

חטיבת פיתוח – אגף תכנון

הנחיות לתכנון מאגרי מים בקרבה למסילות רכבת ישראל

גרסה מס' 2

מאי 2016

כרך א'

גרסת בודקים

מאת

אינג' מיכאל דינקין

חילאר 2013

צוות היגוי רכבת ישראל:

מנהל תכנון מסילות - דר' ארקדי רבינוביץ'

יועץ ניקוז אגף תכנון - אריק איטקין

מרכז קרקע אגף תכנון- לאוניד קוצישין

תוכן עניינים

<u>עמוד</u>	<u>סעיף</u>
1	1. כללי
1	2. דרישות למשרד תכנון/יועץ
1	3. נתונים להכנת סקר סיכונים
2	4. תכולה של סקר סיכונים
2.....	4.1 תיאור כללי של המערכת וזיהוי סיכונים אפשריים
3.....	4.2 שיטות לזיהוי והערכת סיכונים
3.....	4.3 המלצות לסקר סיכונים
3	5. מידול הפריצה ממאגר
3.....	5.1 הגדרת חתכי הפריצה במאגרים ותרחיש ארועים
3.....	5.2 חישוב ספיקות מקסימאליות
4.....	5.3 משך הזמן לספיקה מקסימאלית
4.....	5.4 קביעת עקומי הספיקה (הידרוגרף)
4.....	5.5 מתודולוגיה
4.....	5.6 תוצאות של המידול
5	6. בדיקת השפעת סכר או מאגר על הסביבה ועל מתקנים קיימים

הקדמה

כרך ראשון ("גרסת בודקים") של "הנחיות ודרישות להכנת סקר סיכונים למאגרי מים בקרבה למסילות ברזל" מיועדת למנהלי פרויקטים שמזמינים סקר סיכונים ולמתכננים שבודקים סקר סיכונים שנערך ע"י גוף שלישי. כרך זה מפרט שלבים הכרחיים (עקריים) של כתיבת סקר סיכונים ונקודות חשובות שדורשות הסתכלות מעמיקה יותר. מטרת הכרך היא לעזור למתכננים בבדיקה של שלמות וטיב של סקר סיכונים הנמסר לאישורם. אישור של סקר סיכונים יינתן בתנאי שיכלול את השלבים המפורטים מטה. מנהל פרויקט/בודק סקר רשאי לשנות דרישות להכנת סקר סיכונים לפי שיקול דעת שלו ואישור נציגי רכבת ישראל.

דרישות להכנת סקרי סיכונים מוצגות בכרך שני ("גרסת עורכים") של הנחיות אלו.

הקדמה לגירסה 2

בשנת 2011 יצאה גרסה מס' 1 של הנחיות לתכנון מאגרי מים בקרבת מסילות רכבת ישראל. מאז נצבר ניסיון בתכנון מאגרי מים בקרבת מסילות הרכבת ובמיוחד בהכנת סקרי סיכונים עבור מאגרים, גם אילו אשר נמצאים בתהליכי התכנון וגם מאגרים קיימים.

בתוך 5 שנים אחרונות נעשו סקרי סיכונים למאגרים קיימים ומתוכננים במסגרת תכנון מסילת באר שבע – אילת, מסילה "מזרחית" קטע חדרה – כפר סבה וקטע ראש - העין נמל תעופה. נבדקו גם מאגרים בודדים כמו מאגר נחל יבנה, ספריה, עדשים, אפיקים וכו'.

ניסיון שהתקבל בתוך 5 שנים אחרונות בתכנון מאגרים והכנת סקרי סיכונים וגם דרישות חדשות לתכנון מסילות רכבת כמו הגדלת מהירות תכן ל-250 קמ"ש הביאו להבנה להתאים הנחיות לדרישות נוספות לפי ניסיון שנצטבר.

להלן הפרקים וסעיפים שבהם נעשו שנויים והשלמות בהנחיות:

2. – דרישות למשרד תכנון/יעוץ. בעקבות הניסיון שנצבר בשנים האחרונות בהכנת סקרי סיכונים, עודכנו תנאי סף למתכנן.

1. כללי

סקר סיכונים הנו המרכיב הבטיחותי המרכזי של סכר/מאגר אשר מהווה גישה כללית לקביעת פתרונות ארגוניים וטכניים למניעה ו/או צמצום סכנות לחיי בני אדם ולבריאותם וגם למניעת נזק לרכוש ולסביבה.

- ✓ עבור סכרים/מאגרים שנמצאים בשלבי תכנון, סקר סיכונים ייעשה למטרת הכנסת שינויים הנדרשים לתכנון ע"מ להפחית את הסיכונים.
- ✓ עבור סכרים/מאגרים קיימים שנמצאים בשלבי תחזוקה, סקר הסיכונים ייעשה במידת הצורך, למטרת הכנסת שינויים במבנה - תחזוקה ו/או המלצות אחרות לצורך עלייה ברמת בטיחות הסכר.
- ✓ עבור סכרים/מאגרים קיימים אשר בקרבתם מתוכננת בניית מסילות ומתקני רכבת חדשים, סקר סיכונים ייעשה למטרת הכנסת שינויים הנדרשים לתכנון של מתקני רכבת ולמבנה - תחזוקת מאגר קיים ע"מ להפחית את הסיכונים.
- ✓ במידת הצורך סקר סיכונים יכלול הערכה של השלכות שליליות של קרבת מאגר למסילות רכבת ויינתנו המלצות להקטנת השלכות אלו.

2. דרישות למשרד תכנון/יועץ

- סקר סיכונים יבוצע על-פי הזמנה, ממשרד/מתכנן/יועץ שלא השתתף בתכנון של סכר/מאגר שעבורו ייעשה הסכר.
- תנאי סף מקצועיים עבור מתכנן/יועץ:
- ✓ מהנדס אזרחי/סביבתי/חקלאי העוסק בתחום מים עיליים (הידרולוגיה, ניקוז) לפחות 10 שנים
- ✓ נסיון מוכח בהכנת סקרי סיכונים לתשתיות לאומיות.

3. נתונים להכנת סקר סיכונים

- רשימת הנתונים שמתכנן הסכר חייב לספק לגוף המכין סקר הסיכונים יכללו:
- ✓ שם הסכר
- ✓ מיקום מדויק הסכר (נ.צ.)
- ✓ מטרת הסכר
- ✓ השתייכות הסכר לגוף חיצוני (מקורות, רשות ניקוז, משרד להגנת סביבה וכו')
- ✓ מידות, כולל גובה של הסכר ונפח המאגר
- ✓ תיאור הסכר (מבנה גוף הסכר, חומר למניעת חילחול וכו')
- ✓ מדידה (מדידה As Made במקרה של סכר קיים) כולל אזור מתקנים/מסילות רכבת הנמצאים בקרבה למאגרים
- ✓ תכניות (תכנון) של הסכר בשלב תכנון רלוונטי

- ✓ מטרת סקר סיכונים (נקבעת בדרך כלל על פי שלבי חיי הסכר : תכנון, בנייה, שינוי, תחזוקה)
- ✓ השפעתו של גורם מסילתי על רמת הסיכון (חישובים של כוחות ועומסים דינאמיים)

4. תכולה של סקר סיכונים

דו"ח סקר סיכונים כולל בדרך כלל 3 פרקים עקריים :

- ✓ תיאור כללי של המערכת וזיהוי סיכונים אפשריים הנגרמים לתשתיות של חבי רכבת
- ✓ הערכת הסיכונים האפשריים מסעיף הקודם לפי הסתברות האירוע
- ✓ המלצות להקטנת סיכונים

4.1 תיאור כללי של המערכת וזיהוי סיכונים אפשריים

✓ תאור המערכת

תאור המערכת כולל בין היתר את מטרת הבנייה של הסכר, תיאור כללי של הסכר, מצב קיים וסביבתו (כולל פרוט של המתקנים/מבנים השייכים לרכבת הנמצאם בתחום ההשפעה של המערכת). בנוסף, הפרק יכול תאור של מסילות רכבת בקרבה (בתחום ההשפעה של המערכת), כמו שם הקטע, איפיון ומיקום המסילה.

✓ זיהוי סיכונים אפשריים

את הסיכונים האפשריים ניתן לחלק ל-2 קבוצות כלליות על פי מקור הסיכון :

- הרס/שיבוש עבודה של מתקני רכבת נגרמים במהלך או בתום בניית המאגר כתוצאה מבניית המאגר (בד"כ, בשילוב עם תכנון לקוי/חוסר התחשבות או כו'), לדוגמה בלבד :
 - הצפת מערכת ניקוז של רכבת ע"י סתימה של קווים קיימים
 - העמסת יתר על מערכת ניקוז של רכבת ע"י התחברות אליה קווים חדשים
 - הרס סוללות הרכבת או מאגר כתוצאה מחפירת קרקע ו/או ביצוע הידוק (במיוחד הידוק דינאמי)
- הרס/שיבוש עבודה של מתקני רכבת הנגרם כתוצאה מפעילות המאגר (בד"כ, בשילוב עם תכנון לקוי/ אסון טבע/כוח עליון או כו') (סעיף זה מתייחס גם למקרה של בניית מסילות חדשות בקרבה למאגר קיים), לדוגמה בלבד :
 - פריצת המאגר המתרחשת עקב תנאים טבעיים חריגים : רעידת אדמה, גשמים וזרימות מעבר להסתברות מחושבת וכו'
 - פריצת המאגר המתרחשת כתוצאה של סיכון פנימי של הסכר : " גיל" של המתקן, מחתור וכו'
 - פריצת המאגר המתרחשת כתוצאה של תחזוקה וניהול לא נכונים : פתיחת שערים, שיקום מגלשי חירום וכו'

- פריצת המאגר המתרחשת כתוצאה של סיכון אנוש : מלחמה, חבלה מכוונת, התרסקות מטוס וכו'.
- רווית והרס סוללות המסילה כתוצאה של עליית מי תהום באזור עקב נוכחות המאגר.

הערה: פריצת המאגר נחשבת כאירוע עם השלכות שליליות גבוהות במיוחד, לכן מוקדש לו פרק נפרד בסקר סיכונים (ראה פרק 5).

4.2 שיטות לזיהוי והערכת סיכונים

להלן שיטות מקובלות בעולם ומומלצות לשימוש בשלב זיהוי סיכונים :

- ❖ " מה יהיה אם ".....(What- if)
 - ❖ שיטת (CheckList).
 - ❖ שיטה של ניתוח הסיכונים המבוססת על בדיקת יכולת תיפקודית תקינה (Hazard and Operability Study – HAZOP).
 - ❖ ניתוח עץ כשל (Fault Tree Analysis)
 - ❖ "ניתוח עץ אירועים" (Event Tree)
- שתי השיטות הראשונות הן פשוטות להבנה ומשמשות לביצוע הסקר הראשוני.
- את הערכת סיכונים יש לבצע לפי שיטה "ניתוח עץ אירועים". במקרה הצורך (רמת סיכון גבוהה) מומלץ לאמת את התוצאות לפי שיטה נוספת.

4.3 המלצות לסקר סיכונים

במקרה שסיכון התרחשות אירוע לא רצוי הובחן(כלל הגדרת/הערכת תחום ההשפעה של האירוע לא רצוי), השלב האחרון של הכנת הסקר כולל המלצות לצמצום השפעות מהאירוע.

5. מידול הפריצה ממאגר

5.1 הגדרת חתכי הפריצה במאגרים ותרשים ארועים

בחירת החתכים למידול פריצות מהמאגרים תבצע בהתבסס על ניתוח טופוגרפי של סביבה ונוכחות תשתיות הרכבת בקרבת המאגר (על העורך הסקר יש להגדיר תחום ההשפעה)

5.2 חישוב ספיקות מקסימאליות

לצורך קביעת ספיקות מקסימלית של הפריצה יש לבצע בדיקה לפי לפחות 3 שיטות שונות ולאחר מכן לנתח את התוצאות ולהביא שיקולים לבחירת הספיקת.

להלן שיטות מקובלות בעולם ומומלצות לחישוב ספיקות מקסימליות :

שיטת (1995) Froehlich

שיטת (1984) MacDonald and Langridge-Monopolis

שיטת (1985) Costa

שיטת (1996) Webby

שיטת (1981) Soil Conservation Service

שיטת (2004) Ponamarchuk

5.3 משך הזמן לספיקה מקסימאלית.

לצורך קביעת משך זמן לספיקת מקסימלית של הפריצה יש לבצע בדיקה לפי לפחות 3 שיטות שונות ולאחר מכן לנתח את התוצאות ולהביא שיקולים לבחירת הספיקת להלן שיטות מקובלות בעולם ומומלצות לחישוב ספיקות מקסימליות:

שיטת (1998) Reclamation

שיטת (1990) Von Thun and Gillette

שיטת (1995) Froehlich

שיטת (1984) MacDonald and Langridge-Monopolis

5.4 קביעת עקומי הספיקה (הידרוגרף)

בהתבסס על הפרמטרים, שהוערכו בסעיפים לעיל, ניתן לבנות את עקומות הספיקה (הידרוגרף) שמשמשות כנתון במודל הזרימה. ההידרוגרף תלוי בהשתנות הפרמטרים של המאגר במהלך הפריצה. דיוק בהערכתו של ההידרוגרף מאפשר ליצור תחזית אמינה לנתוני הפריצה (מידת השתנות של עומק המים, מהירות זרימה, שטחי הצפה ומשך ההצפה לאורך זמן).

5.5 מתודולוגיה

ניתן לבצע את מידול הפריצה בחתכים שונים באמצעות מודל הזרימה הלא-יציבה (Unsteady-State).

שימוש במודל של זרימה יציבה (Steady-State) לא מאפשר להעריך את משך הזמן של ההצפה, וזמן הגעתו של הגל המקסימלי.

יש לבצע את מידול הפריצה בחתכים שונים באמצעות מודל הזרימה הלא-יציבה (Unsteady-State).

5.6 תוצאות של המידול

להלן הפרמטרים של הפריצה ממאגר, אשר משפיעים (חובה להציג בדוח) על גודל הנזק שייגרם לשטחים המוצפים ועל ההתנהלות בעת עריכת עבודות שיקום השטח (חילוץ והצלת חיי אדם, שחזור תשתית רכבת וכו')

- ✓ מידות של פתח הפריצה בגוף של הסכר
- ✓ עומק מקסימאלי של גל הפריצה במורד
- ✓ מהירות מקסימאלית של המים במורד
- ✓ זמן הגעתו של גל המים עד למקום הבדיקה (מסילת ו/או מתקן רכבת)
- ✓ משך הזמן עד הספיקה המקסימאלית
- ✓ משך ההצפה
- ✓ גבולות הצפה לאורך מסילות
- ✓ גובה הצפה מעל מסילות רכבת

6. בדיקת השפעת סכר או מאגר על הסביבה ועל מתקנים קיימים

בנית סכר וסוללה עלולים להשפיע על הסביבה באופן הבא:

- **הידרולוגיה וניקוז.** נספח ניקוז יכול פירוט לגבי השפעתו של בניית סכר על מערכת הניקוז ומתן פתרונות למניעת הפרעות לזרימות המים בערוצים טבעיים ובתעלות ניקוז..
- **הידרוגאולוגיה.** בניית מאגרים גורמת לעלייה במפלס מי התהום מסביב למאגר, במיוחד במאגרי החדרה. הדבר גורם להצפות, שקיעות, תהליכי ארוזיה, ירידה בחוזק של הסוללות, דרכים, מסילות רכבת, בניינים וכו'. ריקונו המהיר של המאגר גורם למיחתור ובעקבות זאת להקטנת יציבותו של שיפוע הסוללה ולעליה בחילחול.
- **גיאוטכניקה.** הקמת המאגר תוך כדי שימוש באמצעים מודרניים להידוק יכולים לגרום לשינויים ביציבות של מבנה הסוללות ובקרקעות מסביב למאגר.
- יש לבדוק את כל הגורמים בשלב ההיתכנות של התכנון באמצעות השיטה האנלוגית עם מודלים מתמטיים בשיטה מקובלת בארץ ובעולם. בזמן הביצוע והתחזוקה יש לבצע ניטור.