

עוֹגְנִים – כשֶׁל בִּתְכָנוֹן וּבִבְיָצוֹעַ עֵלּוֹל לִהְיוֹת קֵטְלָנִי

איב זה לטואר*



לאחר כמה שנים, העוגנים נסדקו כתוצאה מ-Stress Corrosion Cracking ומספר אנשים כמעט איבדו את חייהם.



במקרה נוסף, בתיאטרון באר שבע, הותקנו מוטות M24 עם חומר אפוקסי מסוג Hit-RE500. הקבלן התקין מוטות באורך מטר וחתיך אותם לאורך הנחוץ לאחר ההתקנה. כתוצאה מחימום המוטות והחומר האפוקסי, נפגע חוזק ההדבקה. בבדיקות שנערכו לאחר הביצוע, המוטות נשלפו בכוח השווה

הקדמה

ב-10 ביולי 2007, התמוטט במנהרת גשר I-10 בבוסטון, חלק מקירוי המנהרה כתוצאה מכשל בעיגון החומר הכימי ונהרג בן אדם. היזם טוען, שהבעיה הייתה בחומר הכימי; הספק טוען, שהקבלן לא ביצע את ההתקנה כראוי ולא השתמש בחומר המוגדר בתוכנית; הקבלן טוען, שההגדרה בתכנון לא הייתה ברורה, ולא נעשו בדיקות שליפה לפני פתיחת הגשר לציבור.



במקרה אחר, בדרום אפריקה, בוצע עיגון במספר אתרי טיפוס הרים. העוגנים הנבחרים היו עוגני חץ נירוסטה SS304 מתוצרת חברות Fischer/Hilti.

* מנהל המחלקה הטכנית של חברת אדיט בע"מ, מתמחה בתחום העיגון

לכ-30% מהצפוי. יש להדגיש שהדוגמאות של מוטות שהותקנו לפני תחילת העבודה באתר היו טובות.

מהאסונות, וכמעט אסונות, האלו ניתן ללמוד כמה לקחים ועקרונות בנוגע למתכנן ולקבלן.

המתכנן

- חייב להיות ברור בהגדרת העיגון ולפרט את פרטי ההתקנה.
- חייב לבחור את העוגן המתאים לתנאי האפליקציה.
- חייב לדרוש בדיקות שליפה לפי התקן של העוגנים.
- מדי יום אנו נתקלים בהגדרות כגון "אפוקסי 16 מ"מ" או "עוגן 1/2" ללא פירוט סוג העוגן, סוג הפלדה, עומק ההתקנה וכד'. היעדר פירוט הוא הזמנה לכשל.

הקבלן

- חייב להזמין את המוצר המוגדר בתוכניות או שווה-ערך מאושר על-ידי המתכנן.
- חייב לבצע את ההתקנה לפי הוראות המתכנן/היצרן.

1) בחירת עיגון

תחום העיגון מחולק לשני סוגים: עיגון כימי ועיגון מכני.

1.1 עיגון כימי

בתחום העיגון הכימי ישנם שלושה סוגים של חומרים: פוליאסטר, וינילאסטר ואפוקסי, ושלוש דרכים של התקנות החומרים: חומרים בערבוב, חומרים בהזרקה וחומרים בקפסולה.

1.1.1 **חומרים בערבוב** הם שניים או יותר חומרים, נניח A+B בשתי קופסאות שמערבבים אותם ידנית. היתרון היחיד הוא המחיר הנמוך ביותר. אבל יש לטכנולוגיה הזאת הרבה **חסרונות**:



א) יש למתקין זמן מוגבל וקצר לאחר הערבוב להשתמש בחומר, בין 5 ל-10 דקות. אם הוא יעבור את פרק הזמן הזה, הדבק ייחלש עד שלא יוכל להשתמש בחומר. אין דרך להבחין בבעיה זאת מלבד בדיקת שליפה.

ב) יש בעיות ביישום הערבוב, כל חומר עשוי מיחס מסוים בין החומרים A ו-B. אם המתקין לא מערבב את שני החומרים ביחס נכון ו/או אם הוא מערבב שני חצאים של חומר A במקום A+B ו/או אם הוא לא מערבב מספיק זמן, חוזק ההדבקה של החומר הנוצר יהיה מופחת או אפסי.

ג) פחת החומר הוא משמעותי ביותר.

ד) המתקין שופך את החומר אל תוך החור, זאת אומרת, שאין התקנה תקינה בחורים אופקיים.

החומר מתאים להתקנות ברצפה בלבד.

ה) יש מתקינים הנוהגים לטבול מוטות בתוך החומר ולדפוק אותם לקיר. בטכנולוגיה זאת אין אפשרות למלא את הקדח כראוי. יכולות העיגון וכוחות השליפה משתנים מקצה לקצה מעיגון כימי אחד לשני. אין לאשר שימוש של עיגון כימי בקירות אלא אם אין כלל צורך בהתנגדות העיגון לשליפה. ו) החומרים בערבוב הם אפוקסי סטנדרטי תוצרת סין ברוב המקרים. בנוסף ישנן הגבלות של טמפרטורה, איסור לשימוש בקידוח יהלום ו/או בחור רטוב. (ראו בהמשך).

1.1.2 **חומרים בקפסולה** הם חומרים שמסופקים בקפסולה זכוכית שבתוכה קפסולה קטנה יותר. כל קפסולה מכילה חומר שונה אשר מתערבב בהתקנה תוך שבירת הקפסולות.



ישנם שני סוגים של קפסולות: קפסולות מותקנות בדפיקה וקפסולות מותקנות בהברגה.

קפסולות המותקנות בדפיקה - הן חלשות יותר מכיוון שערבוב שני החומרים הינו חלקי. לעומת זאת ההתקנה פשוטה.

קפסולות המותקנות בהברגה - כאן המתקין חייב לחבר את המוט לפטישון ולהכניס אותו בהברגה לחור. החיסרון הגדול הוא שהמתקין ברוב

היצרן. אין להשתמש בחומר בטמפרטורות אשר עולות על 40 מעלות.

1.1.4 נוסאים ומצבים רגישים לחומרים כימיים:

1) **טמפרטורה:** אין לבצע בריתוך ליד עיגון כימי ללא התייחסות רצינית מהמתכנן להשפעת הטמפרטורה על החומר. יש לשים לב לתנאי אחסון החומר במקומות רבים, כגון בדרום הארץ.

2) **קידוח יהלום:** אין לאפשר שימוש של קידוח יהלום עם חומר כימי ללא בדיקה מקדימה של התאמת החומר.

3) **רטיבות, מים:** באחריות המתכנן להגדיר חומר אשר מתאים לתנאי רטיבות (גשם), אם אין ביטחון מלא שההתקנה תתבצע בתנאים יבשים.

4) יש לצרף לכל פרט עיגון הוראות **התקנה ברורות לגבי עומק ההתקנה, קוטר החור, סוג החומר והגבלות שונות**, ולא להסתפק בלרשום, שההתקנה נעשית לפי הוראות היצרן.

ספקי חומר נמצאים לעיתים בסיטואציה שבה מבצע קבלן קידוחי יהלום, אך המתכנן מסכים לקבל חומר פוליאסטר זול, שלא מתאים לקידוח יהלום. אם ספק מבחין בניגוד ומודיע לקבלן שהוא יצטרך לרכוש חומר יקר פי 2, הקבלן יכעס והמתכנן יהיה במצב לא נוח בשל העובדה שיש כשל בתכנון. כלומר, כולם מפסידים מהגדרה לא מדויקת. יש לדרוש הוראות ברורות ומדויקות של התקנת החומרים והגבלות של החומרים מכל ספק אשר מוגדר בתוכנית ולצרף אותן לתוכנית.

5) **עומסים דינמיים:** הרבה חומרים כימיים מאושרים לשימוש תחת עומסים דינמיים. יש לבדוק את הוראות היצרן בנושא זה.

1.2 עוגנים מכניים

תחום העיגון המכני מתחלק לשתי משפחות: עוגנים שמתקינים בסגירת אום/ראש, ועוגנים בהברגה (העוגנים בדפיקה אינם שיטה קונסטרוקטיבית ולכן לא נתייחס אליהם בכתבה זו).

1.2.1 **עוגנים שמתקינים בסגירת אום/ראש** (לדוגמה Powers Throughbolt, Hilti HSA)



המקרים מתקין אותם בדפיקה שזה מנוגד להוראות. כתוצאה מכך, חוזק העיגון הינו 60%-70 פחות מהמתוכנן. יש קושי רב להתקנה זאת והמחיר לחור גבוה ביותר.

בנוסף, כל הקפסולות מכילות אפוקסי סטנדרטי. מכיוון שהוא נוזלי, אין להשתמש בו בהתקנה בתקרה. בקיר, יש לוודא שהקידוח מתאים במדויק להוראות היצרן, מכיוון שכמות החומר בקפסולה מוגבלת. אם הקידוח יהיה גדול מהמוגדר, החומר ישכב בחור ולא יאפשר חיבור מלא. לדעתנו, הקפסולה יקרה ואין יתרונות לשימוש בה.

1.1.3 **חומרים בהזרקה** הם חומרים שבאים בשפופרות ומזריקים אותם באמצעות אקדח ופיות מתאימים. זאת הטכנולוגיה הטובה ביותר כיום. ישנה אפשרות לקבל מגוון של חומרים עם תכונות שונות בהתאם לצורך.



פוליאסטר (לדוגמה Powers Chemtech2, Hilti Hit-HY150) חומר בסיסי עם חוזק סטנדרטי. ייבוש ראשוני תוך שלוש דקות וייבוש סופי תוך שעה. אין להשתמש בו בחור רטוב (גשם), בטמפרטורה מעל 40 מעלות, או עם קידוח יהלום. **וינילאסטר** (לדוגמה Powers AC100Plus) חומר בחוזק של 50% יותר מפוליאסטר. ייבוש ראשוני תוך שלוש דקות וייבוש סופי תוך שעה. מותר לשימוש לפי הוראות היצרן, בחור רטוב, בטמפרטורה עד 100 מעלות ובקידוח יהלום עם מקדמים מתאימים כפי שמוגדר בהוראות היצרן. **אפוקסי סטנדרטי:** חוזק דומה לוינילאסטר. ייבוש ראשוני תוך 20-30 דקות. ייבוש סופי תוך 8-12 שעות. יש לבדוק מה הוראות היצרן לשימוש תחת גשם ועם קידוח יהלום. אין להשתמש בחומר מעל 40 מעלות.

אפוקסי משופר (לדוגמה Hilti Hit-RE500 Powers Powerfast Plus) חומר חזק מהפוליאסטר פי 2. ייבוש ראשוני תוך 20-30 דקות. ייבוש סופי תוך 8-12 שעות. אפשרות לשימוש תחת גשם ועם קידוח יהלום עם מקדחים מתאימים, לפי הוראות

תחת עומסים דינמיים רק בשיתוף פעולה עם ספק/יועץ בעל ידע רב בנושא.

3) **לא כל עוגן מכני מתאים לכל סוגי החומר.** בבטון ישן, באבנים, איטונג וכדומה, יש לוודא את התאמת העוגן וחוזקו לחומר הספציפי.

4) **בטון סדוק:** עוגן שאינו מוגדר כמתאים לבטון סדוק ומותקן על סדק יסבול מירידה של כ-30% עד 60% בחוזק השליפה. אין להתייחס לנושא זה בקלות ראש.

1.3 קורוזיה

אחד המרכיבים החשובים של בחירת עיגון הוא הקורוזיה. יש בארץ תקנים רבים בנושא (לדוגמה, ת"י 1225 חלק 2.02, ת"י 1225 חלק 2.03, ת"י 1225 חלק 2.04, ת"י 2378, ת"י 870). ישנם חוקים

אשר קובעים במקרים רבים (כגון חיפוי אבן) את סוג הפלדה הנדרשת, אך, תחת לחץ כספי, מתכננים רבים מקילים את דרישותיהם בתוכניות. יש לזכור תמיד, כי עלות התיקון בתחום העיגון נעה בין פי 100 ל-2000 מעלות העוגן במקור. בשוק נמצאות חמש רמות של הגנה נגד קורוזיה: גלון קר Zn 8-5 מיקרון, גלון חם Zn 40-50 מיקרון, נירוסטה A2, נירוסטה A4, פיברגלס/נירוסטה HCR.



(Fischer FBN) ידועים בשוק בשם עוגן חץ, עוגן "גימבו", UPAT ועוד. הם מותקנים בסגירת האום/הראש במומנט מסוים אשר מאפשר פתיחת העוגן בקצה השני אשר מייצר התנגדות בבטון.

בעולם, יש איסור על שימוש בהם ללא מפתח מומנט. לצערנו, המצב בארץ שונה. אין אפשרות לפקח על מומנט בסגירה שהפעיל המתקין ללא בדיקת שליפה, ולא פעם קורה שהמתקין שוכח לסגור את העוגן.

למרות השימוש הרב בהם בארץ, קיים סיכון ודאי ומתמיד לשימוש בעוגנים מסוג זה ללא מפתח מומנט.

1.2.2 **עוגנים בהברגה ישירה** (לדוגמה Powers Blue-Tip Screwbolt) הם דור חדש של



עוגנים מכניים אשר מוברגים ישירות לבטון. מעבר ליתרונות של זמן התקנה קצר, יישום פשוט ובטוח, יש להם גם חוזקים בשליפה גדולים יותר והתנהגות טובה מאוד תחת עומסים דינמיים. עוגנים מסוג זה יתפסו חלק גדול יותר בשוק בשנים הקרובות.

1.2.3 נושאים ומצבים רגישים לעיגון מכני:

1) **התקנה:** יש להדגיש את אופן התקנת כל סוגי העוגנים (ואף הפשוטים יותר) בתוכניות, כולל מומנט סגירה, עומק התקנה וכד' דמיינו מצב שבו הקבלן התקין עוגני חץ, לא קיבל הוראות ברורות להתקנה, וסגר אותם בחצי מומנט הנדרש. למפקח אין דרך להבחין בזאת. במצב של כשל, הקבלן יטען שהעיגון לא תוכנן כראוי.

2) **עומסים דינמיים:** במצב של ויברציות, פיצוץ, רעידת אדמה, לא כל עוגן יחזיק מעמד. יש לבחור בעוגן המתאים לסוג העומס המופעל עליו. ישנם הרבה ספקים אשר מגדירים את העוגנים שלהם "לעומסים דינמיים", כשבפועל הם רק מתאימים לסוג ספציפי של עומס דינמי (ויברציות בדרך-כלל). בתכנון יש לקחת מקדמים המתאימים לעומסים דינמיים. אנו ממליצים לתכנן עיגון

תנאי האפליקציה	פתרון
תנאי פנים ללא תקיפה כלל של קורוזיה, במקומות שבהם יש כיסוי בטון יבש	גלון קר (8-5 מיקרון)
תנאי פנים או חוץ עם חשיפה מוגבלת לקורוזיה, בתוך חדרים עם לחות מזדמנת	גלון חם (50-40 מיקרון)
תנאי חוץ עם חשיפה חלקית לקורוזיה	נירוסטה A2
תנאי חוץ/פנים עם חשיפה לקורוזיה	נירוסטה A4
תנאי חוץ מאוד קורוזיביים, מנהרות, בריכות, ים	פיברגלס

סוג החומר	גלוון רגיל	גלוון חם	נירוסטה A2	נירוסטה A4	*פיברגלס
אורך חיים במנהרה	6-3 חודשים	6 חודשים עד שנה	שנה וחצי	4 שנים	ללא הגבלה מוכרת
דרגת הגנה נגד קורוזיה (10-1)	1	1.5	2	4	10
מחיר יחסי	1	1.5	3	5	6
חוזק תכן למוט קוטר 12 מ"מ	Ton 3.8	Ton 3.8	Ton 4.3	Ton 4.3	*Ton 10.2

*נתון לפי מוטות ברזל זיון מסוג "Combar"

2) תכנון עיגון

לאחר שהמתכנן בוחר את העוגן המתאים, עליו לחשוב. לצערנו, אין כיום בארץ תקן בתחום העיגון. ישנם שני תקנים מקובלים בעולם בתחום העוגנים: התקן האירופי (European Technology Agreement Guideline) 1 (ETAG 00), והתקן האמריקני ASTM שהוא זהה לתקן האירופי. בארץ מקובל להשתמש בתקן האירופי לחישוב.

אחרי שהמתכנן בחר בסוג העוגן המתאים והגדיר את התקנתו עם/בלי ייעוץ, עליו לחשב את העיגון לפי אפליקציה.

האפליקציה. לדוגמה, הן לא מאפשרות חישוב של שני עוגנים אשר מותקנים על אותו קצה בטון. הן אינן לוקחות בחשבון השפעות מסוג של רטיבות, קידוח יהלום. בנוסף, לספק אין אחריות בנוגע לשימוש שנעשה בתוכנה. המתכננים אחראים לכל טעות הנובעת משימוש בתוכנה (אפילו אם הטעות היא חלק מהתוכנה).

כמו בהרבה תחומים אחרים, תוכנה היא כלי טוב לבדיקת חישובים, אך לא מספיק מורכבת להכנת החישובים עצמם.

4) המתכננים מחשבים ישירות על-פי הנתונים של בדיקות ETAG, לפי התקן האירופי ETAG, או בעזרת יועץ חיצוני. לדעתנו, אין יותר טוב ומדויק משיטות אלו.

אזהרה:

ספקי עוגנים אינם בהכרח מקצועיים בתחום. עבורם, כל עוגן מתאים לכל אפליקציה. יש לבדוק בחשדנות ובתשומת לב את כל הנתונים אשר ניתנו על ידי הספק (תקנים), טיב החומר...). לדוגמה, יש ספקים אשר טוענים שהעוגנים שלהם מתאימים לבטון סדוק ללא כל מסמך המאשר זאת.

מתכננים משתמשים בכמה שיטות חישוב:

1) לוקחים תוכנית דומה ומדביקים את דרישות העיגון לפי המפרט הישן. קיימת סכנה במעשה זה, שהרי אין שתי תוכניות זהות לחלוטין.

2) לוקחים את טבלת העומסים המרכזית של העוגן ומחשבים לפי עומסים המופיעים בה.

א. כל טבלה מבוססת על מצב "סטנדרטי" שמשתנה מספק לספק. יש לקרוא בהירות את הגדרות הטבלה: מרחקים בין עוגנים, עומק התקנה, סוג בטון ועוד. במצב לא "סטנדרטי" יש לחשב את יכולת העיגון לפי המפרט. כל קיצור דרך מוביל לטעות.

ב. טעויות רבות מופיעות בטבלאות אלו אצל ספקים, גם המכובדים ביותר. אין בטוח יותר מאשר להסתמך בחישובים על הבדיקות התקניות של ETAG, גוף ניטרלי ואמין ביותר.

3) משתמשים בתוכנות לחישוב עוגנים: התוכנות אינן מאפשרות הכנסת נתונים אשר משפיעים על יכולות העוגן ולהגדיר את גיאומטריית

3) בדיקות

לאחר שהעוגן נבחר, חושב והוגדרה צורת התקנתו, חייבים לבדוק גם את יכולת שלילת העוגן בשטח.

מכיוון שאין תקן ישראלי בתחום, אופן וכמות הבדיקות אינם מוגדרים לפי חוק. לפי התקן האירופי, יש לבצע חמש בדיקות לפני תחילת העבודה בשטח ולפחות חמש בדיקות נוספות בזמן העבודה. בארץ מקובל להסתפק בשלוש.

הבדיקות. (4) עיגון לחיפוי אבן

בזמן אחרון, נתקלנו בבעיות רבות של נפילות אבנים בחיפויי אבן. בכתבה זו נתייחס לנושא עיגון וחיזוק חיפוי אבן.

אין פתרון מושלם לכל חיזוק של חיפוי אבן. לכן, מומלץ ביותר לבדוק בשטח את יכולת שלילת העוגן.

ישנם שני אלמנטים עיקריים שמשפיעים על בחירת העיגון המתאים: תנאי קורוזיה וחומר בסיס.

נביא בקצרה את האפשרויות לחיזוקים:

(4.1) בחיבור לבטון

סוג עוגן	עוגן בהברגה ישירה מסוג BT6.5	עוגן בהברגה ישירה מסוג Powers PS	עוגן ניילון בהברגה MB-ST	עוגן ניילון בדפיקה מסוג Hammer screw
עומס כשל בשליפה בבטון (kg)	1500	1280	1200	210
עומס שירות בשליפה בבטון (kg)	540	320	300	53
חיזוק אבן בשליפה מעוגן אחד (kg)	לא ידוע	800-700+	לא ידוע	לא ידוע

(4.2) בחיבור לבלוקים

סוג עוגן	עוגן בהברגה ישירה מסוג BT6.5	עוגן בהברגה ישירה מסוג Powers PS	עוגן ניילון בהברגה MB-ST	עוגן ניילון בדפיקה מסוג Hammerscrew
עומס כשל בשליפה בבלוק (kg)	800-600	300-250	350-250	100-50
עומס שירות בשליפה בבלוק (kg)	150	62.5	62.5	25

(4.3) מאפיינים של סוגי עוגנים

(4.3.1) עוגן בהברגה ישירה מסוג BT6.5

הבדיקות נוגעות לזחילה של העוגן תחת כוח שליפה, ונקודת הכשל הינה המעבר ממצב אלסטי-פלסטי למצב פלסטי. רוב בדיקות השליפה של עוגנים אשר מתבצעות בארץ הוא לצורך כיסוי לקבלן. אופן הבדיקה הוא מוטעה מכמה סיבות:

(1) **אופן הבדיקה אינו מוגדר:** המעבדה, למרות היותה מוסמכת לבדיקות, משתמשת במכשירים ללא כיוול (קיבלנו לאחרונה בדיקת שליפה של עוגן בקוטר 7.5 מ"מ מותקן בבטון ישן בעומק 3 ס"מ. התוצאה הראתה: מעל 1.2 טון כשל בשליפה!).

הבודקים מפעילים לחץ על העוגן ללא הפסקה בעזרת "גיק" עד אשר מבחינים בתזוזת העוגן.

המספר הגבוה שמופיע על מסך ה"גיק" מוגדר ככשל למרות שהעוגן התחיל להישלף במועד מוקדם יותר (קיבלנו בבדיקות שונות על אותו חומר כימי, באותו מצב התקנה, תוצאות מ-7 טון לפי בדיקת תקנית עד 14 טון לפי בדיקה לא מוגדרת).
(2) **הספק מבצע בעצמו בדיקת שליפה** לעוגנים שלו (ואף פעם לא נכשל!?! האמנם?).

(3) **הקבלן בוחר עוגנים לבדיקה:** ייתכן שמכינים עוגנים "ספיישל" לבדיקה...

(4) **תנאי התקנת הדוגמאות שונים מתנאי השטח** ומסתפקים בבדיקות הראשוניות.

(5) **הקבלן דורש מהספק להזמין את הבדיקה.**

כתוצאה מכך, הספק הופך ללקוח חשוב עבור המעבדה. מצב שמביא את המעבדה לניגוד אינטרסים ברור ומסוכן.

הפתרונות שאנו מציעים הם:

(1) לדרוש בדיקות לפי התקן האירופי ETAG בזמן העבודה.
(2) המפקח/המתכנן הוא היחיד שיוכל לקבוע ולאשר את העוגנים הנבדקים.

(3) כל מעבדה תהיה מחויבת להוסיף בדיקות כיוול לכל מכשיר שהשתמשו בו לבדיקות.

(4) הקבלן/היזם חייב להיות המזמין של

התקנים והוא מוסיף לאבן 700 עד 800 ק"ג בשליפה לפי בדיקות איזוטופ (בבטון).

(4 קיים במספר רב של אורכים (מ-3.5 ס"מ עד 35 ס"מ).

(5 קידוח קצר של 6 מ"מ לא פוגע כמעט באבן.

(6 ניתן להתקין בבלוקים.

(7 ניתן ברוב המקרים להתקין כמות עוגנים מופחתת בזכות החוזק של ה-Powers PS.

2 עוגנים	2 עוגנים	2 עוגנים	2 עוגנים	2 עוגנים	2 עוגנים
2 עוגנים	2 עוגנים	1 עוגנים	1 עוגנים	2 עוגנים	2 עוגנים
2 עוגנים	2 עוגנים	1 עוגנים	1 עוגנים	2 עוגנים	2 עוגנים
2 עוגנים	2 עוגנים	1 עוגנים	1 עוגנים	2 עוגנים	2 עוגנים
2 עוגנים	2 עוגנים	2 עוגנים	2 עוגנים	2 עוגנים	2 עוגנים

חיזוק חיפוי אבן של בניין: מספר עוגנים לחיזוק אבנים לפי מיקום האבן (קצה, אמצע וכו')

מתקנים שני עוגנים על כל אבן עם "צד חופשי", ועוגן אחד על כל אבן באמצע אבנים אחרות. מספר העוגנים המותקנים בכל אבן תלוי במצב האבנים, בגודלן ובגורמים נוספים רבים. אין לראות בטבלה זו בסיס נתונים לכל אפליקציה. יש לקבל אישור מהמתכנן האחראי.

שאלות נפוצות ותשובות:

(1 האם העוגן Powers PS מייצר לחץ באבן? - לא. ההתקנה בהברגה משפיעה פחות על האבן מאשר הקידוח. אין מה לחשוש מסדקים באבן כתוצאה משימוש ב-Powers PS.

(2 חיפוי אבן הינו בתנאי חוץ. האם ה-Powers PS יסבול מקורוזיה?

- לא אם מתקנים עוגן Powers PS בלי ראש מספר מ"מ בתוך האבן ומחפים אותו עם דבק שיש. במצב כזה אין אפשרות של חדירת מים (בעוגנים "רגילים", הקידוח המקורי קטן יותר מקוטר הבורג, קיים מרווח המאפשר כניסת מים.

לכל עוגן אחר, דבק השיש מותקן כדיסקית על ראש העוגן שהינו שטח חלק.

עם ה-Powers PS, דבק השיש נכנס כצילינדר קצר וארוך אל תוך ראש העוגן. כך שלדבק שיש אין כמעט סיכויים ליפול.

- במקרים של חדירת מים באבן או במרווח בין האבן לבטון, יש להשתמש בעוגני נירוסטה.

(4.3.3) עוגן בהברגה



דרך התקנה:

קודחים חור בקוטר 6.5 מ"מ דרך האבן לתוך הבטון/הבלוק, ומבריגים את העוגן ישירות לבטון דרך האבן. מכניסים את הבורג מספר מ"מ לתוך האבן ומחפים את ראש הבורג עם דבק שיש.

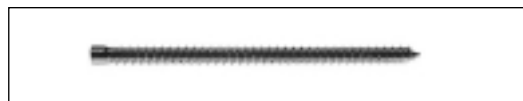
יתרונות:

- 1 העוגן המכני החזק ביותר בשליפה ובגזירה ביחס לקוטר, במיוחד בבלוקים.
- 2 אפשרות לקבלם בגליון חס או בנירוסטה.
- 3 קוטר קידוח קטן של 6.5 מ"מ כמעט לא פוגע באבן.
- 4 ניתן ברוב המקרים להתקין כמות עוגנים מופחתת בזכות החוזק של ה-BT6.5.
- 5 מחיר אטרקטיבי לגליון חס.

חסרונות:

- 1 ניתן לקבלם באורך 50 עד 100 מ"מ בלבד: אינם ארוכים מספיק לחיזוק אבנים המותקנות על קיר בלוקים.
- 2 עוגן יקר בנירוסטה.
- 3 חייבים קידוח נוסף על מנת להסתיר את הראש.
- 4 עם הזמן, דבק השיש עלול ליפול וראש העוגן יהיה חשוף לקורוזיה.

4.3.2) עוגן בהברגה ישירה מסוג Powers PS.



דרך התקנה:

קודחים חור בקוטר 6 מ"מ דרך האבן בתוך הבטון/הבלוק, ומבריגים את העוגן ישירות לבטון דרך האבן. מכניסים את הבורג מספר מ"מ אל תוך האבן ומסתירים את ראש הבורג עם דבק שיש.

יתרונות:

- 1 קל ומהיר: קוטר ראש העוגן הינו 7.5 מ"מ ולא דורש קידוח נוסף להסתרת הראש או מקדח מיוחד (העוגן מחזיק דרך ההברגה וראשו בקוטר של 7.5 מ"מ).
- 2 גמר אסתטי.
- 3 חוזק בשליפה: חוזק העוגן המותקן בתוך 3 ס"מ של בטון ב-30 הינו מעל 1.2 טון לפי בדיקת מכון

מסוג Powers PSZ

יתרונות: ראו עוגן Powers PS.

חסרונות בעוגן PSZ:

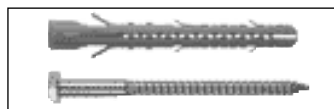


- 1) עם הזמן, דבק השיש עלול ליפול וראש העוגן יהיה חשוף לקורוזיה.
- 2) גמר פחות אסתטי.
- 3) עוגן Powers PSZ (עם ראש) לא מחזיק טוב יותר את האבן מעוגן Powers PS (בלי ראש) כיוון שהחיבור בין האבן והעוגן הינו על-ידי הברגה. ההבדל היחיד בהתקנת עוגן Powers PSZ במקום Powers PS הינו שהקבלן יצטרך לקדוח חור נוסף להסתרת ראש העוגן.

4.3.4 עוגן ניילון

בהברגה מסוג

MB-ST SS



דרך התקנה: העוגן מורכב משני חלקים: ניילון ובורג. קודחים חור בקוטר 10 מ"מ בעומק מתאים לאורך העוגן. קודחים חור נוסף באבן בקוטר 12-14 מ"מ בעומק 0.5 ס"מ (הקידוח הנוסף יאפשר לנו להסתיר את ראש העוגן). מכניסים את הניילון לתוך החור בדפיקה. מבריגים את הבורג בניילון בהברגה. מסתירים את ראש העוגן עם דבק שיש (בצבע מתאים לאבן).

יתרונות:

- 1) ניתן לקבל את העוגן בנירוסטה.
- 2) שיטה פופולרית ביותר.

חסרונות:

- 1) זמן התקנה ארוך.
- 2) חייבים לעשות קידוח נוסף על מנת להסתיר את הראש.
- 3) קידוח 10 מ"מ גורם נזק לאבן.
- 4) חייבים להשתמש בנירוסטה (דבק השיש נופל עם הזמן. כתוצאה מכך, ראש הבורג נחשף לקורוזיה. קיים מרווח קטן בין קוטר העוגן וקוטר החור המאפשר חדירת מים).
- 5) עלות גבוהה.

4.3.5 עוגן ניילון בדפיקה מסוג

Hammerscrew SS



דרך התקנה:

קודחים חור בקוטר 10 מ"מ דרך האבן בבטון/בלוק, קודחים דרך אותו החור חור נוסף בקוטר 12 מ"מ לעומק 0.5 ס"מ. מכניסים את העוגן לחור ודופקים על הבורג בעזרת פטיש. מסתירים את ראש הבורג עם דבק שיש.

חסרונות:

- 1) יש להקפיד להשתמש רק ב-polyamide P6 ולא בפלסטיק רגיל (פלסטיק רגיל לא מחזיק לאורך זמן).
- 2) גמר לא אסתטי.
- 3) פעולת התקנה בדפיקה וקידוח 10 מ"מ גורמים לאבן נזק.
- 4) חייבים להשתמש בנירוסטה (דבק השיש נופל עם הזמן. כתוצאה מכך, ראש הבורג נחשף לקורוזיה. קיים גם מרווח קטן בין קוטר העוגן וקוטר החור המאפשר חדירת מים).
- 5) עלות גבוהה.
- 6) עומסים נמוכים.

4.3.6 המלצות לחיזוק חיפוי אבן

ישנם מספר פתרונות לחיזוק חיפוי אבן. המלצתנו היא להשתמש בעוגן בהברגה ישירה מסוג Powers PS כשאין חשד לחדירת מים באבן או בין האבן לקיר (בקיר בלוקים ובטון). במצב שבו האבן לא מוצמדת לקיר או אינה אטומה למים, יש להשתמש בעוגני ניילון בנירוסטה מסוג MB-ST SS. על מנת לקבוע את סוג הנירוסטה, חזרו לפרק 1.3.

5 סיכום

העיגון הוא חיבור קונסטרוקטיבי חיוני בהעמדת סטרוקטורה בבנייה. ישנם מספר סוגי פתרונות עיגון, עם יתרונות, חסרונות והגבלות. לבחירת העוגן, תכנון, בדיקה, פיקוח והתקנה, ישנה אחריות משותפת של כל הגורמים.

המצב כיום בתחום העיגון אינו תקין. חוסר התייחסות לעיגון בתקן הישראלי ואצל מספר מתכננים, קבלנים ומפקחים, מעלה חששות גדולים לאיכות העיגון. עיגון הינו תחום מספיק חשוב על מנת להצדיק תקן ישראלי בנושא. היות שקיים תקן אירופי מתקדם, מומלץ לאמצו כתקן הישראלי. אנו ממליצים גם לכל המשתתפים בתכנון, פיקוח וביצוע של עוגנים להעמיק בנושא, כדי למנוע כשלים, הוצאות ועוגמת נפש.