

# התערבות יתר במבנים לשימור

במקרים רבים נעשות התערבויות הנדסיות במבנים לשימור שאינן מיטיבות בהכרח עם המבנה או נותנות מענה לבעיותיו. בעוד שבתכנון רגיל, הבסיס לתכנון ההנדסי הוא התכנון האדריכלי, בהנדסת שימור מבנים הבסיס הוא המבנה עצמו, ולכן הדבר הראשון שיש לבצע הוא סקר הנדסי שימורי שמטרתו היא ללמוד את המבנה על בוריו. במאמר זה נציג דוגמה לכשל טיפוסי במבנים לשימור, שהטיפול בו עשוי להיות שונה עקב המקור לבעיה שנסתר מהעין

מהנדס שימור אהרון לוי\*



מבנה בית החולים הרוסי (בניין 13), ככר ספרא בירושלים, לאחר עבודות השימור

ומחקר מעמיק ימצא את המקור לה. לדוגמה, אינה דומה מערכת סדקים שהמקור שלה הוא בשקיעת יסודות לאלה שהמקור שלה בסכמה סטטית לא מתאימה של הגג.

**המבנה של בית החולים הרוסי בכיכר ספרא בירושלים** (בניין 13 של העירייה) הוגדר כמבנה מסוכן. חלקים של האבנים נפלו לכיוון הרחוב וסיכנו את העוברים והשבים וגם בתוך המבנה נמצא מספר רב של כשלים שונים. על פניו, קשה היה לקשור את כל הנפילות של חלקי האבן לסיבה אחת מרכזית. גם המספר הרב של פגיעות הירי בקירות המבנה - תוצאה של הירי הירדני במשך 19 שנה - לא הסביר

הראשון שנבצע עבורו הוא סקר הנדסי שימורי שמטרתו היא ללמוד את המבנה על בוריו. הסקר ההנדסי כולל את המרכיב הגיאומטרי במבנה, את החומרים ממנו הוא בנוי - האבן וחומרי המליטה, את הכשלים השונים במבנה והסיבות להם. חשוב גם להשוות בין המבנה הנדון למבנים דומים מאותה תקופה - הניסיון מלמד שבמבנים דומים מופיעות בעיות דומות. סקר שבוצע בצורה יסודית יהווה בסיס איתן לתכנון הנדסי מתאים.

אחת התופעות הנפוצות במבני אבן היא הסדקים. אלה מופיעים במגוון רחב של אורכים, תבניות וכיוונים. לכל מערכת סדקים ישנם המאפיינים המיוחדים לה

כמשרד שמתמחה שנים ארוכות בשימור מבנים עתיקים ואתרי מורשת, אנו נתקלים לא מעט בהתערבויות הנדסיות מיותרות או מוגזמות, כאשר הסיבה לכך היא אחת משתים: חוסר אמון של המהנדס בחומרים המסורתיים או הבנה חסרה של הסיבות לכשלים במבנה. במאמר זה נראה דוגמה לתופעה שהסיבה לה עשויה להיות נסתרת מהעין. הדיון על החומרים המסורתיים יידון במאמר נפרד.

בעוד שבתכנון רגיל, הבסיס לתכנון ההנדסי הוא התכנון האדריכלי, בהנדסת שימור מבנים הבסיס הוא המבנה עצמו. כאשר מגיע למשרדינו, **"שפר את רונן מהנדסים"**, לקוח עם מבנה לשימור, הדבר

המקרה המפתיע ביותר היה **מגדל השעון** ב**יפו**. מגדל זה סבל מסדקים רבים ונשירת חלקי אבן לכיוון הרחוב. תופעה זו זוהתה כבר לפני כשני עשורים וגרמה לחשש כי המבנה כולו אינו יציב. באותו הזמן הוחלט על פתרון הנדסי רדיקלי - יציקת קירות בטון כנגד כל קירות המגדל מבפנים. יחד עם שיקום החזיתות מבחוץ נראה היה כי הבעיות של המבנה נפתרו לפחות לחמישים השנים הקרובות. למרבה הצער, המבנה המשיך לפתח סדקים, במיוחד בפינות, עד שבשנת 2015 כבר היה צורך להרחיק קהל מחזיתות המבנה כתוצאה מנפילת אבנים וחלקי אבנים.

**בין הסיבות לכשלים המופיעים בשלושת המקרים קיים מכנה משותף** - שימוש באלמנטים מפלדה בתוך ליבת הקיר. ניתן לחלק את האלמנטים השונים במבנים הנ"ל לשני סוגים עיקריים - "קלמרות" לחיבור אבנים סמוכות (בניין 13 וכנסיית עמנואל) ומערכת מותחנים לקשירת המבנה (מגדל השעון). כאשר אלמנטים אלה מחלידים במרוצת הזמן, מתפתחים סדקים באבן עקב שינוי הנפח של הפלדה, בדומה לכשלים בבטון עקב החלדת ברזלי הזיון.

מבט מעמיק בקירות הפגועים של בניין 13 בכיכר ספרא בירושלים העלה כי קיימים כמה סוגים של חיבורים בין אבנים - חיבור אבנים סמוכות באותה שורה, חיבור אבני הכרכוב לקיר, ו"נעילת" אבני הגמלון בחזית הכניסה למניעת החלקתן. במהלך הטיפול בקירות המבנה הוסרו כל ה"קלמרות" הבעייתיות והוחלפו



חזית בניין 13 בכיכר ספרא - ירושלים



מערכת סדקים ענפה בפינות המבנה



נשירת חלקי אבן רבים ותיקוני מלט

**ביפו**, התגלו סדקים רבים בצריח שנושא את חרוט האבץ. גם כאן, מבט ראשון לא נמצא קשר ישיר בין הסדקים השונים שהופיעו לאורך המגדל בצורה לא רציפה.

את התופעה. לא עזר גם ניסיון לעצור את הסדיקה באמצעות מלט לסגירת המגרעות שנוצרו.  
**בכנסיית עמנואל שבמושבה האמריקאית**



סדקים אנכיים באחת הפינות החיצוניות של מגדל השעון



מבט אל חיפוי הבטון בפן הפנימי של מגדל השעון



הצריח של כנסיית עימנואל - המושבה האמריקאית, יפו







מערכת המתיחה החלודה במגדל השעון - יפו

מפינות המגדל חשפה את מערכת המתיחה המאסיבית שהותקנה במבנה. גם במקרה זה, התפתחות החלודה גרמה לסדיקה של האבן ונשירת חלקים ממנה אל הרחוב.

עם הסרת האבן וגילוי מערכת המתיחה התברר מעל כל ספק כי יציקת הבטון הפנימית הייתה מיותרת, ואף גרמה נזק רב למבנה היות שהקיר החדש לא קיבל ביסוס עצמאי אלא נתלה בהדבקה על הקירות של המגדל שלא תוכננו לשאת משקל כה רב, בטח שלא בצורה אקסצנטרית כזו. ללא הסרה של מערכת המתיחה המקורית והחלפתה במערכת מתיחה מודרנית מנירוסטה, אבנים מהמגדל היו ממשיכות ליפול לרחוב גם בהמשך.

**לסיכום**, גם במבנה שנראה במבט ראשון כסובל מבעיות חמורות של חוסר יציבות, ניתן, לעיתים, לטפל באמצעות סט פעולות פשוט ומינורי מבלי להשפיע על הטכנולוגיה של המבנה, על הנראות שלו או על הסכמה הסטטית שלו. החלפת אלמנטים מפלדה באלמנטים מקבילים עשויים מחומר שאינו מחליד, החלפת אבנים פגועות או השלמתן, מילוי מישקים וכיחול בחומר ע"ב סיד הידראולי, יהיו במקרים כאלה הפעולות היחידות שנדרשות על מנת להחזיר מבנה למצבו המקורי.

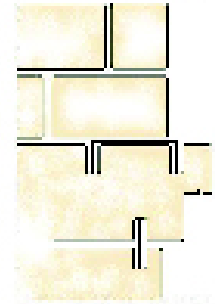
**\*אהרון לוי - חבר איגוד, תאקונסטרוקציה, מהנדס שימור - שפר את רונן מהנדסים, הנדסה ושימור מבנים.**  
 משרד שפר את רונן מהנדסים הינו מהמשרדים המובילים בארץ בתחום שימור מבנים ואתרי מורשת. המשרד מטפל בפרויקטים ציבוריים ופרטיים רבים ומפעיל מעבדה לבדיקות אל-הרס למבני אבן.



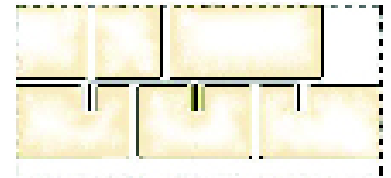
נעילת אבני הגמלון בחזית הכניסה של בניין 13 בעזרת "קלמרה" בצורת אומגה

אופקיים שמחוברים ביניהם בסדקים אלכסוניים. גם במקרה זה במבט ראשון לא נמצא קשר ישיר בין הסדקים השונים. רק פריסה של כל חזיתות הצריח ברצף, הראתה כי קיים קשר בתבנית הסדקים: ניתן לראות כי הסדקים האופקיים נמשכים ע"פ רוב באותו מישק אופקי סביב היקף המגדל. בדיקה סונית שבוצעה באזור הסדקים, הראתה כי במישקים הסדוקים קיימות "קלמרות" שקושרות את האבנים אחת אל השנייה. אלמנטים אלה לא הותקנו בכל השורות של הצריח. בטיפול בצריח פורק הקטע הפגוע ונבנה מחדש, היות שהסדקים היו במצב שאינו מאפשר שיקום, והוחלפו האלמנטים מפלדה באלמנטים מנירוסטה.

במגדל השעון ביפו מקור הבעיה התגלה רק בשלב העבודות, כאשר מנהל המשרד אינג' יעקב שפר דרש פירוק מלא של אבן סדוקה על מנת לקבל תמונת מצב של חתך הקיר. פירוק אבן סדוקה באחת

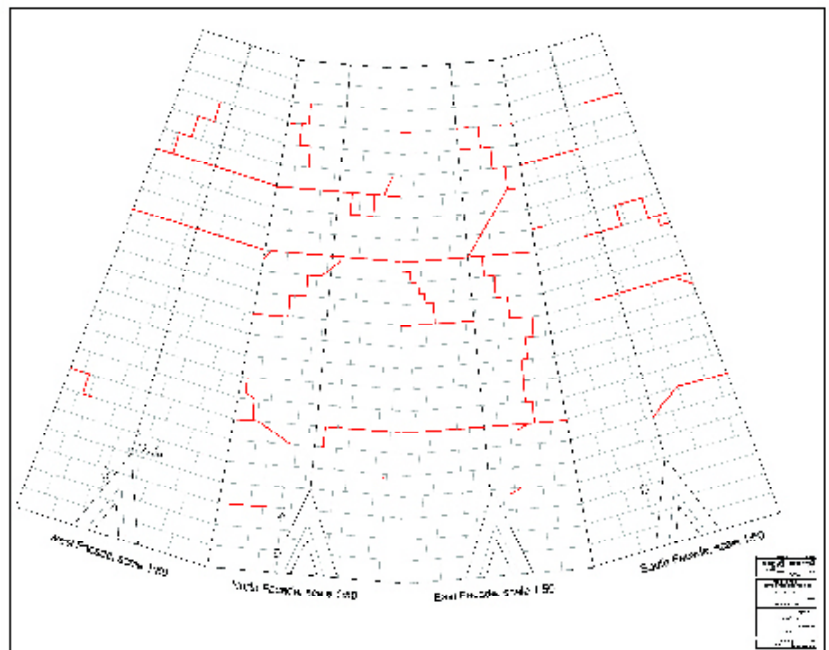


חיבור אבני הכרכוב לאבני הקיר



חיבור אבנים סמוכות באמצעות קלמרות - בניין 13 כיכר ספרא

באלמנטים זהים מנירוסטה ע"י משמר רועי גבעתי, תחת פיקוחו של מפקח השימור ראובן אלברגר. אבנים סדוקות הוחלפו קומפלט או קיבלו השלמה מקומית (דאצ' וורק). תשומת לב מיוחדת ניתנה למסגרות הפתחים ולקשתות, שלהן יש תפקיד קונסטרוקטיבי וחשיבות אדריכלית. בנוסף, דאגנו להרחקת מי הגשם מקירות המבנה באמצעות חידוש חומר המילוי בין המישקים וטיפול בפגעי הירי שעשויים היו לאגור מים. כל זאת על מנת למנוע מגע בין ה"קלמרות" הקיימות ללחות מבחוץ. בצריח של כנסיית עמנואל היו כמה סדקים



פריסת החזיתות של הצריח בכנסיית עמנואל - המושבה האמריקאית, יפו