



# יריעות פחמן לחיזוק מבנים

בשנים האחרונות הולך ענף הבנייה ותופס את הבכורה בשימוש ביריעות פחמן וכיום הוא אחראי ל-33% מהשימוש בחומרים מרוכבים, אחוז זה לזה של תעשיית התחבורה

דורש שימוש בכלים כבדים, קידוח, ניסור או יציקה.

כאן בא לידי ביטוי יתרון נוסף של בחירה בפתרון של יריעות פחמן: כיוון שהיישום אינו דורש שימוש בכלים כבדים ובהרבה חומרים, עבודת חיזוק מתבצעת ללא פינוי המבנה או השבתתו מפעילות שוטפת.

יריעות הפחמן הן פתרון משתלם גם בטווח הרחוק, שכן יש להן עמידות גבוהה מפני קורוזיה ונזקי סביבה אחרים, ואין צורך בתחזוקה שוטפת שלהן.

בתוך עולם החומרים המרוכבים, יריעות סיבי פחמן נחשבות לחומר המתקדם ביותר בשימוש, כאשר בשנת 2017 הביקוש העולמי ליריעות סיבי פחמן עמד על 84,000 טון והביקוש העולמי הזה צפוי לעלות ביותר מ-10% לשנה בחמש השנים הקרובות.

## קלות, גמישות ועמידות

הפחמן משמש כחומר גלם תעשייתי בתחומים רבים. בתחום ההנדסה המבנית יריעות העשויות מסיבי פחמן משמשות לחיזוק מבנים באמצעות השלמת חוסרי ברזל, לתוספת עומסים או תיקון כשלים, חיזוק ושיקום גשרים, חיזוק מבנים מפני רעידות אדמה וכן לצורך חיזוק מקומי בשל ביצוע שינויים אדריכליים.

מה הופך את יריעות הפחמן לייעילות כל כך בחיזוק מבנים? ראשית, יריעת פחמן היא קלת משקל, גמישה ובעלת עמידות גדולה מאין כמותה במתיחה. המבנה המולקולרי של יריעת הפחמן, ואופן האריגה שלה, מאפשרים לה להוות תחליף יעיל ופשוט לכמויות גדולות של ברזל וליישום גם במקומות צרים עם נגישות מוגבלת.

בנוסף, יריעת הפחמן היא דקת עובי - עד 2 מ"מ בלבד, כולל חומר ההדבקה. התוצאה היא ששימוש ביריעות פחמן כמעט ואינו מגדיל את עובי התקרה או העמודים ואינו משנה את חללי המבנה. הוא גם אינו

מה המשותף לבואינג 787, מכוניות המירוץ של פורמולה 1 וטילים של נאס"א? בכולם נעשה שימוש בסיבי פחמן, בשל חוזקם הרב ומשקלם הנמוך. בשנים האחרונות נכנסו יריעות סיבי פחמן גם לענף הבנייה. רועי רביץ, מייסד חברת "בניין הארץ", המתמחה בחיזוק מבנים באמצעות חומרים מרוכבים, מספק הצצה אל התחום ומסביר מדוע העתיד נמצא דווקא שם.

הסטטיסטיקות העולמיות מעידות על מגמה ברורה: הביקוש לחומרים מרוכבים, ובמיוחד יריעות סיבי פחמן, נמצא בעלייה מתמדת. אם עד שנת 2008 שלטו תעשיות הרכב והתעופה בשימוש בחומרים מרוכבים, בשנים האחרונות ענף הבנייה הולך ותופס את הבכורה. למעשה, לפי מחקר שפורסם לפני כשנה, ענף הבנייה אחראי ל-33% מהשימוש בחומרים מרוכבים, אחוז זה לזה של תעשיית התחבורה.

**2** ניגוד לחיזוק מבנים בכסותן וברזל, שימוש ביריעות פחמן לחיזוק מבנים מצריך יישום מדויק ומקצועי

לאור היתרונות המובהקים של יריעות הפחמן, ובמיוחד היותן קלות משקל, גמישות ועמידות, השימוש בהן נחשב ליעיל במגוון רחב של יישומים בתעשיית הבנייה, כתחליף לחיזוק מגושם בברזל או בטון.

כך, למשל, במקרה של חוסרים בברזל. במקרים מסוימים, כתוצאה מכשל שמקורו בתכנון או ביצוע לקויים, נעשה שימוש בכמות קטנה מדי של ברזל בתקרות המבנה, העמודים שלו או קורותיו. חוסרי ברזל אלה גורמים

**ה** ירכות טובה עם יריעות הפחמן ושימוש נכון בהן מאפשרים גמישות תכנונית רבה יותר לאדריכלים, מהנדסים ומעצבי פנים



חיזוק גשר ביריעות פחמן. יתרונות חובהקים

להחלשת הבטון ולכך שהמבנה אינו בנוי לעמוד בעומסים הפועלים עליו. יריעות פחמן הן פתרון מתבקש לבעיה של חוסרי ברזל במבנה.

**2** עזרת יריעות פחמן ניתן לתקן מגוון רחב של כשלים קונסטרוקטיביים במבנה באופן פשוט ומהיר

גם במקרים בהם נגרמת שחיקה עקב קורוזיה, תחזוקה לקויה או בשל חלוף הזמן, הבטון והברזל עלולים להיחלש ולגרום לכך שהמבנה אינו עומד עוד בעומסים עבורם תוכנן מלכתחילה. בעזרת יריעות פחמן ניתן לתקן מגוון רחב של כשלים קונסטרוקטיביים במבנה באופן פשוט ומהיר, ולעתים ניתן אף להחזיר את התקרה למצבה טרם התפתחות הכשל. במקרים רבים נדרשת הגדלת עמידות המבנה בעומסים כבדים יותר מאשר אליהם תוכנן מלכתחילה. זה יכול לקרות בעקבות צורך בהוספת מכונות כבדות או מכונות המייצרות וויברציה תמידית על המבנה, או במקרה של שינוי ייעוד של מבנה משרדים לתעשייה או מסחר.

**נדרש יישום מקצועי**

יריעות פחמן, כאשר הן מיושמות באופן נכון ובהתאם לצרכים ולמגבלות,

ביריעות פחמן יכול לאפשר במקרים רבים שינויים באלמנטים קונסטרוקטיביים במבנה קיים, כמו הסרת עמוד תומך או קורה במבנה ליצירת חלל פתוח, ניסור פתחים בתקרה ועוד.

בניגוד לחיזוק מבנים בבטון וברזל, שימוש ביריעות פחמן לחיזוק מבנים מצריך יישום מדויק ומקצועי. ההבנה של כמויות החומר הנדרשות, אופן המתיחה בכל נקודה והדיוק בהדבקה בפועל – הן מיומנויות מקצועיות מדויקות הכרחיות לביצוע יעיל. רק כח אדם שהוכשר לכך ורכש ניסיון בשטח, יכול ליישם.

מאפשרות הגדלת עומסים מקומית או בכל שטחי המבנה, והתאמתו לאופי הפעילות הנדרש. השימוש ביריעות פחמן במקרים אלה מאפשר מרחב תמרון ותכנון גדול יותר בהתאמת חוזק המבנה לאופי הפעילות הנדרש.

גם במקרים בהם מתבצעים שינויי אדריכלות, היכרות טובה עם יריעות הפחמן ושימוש נכון בהן מאפשרים גמישות תכנונית רבה יותר לאדריכלים, מהנדסים ומעצבי פנים. במקרים רבים מוגבלים האדריכלים או המעצבים בתכנון שלהם עקב קיר או עמוד תומך. שימוש חכם

**יריעות הפחמן הן פתרון משתלם גם בטווח הרחוק, שכן יש להן עמידות גבוהה מפני קורוזיה ונזקי סביבה אחרים**

בנין הארץ מעסיקה כוח אדם מקצועי ומיומן בשימוש ביריעות פחמן, ועושה שימוש בחומרים מעולים ובמכשירים מקדמת הטכנולוגיה, וכן נוקטת בשיטות עבודה מתקדמות הכוללות מערכת בקרה תהליכית ייעודית לאבטחת איכות העבודה והתוצר הסופי.

על לקוחותיה של בניין הארץ נמנים תאגידיים וחברות ציבוריות, גופים ממשלתיים וביטחוניים ולקוחות פרטיים רבים, להם היא מעניקה שירות מקצה לקצה: משלב התכנון ועד הביצוע עצמו.

**אלפא רומיאו, בואינג ונאס"א**

סיבי הפחמן הראשונים יוצרו אי שם באמצע המאה ה-19, וכיכבו, בין השאר, בנורות הראשונות שפיתח תומאס אלווה אדיסון ב 1879.

בשנת 1958 יוצרו לראשונה סיבי פחמן באופן תעשייתי במעבדה של חברת יוניון קארבייד האמריקנית, כאשר בתהליך הייצור המקורי חוממו סיבי משי מלאכותי והתוצר הכיל רק כ-20% פחמן. עם השנים השתפרו הנתונים וכיום מיוצרים סיבים בעזרת תוצרי נפט, המגיעים לאחוז מרשים של 85% פחמן, ומתאפיינים באלסטיות רבה וחוזק גבוה במיוחד.

לצד תעשיית הבניה משמשים כיום משטחי סיבי פחמן בתעשיות התעופה, התחבורה, האלקטרוניקה והספורט, ומשמשות לבניית טילים, מטוסים, תחנות כוח, רכבים, אופניים קלות משקל, מחבטי טניס, ביגוד מגן ועוד.

בין השאר, תוכלו למצוא סיבי פחמן במטוסי בואינג 787, במכונות מירוף של פורמולה 1, ברכבי ספורט של אלפא רומיאו ובמכונות על של חברת פ'אגו.

הביקוש העולמי ליריעות סיבי פחמן נמצא בעלייה מתמדת בשנים האחרונות, עם צפי של עליית הביקוש בכ-10% מדי שנה בחמשת השנים הקרובות. תעשיית הבנייה אחראית לחלק משמעותי מעלייה בדרישה זו.