



אבחון סיסמי של מיכל האמוניה הגדול במפרץ חיפה

ד"ר פראבין מלהוטרה, StrongMotions Inc., ארה"ב praveen.malhotra@strongmotions.com
 עמוס שירן בע"מ, יוקנעם מושבה, 20600, amoshiran@gmail.com
 עימאד נסיירי M.Sc, ירון אופיר מהנדסים בע"מ, מעלה השחרור 11, חיפה emad@yoe.co.il
 אלכס שוחט B.Sc, ירון אופיר מהנדסים בע"מ, מעלה השחרור 11, חיפה alex@yoe.co.il
 ירון אופיר M.Sc, ירון אופיר מהנדסים בע"מ, מעלה השחרור 11, חיפה aron@yoe.co.il

מאמר זה מציג את האבחון הסיסמי המתקדם שנערך למיכל האמוניה הגדול הממוקם במפרץ חיפה. מיכל האמוניה ממוקם באזור רגיש מבחינה סיסמית, בקירבה לשבר יגור, ובשטח מסוף הכימיקלים של נמל חיפה, כך שבמקרה של דליפת אמוניה עלול להיגרם סיכון לאוכלוסייה. כחלק מתנאי היתר רעלים של המפעל, בהתאם להוראות המשרד להגנת הסביבה, המפעל נדרש להבטיח מניעת דליפה תחת איום של רעידת אדמה חזקה (בנוסף לאיומים מלחמתיים ותפעוליים).

המיכל, המכיל אמוניה במשקל של 12,000 טון, בנוי מפלדה פחמנית, ומוקף בקירות מאצרה מבטון מזוין. רדיוס המיכל המעוגל 17 מטר, וגובהו מגיע לכ-30 מטר בראש כיפת המיכל. המיכל מועגן לבסיס בטון באמצעות רצועות של פלדת אל-חלד. יסוד המיכל כולל פלטה עליונה ופלטה תחתונה דרוכות, שבניהן סדרת עמודים. בין המיכל לבסיס קיימת שכבת בידוד.



איור 1 - מיכל האמוניה הנבדק

האבחון כולל בדיקות מבניות פיזיות שבוצעו בשטח ע"י מעבדה מבנית והתייחסות באנליזה למיכל, וכן ליסודותיו. אבחון המיכל מתייחס ל-2 חלקי התנועה: התנהגות אימפולסיבית של תנועת המיכל עצמו עם חלק הנוזל שנע יחד איתו, וכן נוזל שנע באופן חופשי בחלקו העליון של המיכל. למרות שהמיכל מעוגן לבסיסו, רצועות העיגון עלולות להיכנע, ולגרום להתרוממות של חלק מהבסיס. השלכות הדליפה חייבו ניתוח מעמיק של תרחישי הכשל, לעוצמות רעידת אדמה קיצוניות, וגבוהות בהרבה מהנדרש בתקינה הישראלית. במסגרת זו נותח מה יקרה אם הרצועות יקרעו והמיכל ינוע, ונבדק האם עלולה להיווצר גלישה בחלקו העליון של המיכל או האם צפוי כשל בדופן המיכל או בתחתיתו, או במערכת הביסוס והקרקה לכן האבחון כלל ביצוע אנליזה לא לינארית חומרית מקיפה של התגובה וניתוחי רגישויות. כדי לתת מענה מלא לכל התופעות

האפשרויות, האנליזה נלקחה בחשבון אינטראקציית קרקע-מבנה, כאשר קפיצים ומרסנים המייצגים את קשיחות וריסון הקרקע מודלו בכיוונים האנכיים, האופקיים, והסיבוביים. במסגרת הטיפול נבדקו אנליטית גם סיכונים של קריעת פני שטח, התנזלות וצונאמי.

הרצאה זו תציג את ממצאי האבחון, לרבות כניסה לפרטי האנליזה המיוחדת, וכן התייחסות לאספקטים של הסיכון הסיסמי באתר, אינטרקציית קרקע-מבנה, קריעת פני שטח, התנזלות וצונאמי, אנליזה לא לינארית, ועוד.