

19.44x26.33	1/2	עמוד 20	themarker - מגזין	07/08/2018	64694066-1
ייהנדורה - בנייה ירוקה ורוו ערוטי - מנכ"ל אקו ביל - 56270					



# בנויים לכל איום

בימים בהם מתברר שהמבנים בישראל לא מסוגלים להתמודד עם רעידות אדמה ונפילות טילים, חשוב להכיר מבנים מסוג אחר. החברה הקנדית NUDURA בונה בכל העולם, וגם בישראל, בשיטה מודולרית, מתקדמת וירוקה, מבנים שעמידים ברעידות אדמה חזקות ונשארים שלמים ויציבים כשנופל בסביבתם טיל. הרעיון מבריק, הביצוע פשוט, ההגנה מלאה והעלות נמוכה // **אבי שוסטר**

חסינים דיים לעמידה בפני מתקפות בזמן מלחמה. "האיום העיקרי על עורף מדינת ישראל הוא ירי טילים ורקטות בעלי חומר נפץ אשר בעת פגיעה בקרקע יגרמו להדהף מפיצוץ, שעי לול לפגוע במבנים, בתשתיות ולסכן חיי אדם", כתב המבקר. "המיגון הפיזי, המציב חיץ בין איום כזה ובין האוכלוסייה, נועד למזער את הפגיעות הפיזיות בבני אדם ואת מספר הנפגעים, וכפועל יוצא - להציל חיים".

כל אלה חדשות רעות, רעות מאוד. החדשות הטובות הן שיש בישראל מבנים שערוכים להתמודדות עם סופות ורעידות אדמה, וגם עם נפילת לוח טילים בקרבת מקום. מבנים אלה, שבנייתם מהירה ופשוטה, ואף ידידותית לסביבה, כבר קיימים במקומות שונים בארץ ואין כל בעיה לבנות אותם במקומות רבים נוספים. מדובר במבנים שבנויים בשיטה של חברת הענק הקנדית NUDURA, אותה מייצגת בלעדית בישראל חברת אקובילד סיסטם. מוצרי הבנייה האקור לוגיים שנודורה מפתחת ומייצרת מבוססים על טכנולוגיות מתועשות. זוהי לא "בנייה קלה", אלא בנייה סופר קונבנציונלית, מתקדמת וירוקה, בשיטה ייחודית הנקראת ICF (Insulated Concrete Forms). בשיטה מודולרית זו, נוצקים קירות בטון באמצעות שימוש בתבניות מבודדות, המורכבות משני לוחות עבים העשויים מחומר ששמו פוליסטירן מוקצף. הלוחות מחוברים ביניהם ברשת פלסטיק, והמעטפת מחוזקת בפלדה וממולאת בבטון. התוצאה איכותית ועוצמתית מאוד. מוצריה של חברת נודורה נמכרים כיום ב-82 מדינות ברחבי העולם, בכל האזורים הגיאוגרפיים ותנאי האקלים. בשיטה זו ובחומרים אלה נבנים בנייני מגורים, בתי חולים, מרכזים מסחריים, בתי ספר, מוסדות חינוך, מבני ציבור שונים ואפילו בסיסים ובונקרים של צבא ארצות הברית.

ריך כי רעידת אדמה משמעותית צפויה לגבות בישראל כ-7,000 קורבנות בנפש, עשרות אלפי פצועים וכ-170 אלף איש שיישארו חסרי בית. וזוהי, כאמור, רק מחצית מהאיום. בדו"ח נוסף שפרסם מבקר המדינה הוא התריע מפני הסכנה המאיימת על הבניינים בישראל שאינם



בבית בבית שמש | צילום: Ray group

דינת ישראל, וכל המבנים הקיימים בה, עומדים כיום בפני שני אתגרים מרכזיים, שני איומים גדולים ואקטואליים: סכנת הטילים בעת מלחמה וסכנת רעידות האדמה. שני האיומים האלה נמצאים לאחורונה בכותרות, בשל המצב הביטחוני המתוח באזור הצפון ובאזור רצועת עזה, ובשל שרשרת רעידות האדמה שפקדה את צפון הארץ ומזרחה.

## האיומים - והתשובה לאיומים

הבעיה העיקרית נעוצה בעובדה שהרוב הגדול של המבנים בישראל - בתים פרטיים ומבני ציבור שונים (בתי ספר, בתי חולים, בתי מלון) - לא בנויים להתמודדות עם איומים אלה. למעשה, כל בניין שהוקם בארץ לפני שנת 1980 אינו עומד בתקן 413 לעמידות בפני רעידות אדמה. המדינה אמנם פרסמה ב-2005 את תוכנית המ"תאר הארצית לחיזוק מבנים נגד רעידות אדמה (תמ"א 38), אבל בפועל התוכנית כמעט שלא יושמה. מבקר המדינה התייחס לנושא בדו"ח חריף מאוד שפרסם בחודש שעבר. המבקר קבע כי המדינה אינה ערוכה לרעידות אדמה, והע



מבנה במרכז | צילום: אקובילד

## האדמה רועדת, המבנה נשאר יציב

מנכ"ל אקובילד סיסטם, דורון ערוסי, מסביר כי המבנים הבנויים בחומרי נודורה ובשיטת ICF מספקים מענה לאסונות הטבע ולפגעי המלחמה האפשריים בישראל. מבנים אלה, הוא מציין, חזקים ועמידים פי שניים מממ"ד רגיל ודרגת חסינותם גבוהה פי ארבעה (!) מהתקן הנדרש בארץ. עוצמה זו היא תולדה של התה



19.02x25.56	2/2	עמוד 21	themarker -	מגזין	07/08/2018	64694067-2
ייהנודורה - בנייה ירוקה ורוו ערוטי - מנכ"ל אקו ביל - 56270						

בניסוי מקצועי, שנערך במיוחד עבור צבא ארצות הברית, התבצע פיצוץ של 50 פאונד (כ-23 ק"ג) טי. אן. טי צבאי, חומר נפץ הרסני בעוצמתו, שנועד לחסל כל מטרה הנמצאת בסביבה. המבנה בשיטת נודורה נשאר במקומו ולא נפגע כמעט בעקבות הפיצוץ הזה. אילו התבצע הניסוי בקרבת מבנה שהוקם בשיטה המסורתית, הקונבנציונלית, הוא היה הופך כולו לחול. יותר מכך, אילו התבצע הפיצוץ בקרבת ממ"ד רגיל, הוא היה הופך לעיסה דמוית פסטה. עד כדי כך. הבדיקה האמריקאית הוכיחה כי הפוליסטירן המוקצף שנמצא בקירות המבנים של נודורה בלם חלק גדול מעוצמת ההדף, ולמעשה שימש מעין "כרית אוויר" שהגנה על הבטון ומנעה פגיעה משמעותית בו. כך נותר הבניין שלם, ואילו שבו דיירים הם היו מוגנים ובטוחים. לעומת זאת, בניין שנבנה בשיטה המסורתית והמיושנת היה מחוסל וקורס בתנאים אלה. אילו שבו אנשים, חלילה, סביר להניח שהיו נפגעים.

לפוליסטירן המוקצף שבקירות בנייני נודורה יש ערך בטיחותי נוסף. במקרה שבו הקיר נפגע, והחומר ניתז מתוכו - פגיעתו אינה מסוכנת, זהו חומר רך. ואילו פגיעה בקיר בבניין מסורתי עלולה להעיף מתוכו בטון וטיח ולגרור לפציעות לא קלות של אנשים הנמצאים במקום. החוק בישראל הנוגע לבניית ממ"דים ניתן לשינוי לאחר תקופה של כמה שנים. מומחים סבורים כי רצוי לשנות את החוק בהקדם כדי שאפשר יהיה לשלב בקירות הממ"ד פוליסטירן מוקצף, שמצליח להגן על הבניין ועל יושביו בצורה הטובה ביותר בעת נפילת טיל בסביבה.

### הקלות, החיסכון ואיכות הסביבה

התמקדנו בכתבה זו ביתרונותיהם של בניינים שנבנו בשיטת ICF של חברת נודורה, בכל הקשור לבעיות ה"בעורות" של התמודדות עם איומי רעידות אדמה וטילים. אבל יש לציין שלשיטת בנייה זו ישנם יתרונות משמעותיים נוספים בתחומים אחרים. לדוגמה, השמירה על איכות הסביבה והחיסכון באנרגיה ובהוצאות. כל מוצרי החברה מיוצרים מחומרים ממוחזרים ומתמחזרים - כאלה שניתנים למחזור פעם אחר פעם. בתים שנבנו בחומרים אלה מפחיתים את צריכת האנרגיה באופן דרמטי, עד 72 אחוזי חיסכון לעומת בתים שנבנו בחומרים ובשיטות מיושנים.

הבנייה בשיטת ICF NUDURA, מהירה, נקייה וקלה לביצוע (שלד הבית מוקם בתוך כמה ימים) והתוצאה עמידה לטווח ארוך: לבניינים אלה יש "תוחלת חיים" ארוכה מזו של בניינים הבנויים בשיטה המסורתית, וקירותיהם אינם דורשים תחזוקה ותיקונים, בניגוד לקירות הנחלשים, שכולנו מכירים מהבנייה המסורתית.



שכונה שנעלמה לאחר סופה ורק בית שבנוי ממוצרי NUDURA עומד איתן | צילום: באדינות FEMA

נהגות הקיר שמוקם בשיטה המודולרית, "יש למעשה חומר אחיד, שנע בפני עצמו, והוא משוריין ומזויין בפלדה, שתי וערב, מרצפה ועד תקרה. בניגוד לבלוק, שאינו גמיש, הברזל יכול להתכווץ ולחזור לצורתו המקורית. הגמישות הזו מאפשרת לקיר להתמודד בצורה מוצלחת הרבה יותר עם התזוזות, ולהישאר יציב."

החסינות של הקירות והמבנים בשיטת ICF אינה מקרית. שיטת הבנייה תוכננה מראש כדי להתמודד, בין השאר, עם רעידות אדמה וסופות. למעשה, נודורה החלה את דרכה כחברה המתמחה בבניית מרתפים. כידוע, מרתפים סובלים מלחץ אדיר של אדמה עליהם, בעיקר כשהאדמה נרטבת ובוודאי כשהיא מתכסה בשלג. וכך, הותאמו המבנים לאתגרי עומס וזעזוע שונים. ולכל הישראלים החוששים כיום מרעידת אדמה חמורה, כדאי לדעת כי רמת הסיכון לרעידות אדמה בארץ מוגדרת ברמה 2.1, לעומת רמה 6.7 באירלנד, לדוגמה. אירלנד היא המדינה בה מתבצעת הבנייה הרבה ביותר בשיטת נודורה.

### איך בניין יודע להתמודד עם נפילת טיל

איומי הטילים בעת מלחמה מטרידים את אזרחי ישראל, ובצדק. אין אמנם דרך למגן בניין בפני פגיעה ישירה של טיל, אבל למרבה השמחה, מקרים כאלה נדירים מאוד. נפילה של טיל בקרבת בניין היא תסריט ריאלי יותר - ובמקרה כזה ישנם מבנים שמסוגלים לספק הגנה ליושביהם, וישנם כאלה שלא. מבנים שהוקמו בשיטה המסורתית, המיושנת, אינם בנויים להתמודדות עם ההדף שנוצר בזמן נפילת טיל בסביבה. הזעזוע ימוטט ויהרוס אותם לחלוטין. בתים שנבנו בשיטה המודולרית והמתקדמת, לעומתם, יישארו יציבים. שכבת החיפוי שלהם תיפגע, וגם מילימטר או שניים מהבטון עלולים להיסדק. לא יותר.

ליך בו נוצרים רכיבי המבנה: בשלב היציקה מתבצעת הרעדה כדי לדחוס את הבטון אל תוך התבניות ולמצק אותו בתוכן. הבטון עובר חיזוק מיוחד בתהליך האשפורה, המתבצע בתנאי מעבדה, וכך הוא שומר על כוחו ולא מאבד מלט או נוזלים, להבדיל ממה שעלול לקרות במבנים שנבנו בשיטה קונבנציונלית-מסורתית.

בכל הקשור לאסונות טבע, סופות ורעידות אדמה, המבנים הקונבנציונליים-מסורתיים (המיושנים יותר) אמורים לעמוד, על פי התקן, ברוחות שמהירותן מגיעה עד 105 קמ"ש. למעשה, קשה מאוד "לבחון" עמידות זו של המבנים הוותיקים בישראל, שכן רוחות במהירויות כאלה, האופייניות לסופות, אינן פוקדות אותנו, למזלנו. עם זאת, אין להקל ראש בדרישות התקן: בזמן רעידת אדמה, ובוודאי רעידת אדמה משמעותית, המבנים סופגים זעזועים מכיוונים שונים בו זמנית, בדיוק כפי שקורה בעת סופה. גם אם נצא מהנחה שהבניין המסורתי שלנו נבנה על פי התקן, עדיין יהיה הבדל עצום בעמידות בינו לבין בניין שהוקם בשיטת ICF של נודורה. המוצר הבסיסי של החברה, שעובי הליבה שלו 15 סנטימטרים, הוכח בעמיד בפני רוחות שמהירותן 402 קמ"ש - כמעט פי ארבע מהדרישה הישראלית.

מה מקור הפער ביכולות ההתמודדות של שני סוגי המבנים עם הלחצים והזעזועים שנגרמים בעת סופה או רעידת אדמה? בשיטה הקונבנציונלית-מסורתית, הקיר בנוי בדרך כלל מחמש שורות של לבנים (בלוקים) המסודרות מעל הרצפה, מעליהן מוצבת חגורת בטון שגובהה לרוב כ-20 סנטימטר, וחוזר חלילה. כשמתרחשת רעידת אדמה חזקה, שני סוגי החומרים המרכיבים את הקיר מזדעזעים וזזים במהירויות שונות, והדבר פוגע ביכולתו של הקיר להישאר יציב. "בבנייה שלנו", מסביר ערוסי את הת