, על עורך הסקר לנמק את הסיבה להעדרה. לאחר בחינת הממצאים רשאי המכון הגיאולוגי לא לקבל את הנימוקים ולדרוש את ביצוע הבדיקה ביחס לגורם הסיכון שלא נבדק.

2. **המלצה להוראות התכנית:** הפרק "המלצה להוראות התוכנית" יכלול המלצות פרטניות עבור כל גורם סיכון, והגדרת מהלכים וצעדים שיש לנקוט בשלב ביצוע התוכנית כדי למזער את הסיכון למינימום האפשרי.

דרישות פרטניות – סיכוני רעידות אדמה באתר

הסקר יכלול את הפרקים הבאים, המתייחסים לסיכוני רעידות האדמה:

קריעת פני שטח

- יש לבדוק אם בשטח האתר הנחקר קיימים העתקים פעילים או חשודים כפעילים. הערכת הסיכון תתבסס על נתונים שיאספו על ידי מבצעי הסקר ונתונים שהתפרסמו בספרות מקצועית. יש להשתמש במפות ההעתקים הפעילים/חשודים כפעילים (1: 50,000) המופיעות בגרסה עדכנית של התקן הישראלי 413 תיקון 5 על מנת להעריך האם "העתק פעיל" / "חשוד כפעיל", או "אזור העתקה פעילה", עובר בתוך או בסמוך לשטח הפרויקט ולסמנם על גבי התכנית בהתאם.
- במידה ובתחום התכנית או בשוליה עובר "העתק פעיל" / "חשוד כפעיל" או שטח התוכנית מצוי ב"אזור העתקה פעילה", יש להתנות אישור התכנית המפורטת (כתלות בייעודי הקרקע המתוכננים) והיתרי בניה באזור ההעתק (200 מ' משני צדדי עקבתו) בביצועו של סקר לאיתור המיקום המדויק של ההעתק וענפי המשנה שלו במידה וקיימים.
- אם החקירה הגיאולוגית העלתה שההעתק אינו פעיל, עורך הסקר חייב להגיש דו"ח חקירה מפורט לבדיקת ואישור המכון הגיאולוגי.

תנודות קרקע, הגברות ומודל תת הקרקע

- יש להגדיר את תאוצת הקרקע המרבית והספקטרלית המחושבת לאתרי סלע בתחום התכנית עבור זמן חזרה של 2475 שנה על פי מפות תקן ישראלי 413 על עדכוניו, ו/או על פי מודל אחר. במידה

ונעשה שימוש במודל שונה מזה של ת"י 413, יש לפרט על איזה קטלוג רעידת אדמה הוא מתבסס, מה המגניטודות שהובאו בחשבון, מה משוואת הניחות שבה נעשה שימוש וכו'.

- במידה והאתר איננו ממוקם על סלע קשה, יש להביא בחשבון את ההגברה המקומית (תגובת אתר) בהתאם לנספח ה' של גיליון תיקון 5 (ת"י 413).
- מודל תת הקרקע שיהווה בסיס לחישוב ההגברה יכלול את כל השכבות מפני השטח ועד לעומק בו מצויה שכבת הסלע הקשה אשר מכתיבה את הגברת תנודות הקרקע. שכבה קשה זו משתנה ממקום למקום בהתאם למבנה הגיאולוגי ועומקה יכול להגיע למאות מטרים.
- יש לקבוע את התכונות הפיסיקליות של השכבות השונות במודל על בסיס נתוני קידוחים ו/או סקרים גיאופיזיים ו/או סיסמולוגיים שבוצעו באתר הנחקר. כאשר המצע הקשה עמוק במידה כזו שהשגת מידע על עובי השכבות ותכונותיהן הפיסיקליות בחלק העמוק של החתך אינה מעשית, ניתן להיעזר במידע מקידוחים סמוכים ולהעריך את אי הודאות הכרוכה בכך.
- יש לבדוק באתר המכון הגיאופיזי לישראל באם בתחום התכנית בוצעו בעבר סקרי תגובת אתר. אם ישנם כאלה, יש לצרף את ממצאי הסקר לתכנית ולהבהיר את משמעותם למתכנן התכנית לגבי התאמה בין הסיכון הסיסמי לאופי המתקן.

גלישות מדרון

- הסיכון מגלישת מדרון מתייחס לכל סוג של תנועת חומר במדרון כגון: גלישה, נפילה, זרימה, זחילה וכד', בין אם המדרון טבעי או מלאכותי.
- יש לקבוע האם תחום המתקן או סביבותיו מועד לסכנת גלישות קרקע וסלע. האם קיימים בתחום המתקן או סביבותיו צוקים או מדרונות טבעיים או מלאכותיים, אשר קיים חשש כי ישלכו ברעידת אדמה ויסכנו את המתקן. הערכת הסיכון תתבסס על נתונים מהשטח שיאספו על ידי מבצעי הסקר, נתונים שהתפרסמו בספרות מקצועית, מפות עדכניות של האזורים המועדים לגלישות מדרון המתפרסמות באתר האינטרנט של המכון הגיאולוגי הישראלי המתעדכן מעת לעת, או מידע מעודכן בנושא ככל שקיים והמחמיר מבניהם.
- במידה והבדיקות העלו חשש להתפתחות גלישות באזור המתקן וסביבותיו כתוצאה מרעידת אדמה, יש לקבוע בהוראות התכנית את התחום (פוליגון) בו יש לבצע חקירת המשך שתבדוק את תנאי השתית כנגד התאוצה הצפויה באתר (כולל מרכיב ההגברה). ממצאי החקירה ישמשו לצורך הערכת האפשרות לפיתוח בתחום המועד לגלישה והאזור שעלול להיפגע מגלישת מדרון.

התנזלות (Liquefaction)

- הסיכון מתייחס לכל סוג של התנזלות, כולל שקיעות ותזוזות קרקע, בין אם נגרמו כתוצאה מאי יציבות דינאמית או סטאטית.
- יש לבחון על פי בדיקות קרקע, ספרות המקצועית, מפות הסיכון הקיימות ומידע הידרוגיאולוגי האם קיימים בשטח התכנית אזורים בעלי רגישות גבוהה להתנזלות כגון: אזורי מים או ים שיושב באופן מלאכותי, חוף ים עם קרקע חולית, אזורים הסמוכים למאגרי מים גדולים, אזורים המיועדים להצפה מלאכותית, וכד'.
- במידה ואין בנמצא מפות סיכון או חומר רקע מקצועי רלוונטי לשטח המתקן, יש לבצע הערכה איכותית של פוטנציאל ההתנזלות על בסיס נתוני הגיאולוגיה, ההידרולוגיה ותאוצות הקרקע החזויות באזורים אלה.

הצפה מצונאמי או סייש (Seiche)

- יש לבדוק האם קיימים אזורים המועדים להצפה מצונאמי או סייש (Seiche) בשטח המתקן או בסביבתו הקרובה.

- הערכת הסיכון תתבסס על נתונים מהספרות המקצועית, מפות עדכניות של האזורים המועדים להצפה מצונאמי המתפרסמות באתר האינטרנט של המכון הגיאולוגי המתעדכן מעת לעת, או מידע מעודכן יותר בנושא ככל שקיים והמחמיר מבניהם.
- במידה ואין בנמצא מידע לגבי שטח המתקן במפות או בספרות המקצועית, יבחן עורך הסקר את מיקום אתר הפרוייקט ביחס לגובה פני הים הסמוך (לרבות הים התיכון, מפרץ אילת, כינרת, ים המלח, ברכות האידוי באגן הדרומי של ים המלח), וככל ששטח הפרוייקט מצוי בגובה של עד 10 מטר מעל גובה פני הים הסמוך ובמרחק של עד 1 קילומטר ממקור מים זה, על עורך הסקר לציין זאת במסגרת ממצאי הסקר.

נספח א' – ספרות ומקורות מומלצים

אגף סיסמולוגיה, המכון הגיאופיסי לישראל - <http://www.gii.co.il>

המכון הגיאולוגי - <http://www.gsi.gov.il>

גבירצמן, ז., זסלבסקי, י., 2009. מפת האזורים החשודים בהגברות שתית חריגות: דברי הסבר. המכון הגיאולוגי, דוח GSI/15/2009.

כץ, ע., 2012. מפת סכנה ארצית לגלישות-מדרון בישראל; גיליונות דרומיים, קני"מ 1:200,000. המכון הגיאולוגי, דוח GSI/18/2012.

כץ, ע. ואלמוג, ע., 2006. מפת סכנה ארצית לגלישות-מדרון בישראל; גיליון צפוני, קני"מ 1:200,000. המכון הגיאולוגי, דוח GSI/38/2006.

כץ, ע., הכט, ה. ואלמוג, ע., 2008. מפת סכנה ארצית לגלישות-מדרון בישראל; גיליון מרכז, קני"מ 1:200,000. המכון הגיאולוגי, דוח GSI/07/2008.

כץ, ע., הכט, ה. ואלמוג, ע., 2008. בסיס נתונים עבור תכנת HAZUS לתרחישי רעידות אדמה בישראל: מפה גיאוטכנית ומפה של רגישות המדרונות לכשל. המכון הגיאולוגי, דוח GSI/08/2008.

שגיא, א., סנה, ע., רוזנפט, מ., ברטוב, י., 2013. דברי הסבר למפת 'העתקים פעילים' ו- 'העתקים חשודים כפעילים' בישראל עבור תקן ישראלי 413. המכון הגיאולוגי, דוח GSI/02/2013.

ת"י 413, 2013. תקן ישראלי ת"י 413, יוני 1995, גיליון תיקון מס' 5, דצמבר 2013. מכון התקנים הישראלי. מפות העתקים פעילים וחשודים כפעילים ומפות האזורים המועדים להגברת שתית חריגה מצויות גם באתר המכון הגיאולוגי:

http://www.gsi.gov.il/_Uploads/1934Indexmapforactivefaults.pdf

ASCE/SEI 7-10 Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures.

ASCE 41140, 2011. Guidelines for Seismic Evaluation and Design of Petrochemical Facilities, 2011.

<http://www.asce.org/Product.aspx?ID=2147487569&ProductID=176118824>

CalARP, 2013. Guidance for California Accidental Release Prevention (CalARP) program seismic assessments. Prepared by the CalARP program seismic guidance committee,

December 2013, for Administrating Agency (AA) subcommittee and region I Local Emergency Planning Committee (LEPC).
<http://www.caloes.ca.gov/HazardousMaterials/Pages/Cal-ARP-Proposed-Regulations-2013.aspx>. Or: http://www.ocfa.org/_uploads/pdf/seisguide.pdf.

Chock, G., ASCE 7 A and the development of a tsunami building code for the U.S.
https://www.atcouncil.org/files/ATC-15-13/Papers/06_CHOCKpaper.pdf.

FEMA P646, 2008. Guidelines for Design of Structures for Vertical Evacuation from Tsunamis.
<http://www.fema.gov/media-library-data/20130726-1641-20490-9063/femap646.pdf>

Shamir, G., Bartov, Y., Sneh, A., Fleischer, L., Arad, V. and Rosensaft, M., 2001. Preliminary seismic zonation in Israel. The Geophysical Institute of Israel, Lod, Report No. 550/95/01(1) and The Geological Survey of Israel, Jerusalem, Report No. GSI/12/2001 (http://seis.gii.co.il/heb/hazards/docs/gadi_550.pdf).

Shapira, A. and Hofstetter, A., Seismicity Parameters of Seismogenic Zones, The Geophysical Institute of Israel, Lod.
<http://seis.gii.co.il/heb/hazards/docs/seismicity.pdf>.

SP-117A, 2008. Guidelines for evaluating and mitigating seismic hazards in California. Special Publication 117A, California Geological Survey (CGS).
<http://www.conservation.ca.gov/cgs/shzp/webdocs/sp117.pdf>.

נספח ב' – טבלה מסכמת

עורך הסקר יסכם את שיטות החקירה, ממצאי הסקר, והמסקנות וההנחיות הפרטניות להשלמתו ויישום ממצאיו הנדרשים לתכנון המפורט בטבלה כדלהלן:

הערות	המלצה להוראות התוכנית	ממצאים	שיטת החקירה	גורם הסיכון
				א. קריעת פני שטח
				ב. תנודות קרקע והגברות
				ג. כשל במדרון
				ד. התנזלות
				ה. צונאמי (SEICHES)