



חיפוי קירות באבן טבעית: איך להמנע מכשלים בביצוע?

מאת דניאל שניידר - מהנדס אזרחי MSc

- האם ידעת שחלק לא קטן מהכשלים בחיפוי קירות באבן טבעית היא של איכות האבן ולא של איכות הביצוע?
- האם ידעת ש-90% מהחיפויים הנכשלים הם כתוצאה מביצוע מוגזג לתקן?
- האם ידעת שהבדיקות הנדרשות על ידי הרשויות ("שליפת האבן") אינן מגלות כלום לגבי איכות ובטיחות החיפוי?

בסדרה חדשה של מאמרים, נתייחס ונדון בכל הקשור לחיפוי קירות פנים וחוץ של בניינים באבן טבעית.

תקנון: קצת היסטוריה

עד שנת 1994, כאשר יצא לאור המפרט הראשון של מכון התקנים (מפמ"כ 378), לא היה שום מסמך ישראלי המגדיר תכונות ודרישות לגבי אבן לחיפוי קירות.

מפרט מת"י מפמ"כ 378	חיפוי קירות באבן טבעית Natural stone cladding of walls	אדר תשנ"ד פברואר 1994
------------------------	---	--------------------------

כבר אותה תקופה הוחלט שכל פרק במפמ"כ 378 שיעבור ריוויזיה, יהפוך אוטומטי בחלק של סידרה חדשה ת"י 2378 על חלקיו. מנקודה זאת נולדה סידרה מפורטת של תקנים 2378: קירות מחופים באבן טבעית, כאשר החלק הראשון מתייחס לתכונות האבן, והחלקים האחרים לשיטות שונות ליישום.

- ת"י 2378 חלק 1: אבן טבעית לחיפוי ודרישות כלליות
- ת"י 2378 חלק 2: קירות מחופים בקיבוע רטוב
- ת"י 2378 חלק 3: קירות מחופים בקיבוע יבש
- ת"י 2378 חלק 4: קירות מחופים בשיטת הדבקה בשילוב קיבוע מכני
- ת"י 2378 חלק 5: אלמנטים טרומיים מחופים ושיטות חיפוי מתועשות באתר
- ת"י 2378 חלק 6: קירות מחופים בשיטת הקיר הכפול

במאמר ראשון זה בסדרה, נתייחס לתכונות של האבן הטבעית וננסה לענות על שאלות רבות בשטח כמו: מה ההבדל בין גרניט, שיש ואבן גיר או איך בוחרים אבן לחיפוי, או איך מזמינים אבן טבעית לפרויקט.

נתחיל בשאלה הבסיסית הראשונה: מה ההבדל בין כל האבנים בשטח?

לצורך זה נעזר בטבלה המצורפת בהמשך המציינת את מין האבנים בהתאם לסוג הסלע (סלע מגמטי, סלע משקע, סלע מותמר או מטמורפי) ובהתאם להרכב העיקרי (סיליקטים שזה בעצם חול, וקרבוניטיים שזה בעצם קלציום או במילים אחרות סיד).

לא פעם נשאלת השאלה **מה ההבדל בין שיש לגרניט?** מהטבלה ניתן ללמוד, שגרניט שייכת לקבוצה של אבנים מוכרות לנו – בולת, פומיס, טוף והגרניט עצמה, כאשר הגרניט היא אבן סיליקטית. לעומת זאת, שיש הינה אבן קרבונטית על בסיס קלציום/סיד. שתי אבנים שונות באופן בסיסי: גם הרכב מינרלוג וגם בתכונות פיזיקליות.

לגבי תכונות פיזיקליות, חשוב לענות על השאלה **"מי סופג יותר? שיש או גרניט?"**

הגרניט, שנוצרה מהתפרצות הר געש, האוויר בתוכה הינו בצורה תעלות נימיות. לעומת זאת, השיש נוצר מתהליך של לחות וחום, האוויר בתוכה הינו בצורה של בועות פתוחות. שתי האמירות הנ"ל מביאות אותנו למסקנה חשובה: הגרניט סופגת יותר כ"ספיגות קפילרית/ נימית" והשיש סופגת יותר כ"ספיגות כוללת". הצפיפות שלנו במבנה האיכות ואורך החיים של כל אבן היא ששתי הספיגויות יהיו נמוכות, וזה נראה בהמשך כאשר נסכם את תכונות האבנים.

עוד שאלה שנשאלת לא מעט היא **האם יש לנו בארץ שיש?** אז לא!!! שיש הינה אבן עם הגדרה מינרולוגית מדויקת ותכונות מיוחדות ואין לנו שיש תוצרת כחול לבן (בעבר היה לנו שיש מקיבוץ יפתח שלמיטב ידיעתי נסגר). לא מצפה, לא חברון, לא חלילה, לא ביר זית (אפור כהה). שהן כולן **אבן גיר**. בארץ האבנים הקיימות הן אבן גיר, שהיא אבן משקע על בסיס קרבונטיים.

מהטבלה ניתן לזהות עוד שתי אבנים מוכרות לנו היטב: אבן- חול (אבן משקע על בסיס סיליקטים) והאבן האיטלקית המפורסמת TRAVERTINE שהינה אבן משקע על בסיס קרבונטיים.

אבן טבעית			
	סיליקטים (Si)	קרבוניטים (Ca)	
95%	סלעים מגמטיים IGNEOUS/MAGMATIC	גזלת (BASALT) פומיס (PUMICE)	מנפת כדור הארץ על 18 ק"מ עומק Mg, Fe
1%	סלעי משקע SEDIMENTARY	גבס (LIMESTONE) צור TRAVERTINE דולומיט (DOLOMITE)	מנפת כדור הארץ Si, Ca
4%	סלעים מותמרים METAMORPHIC	צפחה SERPENTINE GNEISS	מנפת כדור הארץ Ca

© זכויות שמורות דני שניידר

תקן 2378 חלק 1 - אבן טבעית לחיפוי ודרישות כלליות

הגדרה חשובה מאוד של האבן בתקן היא **"גיד"**. **גיד** הינו עורק טבעי ניכר לעין בפני האבן, הנובע משינוי בהרכב החומר והגורם לאי- רציפות במקרים האבן. לעתים אפשר לחוש בגיד על ידי מישוש. במקרים של גידים חרסתיים, מהווה הגיד החלשה באבן; במקרים של גידים גבישיים מהווה הגיד אזור חיזוק דווקא.

תכונות האבן:

1. התאמת האבן לחיפוי לפי תנאי הסביבה השונים של הפרויקט הרלוונטי. בהתאם למין האבן (מגמטי, משקע או מטמורפי), ולתוצאות הספיגויות שונות, כוללת וקפילרית, ישנן דרישות שונות לפי תנאי הסביבה של הפרויקט כמו סביבה רגילה, סביבת זיהום או סביבת הים. **כאן** בדוגמא. חלק **מטבלה 1** לגבי אבן משקע לרבות אבן חול.

טבלה 1 - התאמת האבן לחיפוי לפי תנאי הסביבה השונים				
מקור האבן (kg)	ספיגות כוללת (W)	דרישות לפי תנאי הסביבה השונים		
		סביבת יתוהם	סביבת היים	
מספק לרבות חול אבן משקע	קטנה מ-1.5%	קטנה מ-500 ג' למ"ר לשעה ¹	מתאים	
		גדולה מ-500 ג' למ"ר לשעה ²	מתאים	
	קטנה מ-1.5%	קטנה מ-500 ג' למ"ר לשעה ¹	1. עמידות בהתגבשות מלחים (סעיף 6.1.4) 2. עמידות בבדיקת חוזק בלחיצה (סעיפים 6.1.7 - 6.1.8) 3. עמידות בבדיקת חוזק בכפיפה (סעיפים 6.1.7 - 6.1.9)	1. עמידות בהתגבשות מלחים (סעיף 6.1.4) 2. עמידות בבדיקת חוזק בלחיצה (סעיפים 6.1.7 - 6.1.8) 3. עמידות בבדיקת חוזק בכפיפה (סעיפים 6.1.7 - 6.1.9)
		גדולה מ-500 ג' למ"ר לשעה ²	1. עמידות בהתגבשות מלחים (סעיף 6.1.4) 2. עמידות בבדיקת חוזק בלחיצה (סעיפים 6.1.7 - 6.1.8) 3. עמידות בבדיקת חוזק בכפיפה (סעיפים 6.1.7 - 6.1.9)	1. עמידות בהתגבשות מלחים (סעיף 6.1.4) 2. עמידות בבדיקת חוזק בלחיצה (סעיפים 6.1.7 - 6.1.8) 3. עמידות בבדיקת חוזק בכפיפה (סעיפים 6.1.7 - 6.1.9)

2. **בטבלה 2** שבתקן מפורטות התכונות הפיזיקליות והמכניות של האבן. ניתן לחלק אותן לשני שלבים:

שלב ראשון:

ספיגות כוללת, ספיגות נימית, משקל מרחבי וחוזק תחילי בכפיפה.

שלב שני:

בהתאם לתוצאות שהתקבלו ובהתאם למין האבן ותנאי הסביבה של הפרויקט, נמשיך עם הבדיקות הבאות: התגבשות מלחים, עמידות ב-SO₂, וירידה בחוזק אחרי חבלה.

חוזק מתיחה מיועד רק לאבן מסוג "ציפחה". תסבולת העמסת העיגון הינה בדיקה מיועדת בעיקר לשיטה בקיבוע יבש, לפי שיקולו של המתכנן.

בבדיקת אב-טיפוס של אבן חדשה לא מוכרת, מבצעים את שני השלבים.

לאחר מכן, **בבדיקת קבלת האבן באתר**, ניתן לבצע רק את השלב הראשון ולהשוות את התוצאות עם אלו שהתקבלו בבדיקת אב-טיפוס.

בדיקות מיוחדות:

התגבשות מלחים:

מזוהר על 15 מחזוריים בטבילה במלחים מיוחדים וייבוש האבן. בודקים את האבנים האלה:

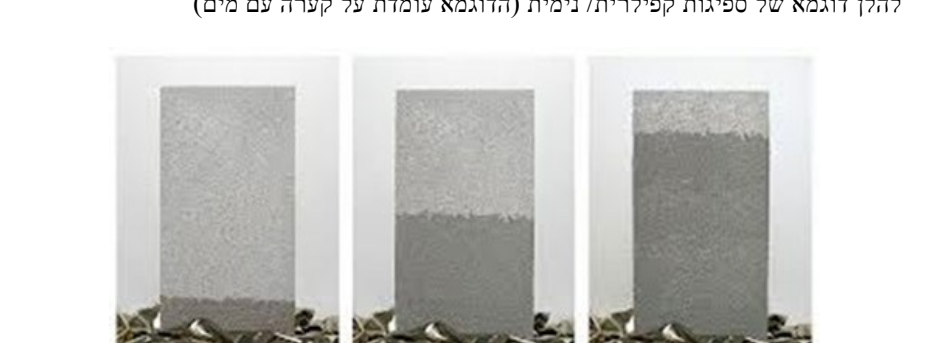
1. כל מיני אבנים המיועדות לסביבה רגילה, שספיגותן הכוללת גדולה מ-2%
2. כל מיני אבנים המיועדות לסביבה ימית
3. אבנים מגמתיות שספיגותן לסביבת זיהום, שספיגותן הכוללת גדולה מ-2%
4. כל מיני אבניות המיועדות הנימית גדולה מהנקוב בטבלה 2 שבתקן.

להלן דוגמאות של אבנים שלא עברו את הבדיקה (כל ה-15 מחזוריים)



בדיקה של ספיגות נימית:

להלן דוגמא של ספיגות קפילרית/ נימית (הדוגמא עומדת על קערה עם מים)



סיכום:

בכל פרויקט יש קודם כל לבדוק את איכות האבן והתאמתה לתנאי סביבה של הפרויקט. זו מהות של התקן 2378 חלק 1.

מכתובת הבאות נדבר על השיטות השונות לחיפוי קירות באבן טבעית.

להתראות בכתבה הבאה!

ציור מיסטר פיקס