

נוהל רישוי באזורי בולענים

1. כללי

- 1.1. תופעת הבולענים באזור ים המלח מתרחשת בעקבות ירידת מפלס הים אשר מובילה להמסת שכבת המלח התת-קרקעית וליצירת חללים אשר עלולים לגרום להתמוטטות הקרקע שמעליהם באופן פתאומי.
- 1.2. כיום, בקנה המידה התכנוני, קשה עד בלתי אפשרי לזהות חללים בתת-הקרקע, ובהתאם לחזות את המיקום והעומק של בולענים עתידיים.
- 1.3. קיימים אמצעי ניטור מקומיים, הרלבנטיים לקנה המידה ההנדסי, שעשויים במקרים מסוימים להתריע על התפתחות בולען. כיום לא ידוע על אמצעים מעשיים שיוכלו למנוע התפתחות אי-יציביות הקשורות בבולענים, אך קיימים ונוסו מספר אמצעים שיכולים בתנאים מסוימים, ובמידה וקיימת התראה על התפתחות בולען, לעכב את התפתחות אי היציביות ואף לאפשר פינוי משתמשים ללא פגיעה בנפש. רעידות אדמה עלולות להפר את שווי המשקל של חתר הקרקע שמעל חללים תת-הקרקעיים ולזרז הפערות בולענים.
- 1.4. בהתאם לכך, הבולענים מהווים אתגר מיוחד ובלתי קונבנציונלי לתכנון, רישוי, ביסוס ובניה. לאור האמור, מומלץ כי מלכתחילה לא תותר הקמת מבנים לשהייה ממושכת של אנשים¹ באתרי הבולענים ובאזורי הסיכון.
- 1.5. באזור המוגדר כאזור בעל סיכון מומלץ לקדם תכנון (מתארי ומפורט) של מבנים כנ"ל רק במידה וניתן להוכיח באמצעות סקר גיאולוגי-הידרוגיאולוגי² כי בשטח התכנית אין התכנות להתפתחות בולענים.
- 1.6. ראה פירוט על תופעת הבולענים בנספח א' לנוהל זה.

2. מטרה

- 2.1. מטרת הנוהל הינה מתן הנחיות ורשימת נספחים נדרשים עבור קבלת היתר ותעודת גמר באזורי סיכון בהם קיימת היתכנות להיווצרות בולענים.

3. הגדרות

- 3.1. **בולען** – בור שנוצר מקריסה פתאומית של פני השטח לתוך חלל סמוי שהתפתח מעומק תת-הקרקע.
- 3.2. **בולעני ים המלח** – הבולענים אליהם מתייחס הנוהל הם אלה הנוצרים לאורך חופיו של ים המלח, בעקבות המסה והיווצרות חללים בשכבת מלח תת-קרקעית.

¹ לא כולל מבנים הנכללים במערך התשתיתי המותר לתכנון ורישוי באזורי בולענים לפי סעיף 4.1. בהם יש הכרח לשהיית אנשים לצרכים תפעוליים.

² על פי הגדרת תכולת הסקר בסעיף 4.1.3 א'

3.3. אזורי סיכון – אזורי היתכנות להתפתחות בולענים לפי הגדרתם במפות התיחום של המכון הגיאולוגי.

3.4. מפות תיחום אזורי סיכון – אתרים בהם הופיעו עד כה בולענים, ואזורי סיכון, מוצגים בדו"ח ובמפות תיחום שהוכנו על ידי המכון הגיאולוגי. תיחום אזורי הסיכון עוקב אחר תחום השתרעות שכבת המלח - בהתאם לנתונים הזמינים. המפה הנוכחית פורסמה בשנת 2013 עדכונים יתפרסמו על ידי המכון הגיאולוגי מידי מספר שנים.

3.5. ממדי בולענים ואופן הופעתם – קוטר בולען טיפוסי, בעת היפערותו בפני הקרקע, הינו כ- 4-6 מטר וצורתו עגולה יחסית, אולם ישנם מקומות באגן הצפוני בהם קוטרו הראשוני של בולען הוא כ-20 מטר ויותר. עומקם הטיפוסי של הבולענים הוא 3-5 מ'. במניפות הסחף הבולענים צרים ועמוקים יותר ביחס לאילו שבמישורי הבוץ, וקריסתם לרוב פתאומית. במשך הזמן היקף הבולען עשוי לגדול כתוצאה מקריסת קירותיו. בתחילת התפתחות בולענים באתר כלשהו, הם נוצרים במבודד ובמרווחים שונים ביניהם. עם הזמן יכולים להיווצר בולענים נוספים ביניהם וסביבם, כך שיכול להתהוות רצף של בולענים בעלי קוטר משולב של עשרות מטרים ויותר. רבים מהבולענים מופיעים לאורך ליניאמנטים אורכיים, שעל פי החשד צורתם מוכתבת מקיומם של העתקים בתת הקרקע (המהווים נתיב זרימה למים תת רוויים).

3.6. מפות תיחום אזורי התכנות – אתרים בהם הופיעו עד כה בולענים, ואזורים בהם קיימת התכנות גבוהה ונמוכה להתפתחותם [להלן אזורי סיכון], מוצגים בדו"ח ובמפות תיחום בקנ"מ אזורי (1:50,000) שהוכנו על ידי המכון הגיאולוגי [להלן מפות התיחום]. תיחום אזורי ההתכנות עוקב אחר תחום השתרעות שכבת המלח, שגבולה הותווה על בסיס מידע מקידוחים, הדמיה גיאופיזית של תת הקרקע (רפרקציה סיסמית) ושיקולים גיאולוגיים של החוקרים. בהתאם מיקום הגבול הוא משוער ועשוי להימצא בפועל עשרות מטרים ויותר ממיקומו במפות. המפה הנוכחית פורסמה ב-2013. עדכונים יוצאו על ידי המכון הגיאולוגי מידי מספר שנים.

3.7. פרשה טכנית – מסמך טכני המתאר את הפתרון ההנדסי ומראה שתכן הבניין המבוקש עומד בדרישות יציבות וקיימות בהקשר לבולענים בתת הקרקע. אפשר שיכיל : פרוגרמות והסברים של הגישה, השיקולים ועקרונות הפתרון, שיטת התכן, סכימה או תרשימים, נתונים כמותיים ואיכותיים - פרמטרים, תוצאות חישובים וקריטריונים, על פי העניין.

3.8. אינטרפרומטריה – מדידת הבדלי גיאומטריה בפני השטח בין שני מועדים באמצעות לוויינים.

4. שיטה

4.1. רישוי בניה באזור בולענים

באזורי הסיכון יקדם מוסד התכנון היתרים על פי התכניות החלות במקום, ובעיקר עבור תשתיות הנדסיות ומבנים הנלווים להן, שיש הכרח למקמן בתחום אזורי הסיכון. מאחר ומדובר בבניה באזורי סיכון חריג יש להגיש לרשות הרישוי מסמכים המעידים על הצורך בהקמת הבניה המבוקשת דווקא באזור סיכון לבולענים, התנאים באתר ורמת הסיכון הנובעת מהם, התכן ההנדסי הנדרש להתמודדות עם הסיכון, והאמצעים שיש לנקוט לניטור בעת ביצוע העבודות

ולאחר מכן. במקרים כאמור יגיש עורך הבקשה להיתר את המסמכים להלן, בנוסף על המסמכים הנדרשים על פי כל דין³:

4.1.1 תשריט

תשריט המציג בברור את תחום הבניה המבוקשת על רקע מפות התיחום המעודכנות של אזורי הסיכון, זאת בנוסף או על גבי התכנית הראשית של הבקשה 4 להיתר או ההרשאה⁴.

4.1.2 סקר סיכונים

סקר סיכונים מאת מומחה בתחום של ניתוח וניהול סיכונים אשר יתייחס לכל תחום הבקשה להיתר באזורי הסיכון, ויציג ניתוח כמותי - הסתברותי וניתוח דטרמיניסטי של מכלול הסיכונים, בדגש על הסיכון לחיי אדם ולנזקים סביבתיים וכלכליים. סקר הסיכונים יתבסס בין היתר על ממצאי סקרי האתר. ראו פירוט בסעיף 4.1.4 להלן.

4.1.3 דו"ח חלופות

דו"ח המפרט את החלופות המרחביות והתפעוליות שנבחנו לטובת הבינוי והפיתוח המבוקשים, המראה כי החלופה המוצעת בבקשה להיתר מהווה את הפשרה הטובה ביותר בין הסיכון הפיסי, יישום התכנית התקפה והצרכים התפעוליים. מוסד התכנון יודא כי אין חלופה אחרת שמאפשרת את מימוש התכנית ללא מעבר באזורים בהם קיים חשש להיפערות בולענים.

4.1.4 דו"חות סקרי אתר - נספח קרקע וביסוס

דו"חות המבוססים על נתונים קיימים ועל חקירות אתר ייעודיות שיתמקדו בחלקי התכנית הנמצאים באזורי הסיכון לבולענים. על מגיש הבקשה להקפיד על יישום אמצעי הבטיחות המירביים האפשריים בזמן ביצוע סקרי האתר תוך מזעור הסיכון לחיי אדם ככל האפשר.

א. דו"ח גיאולוגי - הידרוגיאולוגי

דו"ח מומחה בתחום הגיאולוגיה או ההידרוגיאולוגיה, המבוסס על מידע פרטני משטח ההיתר המבוקש, וכולל את הנושאים הבאים:

1. שטחי ופרטי ההיתר הנמצאים באזורי הסיכון: באתר בולענים, באזור היתכנות גבוהה או באזור היתכנות נמוכה.
2. פרופיל גיאולוגי והידרולוגי של תת-הקרקע הרלבנטי למיקום של הבקשה להיתר כולל תכונות הסדימנט/הקרקע משכבת המלח עד לפני השטח. עומק, עובי ותחום ההשתרעות של שכבת המלח, שלמותה, חוזקה ותכולה, אם ישנה, של חללי המסה, כפי שיתקבלו מקדיחת גלעין או באמצעים אחרים.
3. גופי מי התהום הרלבנטיים לתחום הבקשה להיתר, העומק ומפלס המים שלהם, כווני זרימה, ההרכב הכימי של מי התהום בסביבת שכבת המלח כולל הפרמטרים המגדירים את הכושר להמסתה והאם המיסו מלח.

³ ראו תקנות התכנון והבניה (רישוי בניה) התשע"ו - 2016 וכן תקנות התכנון והבניה (בקשה להרשאה להקמת מבנה דרך) התשס"ה - 2004.

⁴ אתרי ואזורי התכנות לבולענים שהכין המכון הגיאולוגי הניתנים להורדה באתר המכון הגיאולוגי.

4. פירוט בדבר סימנים מקדימים כגון שקיעות בפני השטח, העשויים להעיד על תהליכי התקדמות חללים והתפתחות בולענים. המאפיינים של הסימנים המקדימים ומהי תפוצתם ביחס לתחום הבניה המבוקשת.
5. הערכה לגבי המרחב והעומק של הימצאות חללים תת קרקעיים.
6. ניתוח מבני של שטח הבקשה להיתר בדגש על העתקים ו/או אלמנטים מורפוטקטוניים, מאפייניהם והקשרם להשתרעות שכבת המלח, לאפשרויות הולכת מים תת-רוויים במלח ולפוטנציאל להתפתחות בולענים לאורכם.
7. הערכה לגבי תרומה אפשרית של שיטפונות להתפתחות המסה בשכבת המלח והוצרות בולענים.
8. נתוני תכן לממדי בולען ולמרווח בין בולענים, על בסיס ניתוח סטטיסטי ודטרמיניסטי של הנתונים באזור בו נמצא המיזם. בהעדר ניתוח סטטיסטי זמין או אפשרות לבצעו, נתוני תכן אלה ייבחרו בגישה מנומקת מתוך הנתונים הזמינים.

ב. דוח קרקע

דו"ח מאת מומחה בהנדסה גיאוטכנית – יועץ קרקע וביסוס, הכולל את הנושאים הבאים:

1. פרופיל גיאוטכני מפורט של התווך התת קרקעי מפני השטח עד לבסיס העומק הרלוונטי לביסוס, כולל התנאים והפרמטרים ההנדסיים הנדרשים לתכנון הביסוס של מרכיבי התכנית, וציון הימצאות מוכחת או משוערת של חללים או צפי להתפתחותם. הפרופיל יתייחס לכלל שטח ההיתר עם מיקוד לאזורי הסיכון.
2. לוגים מפורטים של קידוחים ובדיקות בקדח ותוצאות בדיקות מעבדה.
3. פירוט אם יש/אין תופעות של אי-יציבות כולל שקיעות בפני השטח ובתת הקרקע והצגה של מאפייניהן והקשרן להשתרעות, עובי ועומק שכבת המלח ולמיקום העתקים.
4. ניתוח התנאים הסיסמיים האזוריים והמקומיים והשפעות אפשריות של רעידות אדמה על יציבות אזורי הסיכון. חישוב תנודות הקרקע יתבסס על מודל סיסמוטקטוני יחודי לאזור ההיתר ועל תכונות הקרקע בתחומו.
5. ניתוח הקורוזיביות של הקרקעות ומי התהום כגורמים העשויים להאיץ את אי יציבות הקרקע ו/או תגובת המבנה להתפתחות בולענים.
6. המלצות עבור הפרשה הטכנית בהתחשב בתכנים שלהלן תוך התייחסות למרכיבים הבאים:
 - תכונות הנדסיות של החומרים בתת-הקרקע הרלוונטיות עבור התכנון ההנדסי של הביסוס והמבנה של מרכיבי התכנית, בדגש על חוזק החומרים כנגד הכוחות הצפויים לפעול עליהם במצב של היפרדות בולענים.
 - המצאות חללים ואופן השפעתם על יציבות הביסוס והמבנה.

- אמצעי הביסוס המוצעים למבנים ולתשתיות שבהיתר, כולל ייצוב תת-הקרקע, לצורך עמידות המבנים בתנאי הקרקע המיוחדים כולל ברעידות אדמה ובתנאים הקורוזיביים המיוחדים לאתר.
- מערכת לניטור ומעקב אחר שקיעות, התקדמות אפשרית של חלל תת-קרקעי לעבר פני השטח ושקיעות במרכיבי הביסוס.
- מתווה הנדסי מפורט לטיפול בהתפתחות כשל בתת הקרקע/חלל במידה ויתגלה.

ג. פרשה טכנית עבור הפתרון ההנדסי

דו"ח מאת מהנדס מבנים, המתאר את הפתרון ההנדסי לבניה המבוקשת ומבוסס על הדו"חות האמורים בסעיפים א' ו-ב' הכולל את הנושאים הבאים:

- תקנים ונהלים הנדסיים רלוונטיים.
- לצורך במניעת כשל כתוצאה מהתמוטטות תקרת בולען.
- סוג וקטגוריית המבנים והתשתיות, המאפיינים הסטרוקטוראליים שלהם, היותם זמניים או קבועים.
- נתוני התכן למיניהם כולל מאפייני הבולען (גודל, עומק וכיו"ב), והתאמת התכנון לתנאי האתר ולסיכונים.
- יציבות המבנים והתשתיות למיניהם, בהתייחס לאורך חיי המבנה.
- יציבות שטחי הגישה למבנים ולתשתיות והשטחים שביניהם.
- ייצוב תת-הקרקע כאשר הממצאים מראים שאינה יציבה.
- ייצוב דרכי הגישה לצורך ההקמה והתפעול של מבנים ותשתיות.
- עמידות ברעידות אדמה כנדרש בתקנים רלבנטיים ובנהלים הנדסיים מקובלים. במידה וקיים חשש שרעידת אדמה תאיץ התפתחות בולענים ותוביל לתנאי חוסר יציבות באתר יש להחמיר בהתאם לחיוניות המתקן ובמידה וקיים סיכון את התכן הסיסמי⁵ לחיי אדם במקרה של כשל, כל זאת בתיאום עם מהנדס הועדה המקומית.
- עמידות בפני תנאי קורוזיה, שיטפונות והצפות.
- ניטור, בקרה והתרעה לגילוי סימנים העשויים להעיד על התפתחות והתקדמות חללים בתת הקרקע למצב המאיים על יציבות מבנים והביסוס שלהם.
- ניטור, בקרה והתרעה לגילוי סימנים העשויים להעיד על התפתחות אי-יציבות סטרוקטוראלית במבנים.
- אמצעים ישימים לתחזוקת מנע וכשל.
- יישום אמצעי זהירות למניעת סיכון לחיי אדם במהלך עבודות ההקמה ובמהלך התפעול.

⁵ למשל: במידה והמתקן כפוף לת"י 413 - שימוש ברעידת תכן בהסתברות נמוכה מ 10% ב 50 שנה.

- פרוטוקול לביצוע במקרה של גילוי בולען המסכן את יציבות המתקן/מבנה.
- דרישות והנחיות עבור התכנון המפורט של המבנים, התשתיות, הניטור הבקרה והתחזוקה.

4.2. התייחסות מוסד התכנון לתוצאות הסקרים ולדו"חות

4.2.1. מוסד התכנון יעביר את מסמכי הבקשה להיתר לבחינה של גורמים מקצועיים, ובין השאר למכון הגיאולוגי.

4.2.2. מוסד התכנון יבצע הערכה ויבחן את תוצאות הסקרים והדו"חות תוך שקלול מכלול הנתונים המוצגים בהם. על פי הצורך ידרוש מוסד התכנון השלמות ותוספות לסקרים, לניתוחים ולדו"חות עד שיניחו את דעתו.

4.3. נספח אמצעי ניטור ותכנית עבודה

בנספח להיתר הבניה יסומן מערך אמצעי ניטור, מעקב ובקרה אחר תופעות שקיעה וחללים בתת-הקרקע, בולענים בפני השטח, ושקיעות וסידוק במבנים במתחם התכנית, לרבות תכנית עבודה מחייבת לנושא. אמצעי הניטור יכללו שילוב בין טכנולוגיות ניטור שונות וביניהם: אינטרפרומטריה, ניטור סיסמי, מדי תזוזה ומעוות בפני השטח, בתת-הקרקע ובמבנים, מדי מפלס וניטור של מי תיהום, מדידות טופוגרפיות ומעקבים ויזואליים.

4.4. הצהרת היזם

בשל הסיכונים החריגים שבבניה באזור בולענים יגיש מבקש ההיתר הצהרה בה יפורט כי:

4.4.1. הוא מודע לסיכונים השונים האפשריים באזור הסיכון לבולענים שבתחום ההיתר.

4.4.2. לעת ביצוע העבודות על פי ההיתר הוא ינקוט בכל אמצעי הזהירות והבטיחות, לרבות זהירות מונעת וכמפורט בסעיף 4.5.

4.5. מתן ההיתר

בהיתר הבניה יקבעו תנאים אשר יחולו על בעל ההיתר ולפיהם:

4.5.1. יבוצע ניטור תזוזות⁶ בהתאם לתוכנית הניטור שאושרה, וינוהל רישום שוטף, הכולל דיווח תקופתי שיימסר למהנדס הועדה המקומית בתדירות שתיקבע על ידו.

4.5.2. ידווח בזמן אמת למהנדס הועדה המקומית על כל ממצא ממנו עולה כי מתפתחים תזוזה/מעוות/כשל בקרקע או במבנה, לרבות אי-יציבות או בולען, בתחום ההיתר שיש בו שינוי משמעותי בתנאי הקרקע או במאפייני המבנים המשליך על הפעילות במכלול היבטיה, על סיכונים ונזקים אפשריים.

4.5.3. תינקט כל פעולה אחרת שלאור הממצאים דרושה למניעת פגיעה או נזקים, לרבות נקיטת אמצעים נוספים לשיפור רמת הבטיחות שתידרש במסגרת הפעילות במקום.

4.6. תנאים לחיבור לתשתיות/מתן תעודת גמר - חובת ניטור אמצעים

⁶ גילוי סימנים העשויים להעיד על התפתחות והתקדמות חללים בתת הקרקע למצב המאיים על יציבות מבנים והביסוס שלהם.

כתנאי להפעלת המבנה/חיבור לתשתיות של מבנה או מתקן הבנויים באזור סיכון, תדרוש רשות הרישוי יישום ותפעול של מערך אמצעי הניטור, המעקב והבקרה אשר נדרשו בתנאי ההיתר.

5. אחריות וסמכות

5.1. אחריות כוללת על יישום נוהל זה חלה על מהנדס הוועדה המקומית.

6. מסמכים ישימים אין

7. נספחים

7.1. נספח א' – תופעת הבולענים.

נספח א' – תופעת הבולענים

תופעת הבולענים באזור ים המלח התחילה בשנות ה-80 של המאה הקודמת, מתעצמת בעקבות המשך ירידת מפלס הים וצפויה להמשיך עוד שנים רבות. התופעה נפוצה בעיקר באגן הצפוני של הים בו נפערו עד היום כ-5500 בולענים, תוך שקצב היווצרותם גדל עם השנים והגיע בשנה האחרונה ליותר מ-700 בולענים לשנה. באגן הדרומי של הים נפערו עד היום כמה עשרות בולענים, בקצב שנתי איטי מאד הנע בין אפס לבולענים בודדים, שרובם קטנים יחסית לאלה המצויים באגן הצפוני. אפשר שריסון התפתחות הבולענים באגן הדרומי נובע מקיומן של בריכות אידיי לשיקוע מלח, שמפלטן רק עולה עם הזמן, ובכך נמנעת במרבית השטח המסתה של שכבת המלח התת קרקעית. תהליך ההמסה נגרם בעקבות ירידה נמשכת של מפלס הים המאפשרת למים תת-רוויים (בעלי כושר להמסת מלח) להגיע אל שכבת המלח וליצור חללים ראשוניים. אלה גדלים עם הזמן ומתפתחים באופן סמוי עד לקריסת עמודת הסלע לפני השטח שמעליהם אל תוך החלל הממתיך ויצירת קירות זקופים. לעיתים מתרחשת שקיעה הדרגתית של פני השטח לפני הקריסה והיווצרות הבולען. שכבת המלח משתרעת בתת-הקרקע של ים המלח ולאורך רצועות אי-רגולאריות רחבות במישורי הבוץ ומניפות הסחף שלחופיו. עומק השכבה מפני השטח נע בין 20 ל-70 מ', ויכול להגיע גם עד 70 מ'. עובי השכבה משתנה בין מטרים ספורים לכ-20 מ' ויותר, ובדר"כ מצטמצם למערב. במישורי הבוץ הבולענים נפוצים מתחת לרום-400 בלבד, ואילו במניפות הסחף הגבול המערבי של אזורי ההתכנות/השתרעות שכבת המלח משתנה ונקבע לפי קידוחים וסקרים גיאופיזיים. באתרי הבולענים שבמפות התיחום של המכון הגיאולוגי מסומנים בולענים קיימים נכון לזמן הוצאת המפה, ואזורי חיץ של מס' עשרות מטרים מסביבם. באזורי ההתכנות שבמפות מתקיימים התנאים (התכנות גבוהה) או שלא ניתן לשלול קיומם של תנאים (התכנות נמוכה) להתפתחות בולענים. בהתאמה, באתרי בולענים ובאזורי ההתכנות המסומנים במפות התיחום קיימים סיכונים ברמות שונות לביסוס מבנים, למבנים, לתשתיות ולחיי אדם, כולל סיכונים לביצוע של חקירות אתר, פיתוח שטח ועבודות ביסוס והקמה. לדוגמה, ב-2015 נפער בולען בתוואי כביש 90 באזור עין גדי. היפערות הבולען וגורמי אי יציבות קרקע נוספים חייבו להסיט באופן זמני את הכביש מערבה לתוך שטחי החקלאות של קיבוץ עין גדי.