

קירות מחופים באבן טבעית: קירות מחופים בקיבוע רטוב

Natural stone cladded walls: Walls cladded using the wet fixing method

תקן זה הוכן על ידי ועדת מומחים בהרכב זה:
עמי בוך, אבי בורשטיין, אריה וישנגרד, משה עדין, איתן פרנקל, ויקטור שטיינברג (יו"ר)

תקן זה אושר על ידי הוועדה הטכנית 110 - אריחים לחיפוי קירות ורצפות, בהרכב זה:

איגוד המהנדסים לבנייה ולתשתיות	-	מוני בן בסט
איגוד התעשייה הקיבוצית	-	אורי וולף
איגוד לשכות המסחר בישראל	-	מיכאל אוגוסטין
המועצה הישראלית לצרכנות	-	ראובן כץ
התאחדות הקבלנים והבונים בישראל	-	הנרי וולמן, נח נח
התאחדות התעשיינים בישראל	-	יחיאל ברוק, אריק גרבולסקי, ראובן קושמן
מכון התקנים הישראלי - אגף הבניין	-	דני שניידר (יו"ר)
משרד הבינוי והשיכון	-	יוסי ששון

כמו כן תרמו להכנת התקן: אריה אייבי, חיים לב.
נורית הולצינגר ריכזה את עבודת הכנת התקן.

הודעה על ביטול סעיפים במפמ"כ

תקן זה בא במקום
מפרט מכון התקנים הישראלי מפמ"כ 378 מפברואר 1994
בכל הנוגע לחיפוי בשיטת הקיבוע הרטוב

מילות מפתח:

בניינים, קירות, אבן טבעית, חיפוי, קיבוע רטוב.

Descriptors:

buildings, walls, natural stone, cladding, wet fixing.

עדכניות התקן

התקנים הישראליים עומדים לבדיקה מזמן לזמן, ולפחות אחת לחמש שנים, כדי להתאימם להתפתחות המדע והטכנולוגיה. המשתמשים בתקנים יודאו שבידיהם המהדורה המעודכנת של התקן על גיליונות התיקון שלו. מסמך המתפרסם ברשומות כגיליון תיקון, יכול להיות גיליון תיקון נפרד או תיקון המשולב בתקן.

רשמיות התקן

יש לבדוק אם המסמך רשמי, או אם חלקים ממנו רשמיים. תקן רשמי/גיליון תיקון רשמי (במלואם או בחלקם) נכנסים לתוקף 60 יום מפרסום ההודעה ברשומות, אלא אם בהודעה נקבע מועד מאוחר יותר לכניסה לתוקף.

סימון בתו תקן

כל המייצר מוצר, המתאים לדרישות התקנים הישראליים החלים עליו, רשאי, לפי היתר ממכון התקנים הישראלי, לסמנו בתו תקן:



זכויות יוצרים

© אין לצלם, להעתיק או לפרסם, בכל אמצעי שהוא, תקן זה או קטעים ממנו, ללא רשות מראש ובכתב ממכון התקנים הישראלי.

תוכן העניינים

1..... **הקדמה**

1..... **מבוא**

1..... **פרק א - עניינים כלליים**

1..... 1.1. חלות התקן

2..... 1.2. חלות התקן הישראלי ת"י 2378 חלק 1

2..... 1.3. אזכורים

3..... 1.4. הגדרות

4..... **פרק ב - דרישות כלליות**

4..... 2.1. חומרים ורכיבים

9..... 2.2. פיגומי עבודה

9..... **פרק ג - דרישות תפקוד**

9..... 3.1. כללי

9..... 3.2. מראה הקיר המחופה

9..... 3.3. סטיות מותרות בפני החיפוי

9..... 3.4. הקיים

9..... 3.5. איטום

9..... 3.6. בידוד תרמי

10..... **פרק ד - תכנון**

10..... 4.1. כללי

14..... 4.2. תכנון אדריכלי

14..... 4.3. תכן הנדסי

17..... 4.4. קיר הרקע

18..... 4.5. עיגון רשתות הפלדה לקיר הרקע

19..... 4.6. חיבור הזוויתנים לקיר הרקע

20..... 4.7. הכנת אבן החיפוי לקיבוע

22..... 4.8. וויס לקיבוע האבן

22..... 4.9. מישקים

23..... 4.10. חיפוי פתחים ופינות

24..... **פרק ה - בדיקות ודרישות בדיקה**

24..... 5.1. בדיקות באתר לפני תחילת מלאכת החיפוי ובמהלכה

26..... **נספח א - דוגמה לחישוב חיפוי אבן בקיבוע רטוב**

34..... **נספח ב - המלצות למניעת שיתוך הנגרם ממגע בין מתכות**

34..... **נספח ג - סטיות מותרות בפני החיפוי**

34..... **רשימת מונחים**

הקדמה

תקן זה הוא החלק השני בסדרת תקנים בנושא קירות מחופים באבן טבעית.

חלקי הסדרה הם אלה:

- ת"י 2378 חלק 1 - קירות מחופים באבן טבעית: אבן טבעית לחיפוי ודרישות כלליות
- ת"י 2378 חלק 2 - קירות מחופים באבן טבעית: קירות מחופים בקיבוע רטוב
- ת"י 2378 חלק 3⁽¹⁾ - קירות מחופים באבן טבעית: קירות מחופים בקיבוע יבש
- ת"י 2378 חלק 4⁽¹⁾ - קירות מחופים באבן טבעית: קירות מחופים בשיטת ההדבקה
- ת"י 2378 חלק 5⁽¹⁾ - קירות מחופים באבן טבעית: אלמנטים טרומים ושיטות מתועשות באתר

מבוא

תקן זה נועד לקבוע דרישות עבור מערכות של קירות המחופים באבן טבעית בשיטת הקיבוע הרטוב. התקן מפרט דרישות והוראות, כגון: דרישות לגבי טיב החומרים, דרישות לתכנון המערכת המוגמרת ותפקודה, והוראות בדבר הבדיקות שיש לערוך למערכת החיפוי המוגמרת. להבטחת בטיחות מערכת החיפוי מומלץ שכבר בשלבי התכנון המוקדמים ימונה מהנדס שיהיה אחראי לתכנון מערכת החיפוי (להלן: מהנדס אחראי [ראו הגדרה בתקן הישראלי ת"י 2378 חלק 1]) ולקביעת מערכת לבקרת האיכות (הגדרה 1.4.13) במהלך עבודות החיפוי. תקן זה מחליף את דרישות מפרט מכון התקנים הישראלי מפמ"כ 378 בכל הנוגע לחיפוי בשיטת הקיבוע הרטוב. בתקן זה יש לעיין יחד עם התקן הישראלי ת"י 2378 חלק 1, שמפורטות בו דרישות עבור האבן לחיפוי ודרישות כלליות לגבי קירות מחופים באבן טבעית.

פרק א - עניינים כלליים

1.1. חלות התקן

תקן זה חל על קירות המחופים באבן טבעית בשיטת הקיבוע הרטוב (להלן: מערכת החיפוי), שבה האבן מחוברת לקיר הרקע באמצעים מכניים, והרווח בין האבן לקיר הרקע ממולא במלט או בבטון. התקן דן בשתי השיטות העיקריות של קיבוע רטוב: חיפוי בשיטת ההרכבה וחיפוי בשיטת הבנייה. התקן חל על חיפוי באבן טבעית של קירות אלה:

- קירות פנים שגובה החיפוי שלהם גדול מ-1.20 מ' מעל פני הרצפה;
- קירות חוץ שגובה החיפוי שלהם גדול מ-1.20 מ' ואינו גדול מ-32 מ' מעל פני הקרקע הסופיים.

הערה:

הגובה המרבי של החיפוי מתייחס לגובה חזית מחופה ואינו כולל חיפוי מבני עזר על גג הבניין.

התקן אינו חל על חיפוי באבן טבעית של תחתית משטחים אופקיים או משופעים, למעט חיפוי משקופי פתחים (ראו סעיף 4.10).

הערה:

משטחים אלה יש לחפות בשיטות אחרות, כגון שיטת הקיבוע היבש (ראו התקן הישראלי ת"י 2378 חלק 3⁽²⁾).

⁽¹⁾ נמצא בהכנה בעת פרסום תקן זה.

⁽²⁾ התקן הישראלי ת"י 2378 חלק 3 נמצא בהכנה. עד לפרסומו תקפות הוראות מפרט מכון התקנים הישראלי מפמ"כ 378 הנוגעות לקיבוע יבש.

2.1. חלות התקן הישראלי ת"י 2378 חלק 1

על מערכת החיפוי (ראו הגדרה 1.4.10) חלות, נוסף על דרישות תקן זה, גם דרישות התקן הישראלי ת"י 2378 חלק 1.

3.1. אזכורים

תקנים ומסמכים המוזכרים בתקן זה (תקנים ומסמכים לא מתוארכים - מהדורתם האחרונה היא הקובעת):

תקנים ישראליים

ת"י 1 חלק 1	- צמנט: צמנט רגיל
ת"י 2 חלק 1	- שיטות לבדיקת צמנט: קביעת החוזק
ת"י 3	- אגרגטים מינרליים ממקורות טבעיים
ת"י 26 חלק 4	- שיטות לבדיקת בטון: תכונות בטון קשוי - חוזק
ת"י 166	- כינויי הקומות בבניינים
ת"י 413	- תכן עמידות מבנים ברעידות אדמה
ת"י 414	- עומסים אופייניים בבניינים: עומס רוח
ת"י 789	- סטיות בבניינים: סטיות מותרות בעבודות בנייה
ת"י 896 חלק 1	- מוספים לבטון ולדיס: מוספים לבטון
ת"י 918	- ציפויי אבץ בטבילה חמה על מוצרי פלדה ועל מוצרי יצקת ברזל
ת"י 921 על חלקיו	- תגובות בשרפה של חומרי בנייה
ת"י 1045 על חלקיו	- בידוד תרמי של בניינים
ת"י 1139 על חלקיו	- פיגומים
ת"י 1229 על חלקיו	- פלסטיק מוקצף קשיח לבידוד תרמי
ת"י 1536	- מבנים - חומרי איטום - מיון ודרישות
ת"י 1661 חלק 1	- חומרי מילוי למישקים רגילים בין אריחים: הגדרות ודרישות
ת"י 1920 על חלקיו	- טיח
ת"י 2378 על חלקיו	- קירות מחופים באבן טבעית
ת"י 4004 על חלקיו	- דבקים לאריחים
ת"י 4271	- ציפוי אבץ בשיטת שררד
ת"י 4466 חלק 4	- פלדה לזיון בטון: רשתות מרותכות

מפרטי מכון התקנים הישראלי

מפמ"כ 378 - חיפוי קירות באבן טבעית

חוקים, תקנות ומסמכים ישראליים

חוק התקנים הישראלי התשי"ג-1953

תקנות הבטיחות בעבודה (עבודות בנייה) התשמ"ח-1988

תקנות התכנון והבנייה (בקשה להיתר, תנאים ואגרות) התשל"ל-1970, על עדכוניהן

תקנים אירופיים

EN 12878-99 - Pigments for the colouring of building materials based on cement and/or lime - specifications and methods of test

מסמכים זרים

ASTM E 527-1983 (1997) - Standard practice for numbering metals and alloys (UNS)

1.4 הגדרות

ההגדרות המפורטות בתקן הישראלי ת"י 2378 חלק 1 כוחן יפה בתקן זה; נוסף עליהן יפה כוחן של הגדרות אלה:

1.4.1 חיפוי בקיבוע רטוב

שיטת חיפוי שבה אבני החיפוי מעוגנות לקיר הרקע באמצעים מכניים, והרווח בין קיר הרקע לגב האבן ממולא במלט או בבטון.

1.4.2 חיפוי בקיבוע רטוב בשיטת ההרכבה

שיטת חיפוי שבה אבני החיפוי מוצמדות אל קיר הרקע המרוח במלט, תוך חיבורן לקיר הרקע באמצעים מכניים.

1.4.3 חיפוי בקיבוע רטוב בשיטת הבנייה

שיטת חיפוי שבה אבני החיפוי נבנות בנדבכים ומחוברות אל קיר הרקע באמצעים מכניים, תוך השארת רווח ביניהן ובין קיר הרקע, שלתוכו נוצק לאחר מכן בטון.

1.4.4 מלט⁽³⁾

תערובת של חומרי מליטה, אגרגאטים דקים ומים, עם מוספים או בלעדיהם.

1.4.5 מלט לבנייה ולהרכבה⁽⁴⁾

מלט המשמש למילוי מישקים בעת בניית קיר האבן בנדבכים בשיטת הבנייה, ולהצמדת האבן אל קיר הרקע בשיטת ההרכבה.

1.4.6 בטון למילוי בגב האבן

בטון המשמש למילוי החלל שבין האבן לקיר הרקע בשיטת הבנייה.

1.4.7 שכבה מקשרת ("פריימר צמנטי")

שכבת מלט דקה בתוספת מוספים (ראו סעיף 2.1.4.1 ג), או שכבת דבק (ראו סעיף 2.1.7), הנמרחת בגב האבן ומשמשת לשיפור החיבור בין האבן לבין שכבת המלט שאליה מצמידים את גב האבן בשיטת ההרכבה.

1.4.8 מלט לכיחול ("כוחלה")

מלט המשמש למילוי חיצוני וסופי של המישקים לאחר התקנת האבן על הקיר.

1.4.9 עוגן

הבורג והמיתד⁽⁵⁾ המשמש לקביעת הבורג בקיר.

⁽³⁾ ראו רשימת מונחים בסוף התקן.

⁽⁴⁾ מלט לבנייה ולהרכבה מכונה בפי בעלי המקצוע "טיט".

⁽⁵⁾ מיתד מכונה בפי בעלי המקצוע "דיבל".

10. 4. 1. מערכת חיפוי

מערכת הכוללת את שכבת ההרבעה, שכבת המלט או הבטון למילוי בגב האבן (לרבות הזיון שבתוכה), אבני החיפוי והמלט לכיחול, המהווים יחד חיפוי לקיר הרקע.

11. 4. 1. תוכניות ביצוע

תוכניות שאושרו לביצוע על ידי המתכנן⁽⁶⁾ או המהנדס האחראי⁽⁷⁾ ושעל פיהן מתקינים את מערכת החיפוי.

12. 4. 1. מפרט טכני

מפרט שנערך ואושר לביצוע על ידי המתכנן⁽⁶⁾ או המהנדס האחראי⁽⁷⁾ ושעל פיו מתקינים את מערכת החיפוי.

13. 4. 1. מערכת בקרת איכות

מערכת המבקרת את ביצוע החיפוי בהתאם להוראות התקן, לתוכניות הביצוע ולמפרט הטכני, באמצעות אדם מנוסה בעבודות חיפוי שאושר על ידי המהנדס האחראי⁽⁷⁾.

פרק ב - דרישות כלליות

1. 2. חומרים ורכיבים

1. 1. 2. האבן לחיפוי

האבן לחיפוי תתאים לנדרש לגביה בתקן הישראלי ת"י 2378 חלק 1. אין להשתמש באבן גרניט לחיפוי קירות חוץ בשיטת הקיבוע הרטוב.

1. 1. 1. 2. מידות האבן

- א. בחיפוי בשיטת ההרכבה:
 - עובי מינימלי: 30 מ"מ;
 - שטח מקסימלי: 0.35 מ"ר;
 - אורך צלע מקסימלי: 800 מ"מ.
- ב. בחיפוי בשיטת הבנייה:
 - גובה מקסימלי: 300 מ"מ;
 - עובי מינימלי: 40 מ"מ.

הערות:

- מותר להשתמש באבן בעובי 20 מ"מ רק לפי חישוב מיוחד של המהנדס האחראי⁽⁷⁾ ורק בתנאי שגובה החיפוי אינו גדול מ-18 מ'. בכל מקרה, עובי האבן בשורה הראשונה בכל קומה או בשורה הראשונה מעל פתחים לא יהיה קטן מ-30 מ"מ.
- בחיפוי בשיטת הבנייה מותר להשתמש באבן שגובהה גדול יותר מהמפורט לעיל באישור המהנדס האחראי⁽⁷⁾, בתנאי שיוגדלו עובי האבן ומספר הווים המחברים את האבן, ובתנאי שיינקטו אמצעים להבטחת יציבות האבן בזמן היציקה (ראו סעיף 4.1).

⁽⁶⁾ ראו הגדרת "מתכנן" בתקן הישראלי ת"י 2378 חלק 1.

⁽⁷⁾ ראו הגדרת "מהנדס אחראי" בתקן הישראלי ת"י 2378 חלק 1.

2. 1. 1. 2 סטיות במידות האבן

- הסטיות במידות האבן יתאימו לנדרש בעניין זה בתקן הישראלי ת"י 2378 חלק 1.
נוסף על כך יתאימו הסטיות גם לדרישות אלה:
- הסטייה במידת הרוחב של לוחות אבן מלבניים (מידת הצלע הקצרה) לא תהיה גדולה מ- $1 \pm$ מ"מ;
- הסטייה במידת האורך של לוחות אבן מלבניים (מידת הצלע הארוכה) לא תהיה גדולה מ- $2 \pm$ מ"מ;
- בלוחות רבועים, הסטייה במידות הצלעות (בשני הכיוונים) לא תהיה גדולה מ- $1 \pm$ מ"מ.

2. 1. 2 רשתות פלדה לעיגון

- הרשתות יתאימו לדרישות אלה:
א. בסביבת היס (ראו הגדרה בתקן הישראלי ת"י 2378 חלק 1)
במערכות חיפוי של בניינים הנמצאים בסביבת היס, אם הן חשופות ישירות לרוחות מהים, הרשתות יהיו עשויות פלבים⁽⁸⁾ 316.
ב. בסביבת זיהום (ראו הגדרה בתקן הישראלי ת"י 2378 חלק 1)
בסביבת זיהום ישקול המהנדס האחראי⁽⁷⁾ שימוש ברשתות פלבים 316 בהתאם למידת השיתוך שנגרם לבניינים הקיימים בסביבה הסמוכה לאתר.
ג. באזורים אחרים
הרשתות יהיו עשויות פלדה מגולוונת בטבילה חמה לאחר הריתוך, כמפורט בתקן הישראלי ת"י 918.
הרשתות יתאימו לדרישות התקן הישראלי ת"י 4466 חלק 4⁽⁹⁾.
קוטר המוטות לא יהיה קטן מ-4.8 מ"מ, ומידות משבצות הרשת יהיו 150 מ"מ לכל היותר.

2. 1. 3 אבזרי מתכת

- 2. 1. 3. 1** הרשתות לעיגון יתאימו לדרישות סעיף 2.1.2.
2. 1. 3. 2 הווים לקיבוע האבן לרשת יהיו עשויים פלדה בלתי מחלידה (פלבים), ללא קשר לחומר שהרשת עשויה ממנו.
הערה:
הדרישה להבטחת איכות הווים עדיפה על ההמלצה המפורטת בנספח ב בטבלה ב-1, משום שרמת הסיכון לשיתוך שעלול להיגרם ממגע בין הווים לרשת היא נמוכה מאוד.
2. 1. 3. 3 הברגים בעוגנים לעיגון הרשת לקיר יהיו עשויים מאותה מתכת שהרשת עשויה ממנה ויהיו בעלי אותה הגנה מפני שיתוך (ראו סעיף 2.1.2).
2. 1. 3. 4 אבזרי מתכת אחרים, כגון זוויתנים והעוגנים המחברים אותם לקיר ועוגנים לקיבוע ישיר של האבן לקיר הרקע, יהיו עשויים אחת המתכות האלה:
א. בסביבת היס (ראו הגדרה בתקן הישראלי ת"י 2378 חלק 1):
- פלדה בלתי מחלידה (פלבים).
- במערכות חיפוי של בניינים החשופים ישירות לרוחות מהים יש להשתמש בפלבים 316.

⁽⁸⁾ פלבים 316 מכונה בשיטת UNS (Unified Numbering System - שיטת המספור המואחדת): S 31600.

שיטת UNS מוזכרת במסמך של האגודה האמריקנית לבדיקות ולחומרים (ASTM E 528-1983 (2003).

⁽⁹⁾ רשתות אלה מכונות בפי בעלי המקצוע "רשתות לבניין".

- ב. בסביבת זיהום** (ראו הגדרה בתקן הישראלי ת"י 2378 חלק 1)
 המהנדס האחראי⁽⁷⁾ ישקול שימוש באבזרי פלדה בלתי מחלידה (פלביים) בהתאם למידת השיתוך שנגרם לבניינים הקיימים בסביבה הסמוכה לאתר.
- ג. באזורים אחרים**
 פלדה מגולוונת בטבילה חמה, כמפורט בתקן הישראלי ת"י 918, או פלדה מגולוונת בציפוי אבץ ב"שיטת שררד" בהתאם לתקן הישראלי ת"י 4271, בעובי 30 מיקרון לפחות לברגים, ובעובי 50 מיקרון לפחות לאבזורים אחרים.
- 2. 1. 3. 5.** התכונות הנדרשות של אבזרי המתכת, לרבות מידותיהם וסוג המתכת שהם עשויים ממנה, יצוינו באחד המסמכים האלה:
 - תוכניות הביצוע;
 - המפרט הטכני.
- 2. 1. 3. 6.** לפי דרישות המהנדס האחראי יאומתו התכונות הנדרשות בבדיקה של מעבדה מאושרת⁽¹⁰⁾.
- 2. 1. 3. 7.** אם משתמשים במתכות שונות, יש לוודא שהמגע בין שתי המתכות לא יגרום לשיתוך (ראו נתונים לגבי מתכות נפוצות בנספח ב), למעט בוויס לקיבוע האבן (ראו סעיף 2.1.3.2).
- 2. 1. 4. מלט ובטון**
- הרכב המלט להרכבה והרכב הבטון לבנייה יתאימו למפורט בסעיף 2.1.4.1.
 מומלץ שהמלט להרכבה והבטון לבנייה יהיו מוכנים מראש.
 חוזק המלט והבטון יתאים לנדרש בסעיף 2.1.4.2.
- 2. 1. 4. 1. הרכב המלט והבטון ומרכיביהם**
- א. צמנט**
 הצמנט יהיה צמנט פורטלנד רגיל המתאים לתקן הישראלי ת"י 1 חלק 1.
 מומלץ להשתמש בצמנט שאינו מכיל אפר פחם.
הערה:
 יש להביא בחשבון ששימוש בצמנט המכיל אפר פחם עלול לגרום להכתמת האבן, ועל כן יש לנקוט צעדים למניעת ההכתמה; לדוגמה: מריחת גב האבן בשכבת מלט מסוג המונע הכתמה, כגון מלט עם צמנט לבן או עם צמנט ללא אפר פחם.
- ב. אגרגאטים**
 האגרגאטים (דקים [חול] וגסים) יתאימו לנדרש בתקן הישראלי ת"י 3. להכנת בטון למילוי בגב האבן בשיטת הבנייה, מומלץ להוסיף לבטון אגרגאט גס שקוטרו עד 100 מ"מ. הבטון יהיה בעל דרגת סומך S6 לפי בדיקת החמיטה (ירד הבטון: 141 מ"מ - 165 מ"מ), כך שימלא היטב את כל החללים בהידוק ידני בלבד ויכסה את הפלדה.
 אפשר להשתמש בתערובת המכילה חול מחצבה ומוסף פולימרי לשיפור העבידות - חומרים שאינם תוקפים מתכות, ובלבד שהתערובת מתאימה לשימוש הנדרש לפי הוראות היצרן.

⁽¹⁰⁾ מעבדה מאושרת - מכון התקנים הישראלי או מי שאושר על ידי הממונה על התקינה, לפי סעיף 12(א) של חוק התקנים התשי"ג-1953, לבדוק את התאמת חומרי מערכת החיפוי ורכיביה לתקן ולתת תעודת בדיקה על כך.

ג. מוספים

המוספים לבטון יתאימו לנדרש בתקן הישראלי ת"י 896 חלק 1. אפשר להשתמש במוספים פולימריים לבטון ולמלט, כגון: מוסף אקרילי או גומי סטירן-בוטדיאן (SBR)⁽³⁾, המקנים עמידות ומשפרים את האיטום וההידבקות, ובלבד שלא יפגעו במתכות הבאות אתם במגע ויהיו בעלי תאימות (compatibility) עם השכבות האחרות.
יש לעמוד בהוראות היצרן לגבי התאמת המוספים לשימוש המיועד.
אין להשתמש בסיד למלט.

ד. פיגמנטים

הפיגמנטים יתאימו לנדרש בתקן האירופי EN 12878-99. פיגמנטים למלט לכיחול יוספו לפי הוראות היצרן.

2. 1. 4. 2. חוזק המלט והבטון

חוזק המלט וחוזק הבטון יהיו כמפורט בטבלה 1.

טבלה 1

חוזק לחיצה, מינ' (מגפ"ס) (א)	ייעוד המלט או הבטון
20	מלט לבנייה ולהרכבה (הגדרה 1.4.5)
15	בטון למילוי בגב האבן בשיטת הבנייה (הגדרה 1.4.6)
הערה לטבלה:	
(א) את חוזק הלחיצה של המלט בודקים כמפורט בתקן הישראלי ת"י 2 חלק 1 ; את חוזק הלחיצה של הבטון בודקים כמפורט בתקן הישראלי ת"י 26 חלק 4.	

2. 1. 5. חומרים דוחי מים או חומרי ציפוי אוטמים

חומרים דוחי מים או חומרי ציפוי אוטמים ("סיילרים") יתאימו לדרישות התקן הישראלי ת"י 2378 חלק 1.

2. 1. 6. חומרים ורכיבים למילוי ולאיטום של מישקים

2. 1. 6. 1. חומרי מילוי למישקים רגילים (מלט לכיחול)

המלט לכיחול (הגדרה 1.4.8) יהיה תערובת מוכנה מראש על בסיס צמנט, מגוון או לא, שיש להוסיף לה באתר מים או מוסף פולימרי להקטנת הספיגות הקפילרית ולשיפור ההידבקות, בהתאם להוראות יצרן חומר המילוי.
המלט לכיחול יתאים לדרישות המפורטות בתקן הישראלי ת"י 1661 חלק 1 לגבי חומר מילוי צמנטי בעל ספיגות מופחתת, המכונה "חומר מילוי משופר" וסימונו CG2.
בעת הזמנת חומר המילוי יש לציין את מין האבן שחומר המילוי מיועד לה, את רוחב המישקים ואת תנאי הסביבה. התאמת חומר המילוי לייעודו ואופן השימוש בו יהיו בהתאם להוראות היצרן.
מלט לכיחול דורש אשפרה; האשפרה תיעשה כמפורט בסעיף 4.9.1.

אריה ישנור 18.02.2014 תקן זה נועד לשימוש אישי בלבד. אין לצלם להעתיק, להפיץ או לשכפל בכל דרך שהיא. כל הזכויות שמורות למכון התקנים הישראלי

2. 1. 6. 2. **חומרי איטום למישקים גמישים (מישקי התפשטות)**

א. רכיבי רקע לחומר האיטום ("פרופיל גיבוי")

רכיבי הרקע לחומרי האיטום במישקי התפשטות יהיו קלים לדחיסה, יתמכו את חומר האיטום ולא יכילו ביטומנים או שומנים. הרכיבים יהיו בעלי חתך עגול ויהיו עשויים מחומרים רכים, כגון פוליאאתילן מוקצף (ראו ציור 1).

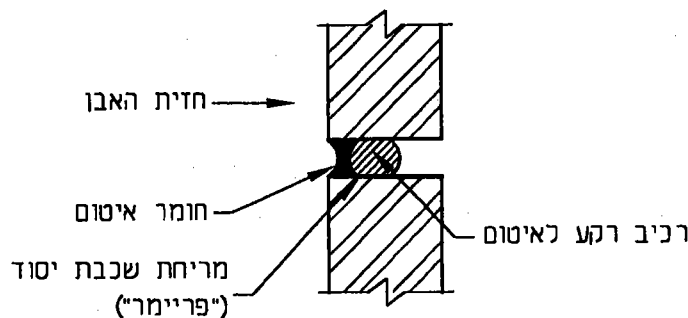
ב. חומרי איטום⁽¹¹⁾

מישקי ההתפשטות ייאטמו בחומר איטום גמיש, העומד בדרישות לחומרי איטום המכונים "20LM" או "25LM" בתקן הישראלי ת"י 1536. המלצות להשמת חומרי האיטום ראו בטבלה ב-1 שבנספח ב לת"י 1536.

נוסף על הדרישות שלעיל יהיו חומרי האיטום עמידים בפני עובש ובפני קרינה על-סגולה. אפשר להשתמש בחומרים אחרים, בתנאי שאושרו על ידי מעבדה מאושרת⁽¹⁰⁾ כשקילים לחומרים אלה.

ג. שכבת יסוד ("פריימר")

משתמשים בשכבת יסוד בהתאם להמלצת יצרן חומר האיטום לפני השמת יתר הרכיבים של המישק הגמיש.



ציור 1 - מישק גמיש

2. 1. 7. **דבק**

הדבק יהיה דבק צמנטי המתאים לדרישות התקן הישראלי ת"י 4004 על חלקיו.

2. 1. 8. **חומרים ומוצרים לבידוד תרמי**

- תכונות המוצרים לבידוד תרמי יתאימו לדרישות התקנים הישראליים המתאימים, כמפורט להלן:
- סיווג חומרי הבידוד לפי תגובותיהם בשרפה יתאים לדרישות ת"י 921 על חלקיו;
- מוצרים מפלסטיק מוקצף קשיח יתאימו לדרישות ת"י 1229 על חלקיו;
- המסה הסגולית המינימלית של חומרי הבידוד תהיה 30 ק"ג למ"ק.

הערה:

צמר מינרלי אינו מתאים לשימוש במערכת חיפוי בשיטת הקיבוע הרטוב.

⁽¹¹⁾ חומר איטום למישקים גמישים מכונה בפי בעלי המקצוע "מסטיק".

2.2. פיגומי עבודה

פיגומי העבודה יעמדו בכל הדרישות של תקנות הבטיחות בעבודה (עבודות בנייה) התשמ"ח-1988 ובדרישות עבור פיגומים לעבודות בנייה המפורטות בתקן הישראלי ת"י 1139 על חלקיו. אין לעגן את הפיגומים על ידי קשירתם לאבן החיפוי או דרכה. הפיגומים יעוגנו באופן ובמקומות כאלה, שלא יפריעו למהלכה התקין של מלאכת החיפוי. בעת פירוק הפיגומים יושלמו כל פרטי הביצוע בנקודות החיבור והמגע של הפיגומים עם הקיר בדומה לחיפוי שעל כל הקיר, תוך הבטחת האטימות ושאר התכונות הנדרשות מהמערכת.

פרק ג - דרישות תפקוד

3.1. כללי

מערכת החיפוי (הגדרה 1.4.10) תעמוד בדרישות התפקוד המפורטות בתקן הישראלי ת"י 2378 חלק 1. נוסף על כך תעמוד מערכת החיפוי בדרישות אלה:

3.2. מראה הקיר המחופה

מראה הקיר יתאים למתוכנן בתוכניות האדריכליות ובתוכניות הביצוע (ראו סעיף 4.2) ולדוגמה שאושרה לפני תחילת החיפוי (ראו סעיף 5.1.1.1).

3.3. סטיות מותרות בפני החיפוי

הסטיות המקסימליות המותרות בפני החיפוי יהיו כמפורט בתקן הישראלי ת"י 789⁽¹²⁾.

3.4. הקיים

חיפוי הקיר יתוכנן לקיים (אורך חיים) שווה לזה של הבניין, מבלי שהאבנים ישתחררו מהקיר, כך שמראה הקיר יישמר כל עוד נעשית תחזוקה מתאימה כנדרש בתקן הישראלי ת"י 2378 חלק 1.

3.5. איטום

קיר הרקע יהיה אטום לחדירת מים לתוך המבנה, לפני התחלת החיפוי באבן (ראו סעיף 4.4.5).

3.6. בידוד תרמי

מערכת החיפוי תתאים לדרישות התקן הישראלי ת"י 1045 על חלקיו, לפי ייעוד הבניין. בבניינים שלא חלים עליהם חלקי סדרת התקנים הישראליים ת"י 1045 יתאים הבידוד התרמי לנדרש בתקנות התכנון והבנייה (בקשה להיתר, תנאים ואגרות), וגם להוראות המפרט הטכני (ראו הגדרה 1.4.12) המתייחסות לבידוד התרמי של הקיר.

⁽¹²⁾ בעת פרסום תקן זה נמצא התקן הישראלי ת"י 789 ברוויזיה. עד לפרסום הנוסח החדש יהיו תקפות הדרישות שבנספח ב של תקן זה.

פרק ד - תכנון**4.1. כללי**

בשיטת החיפוי בקיבוע רטוב, החיבור בין האבן לקיר הרקע באמצעות המלט עלול להינתק במשך הזמן, ועל כן יש צורך גם בקיבוע מכני.
אין לחפות בשיטת הקיבוע הרטוב קירות חוץ שגובה החיפוי שלהם גדול מ-32 מ' מעל פני הקרקע הסופיים.

יש להתחיל בחיפוי רק לאחר סיום הקמת שלד הבטון.

מבחינים בין שתי שיטות עיקריות לחיפוי בקיבוע רטוב: שיטת ההרכבה (הגדרה 1.4.2) ושיטת הבנייה (הגדרה 1.4.3).

בשתי השיטות מקבעים את האבנים לקיר הרקע באמצעות רשת פלדה ובאמצעות ווים כמפורט בסעיף 4.7.2.

הערה:

אפשר לקבע את האבנים באמצעים אחרים, כמפורט בסעיף 4.1.3.
שיטת ההרכבה ושיטת הבנייה דומות זו לזו בפרטים אלה:

- הדרישות לגבי קיר הרקע;
- האבנים עומדות על תושבת יציבה (זוויתן או חגורת בטון) שמיקומה נקבע במרווחים לפי המתוכנן;
- האבנים מפולסות על כפיסים ("קלינים") הקובעים את רוחב המישק האופקי;
- האבנים מקובעות אל רשת הפלדה לעיגון באמצעות ווים מפלדה בלתי מחלידה (פלבי"ם);
- הרשת מעוגנת אל הקיר.

השיטות נבדלות זו מזו בפרטים אלה:

- בשיטת ההרכבה משתמשים באבנים דקות (ראו סעיף 2.1.1 א); בשיטת הבנייה משתמשים באבנים עבות יותר, שפניהן מסותתים בדרך כלל (ראו סעיף 2.1.1 ב).
- בשיטת ההרכבה מצמידים את האבנים לקיר המרוח במלט (ראו הגדרה 1.4.5); בשיטת הבנייה מקבעים את האבנים עם רווח בינן לבין הקיר ויוצקים לרווח בטון דליל (בטון למילוי בגב האבן - הגדרה 1.4.6).

4.1.1. שיטת ההרכבה

בשיטה זו החיפוי עשוי לוחות אבן נסורה שמידותיהם כמפורט בסעיף 2.1.

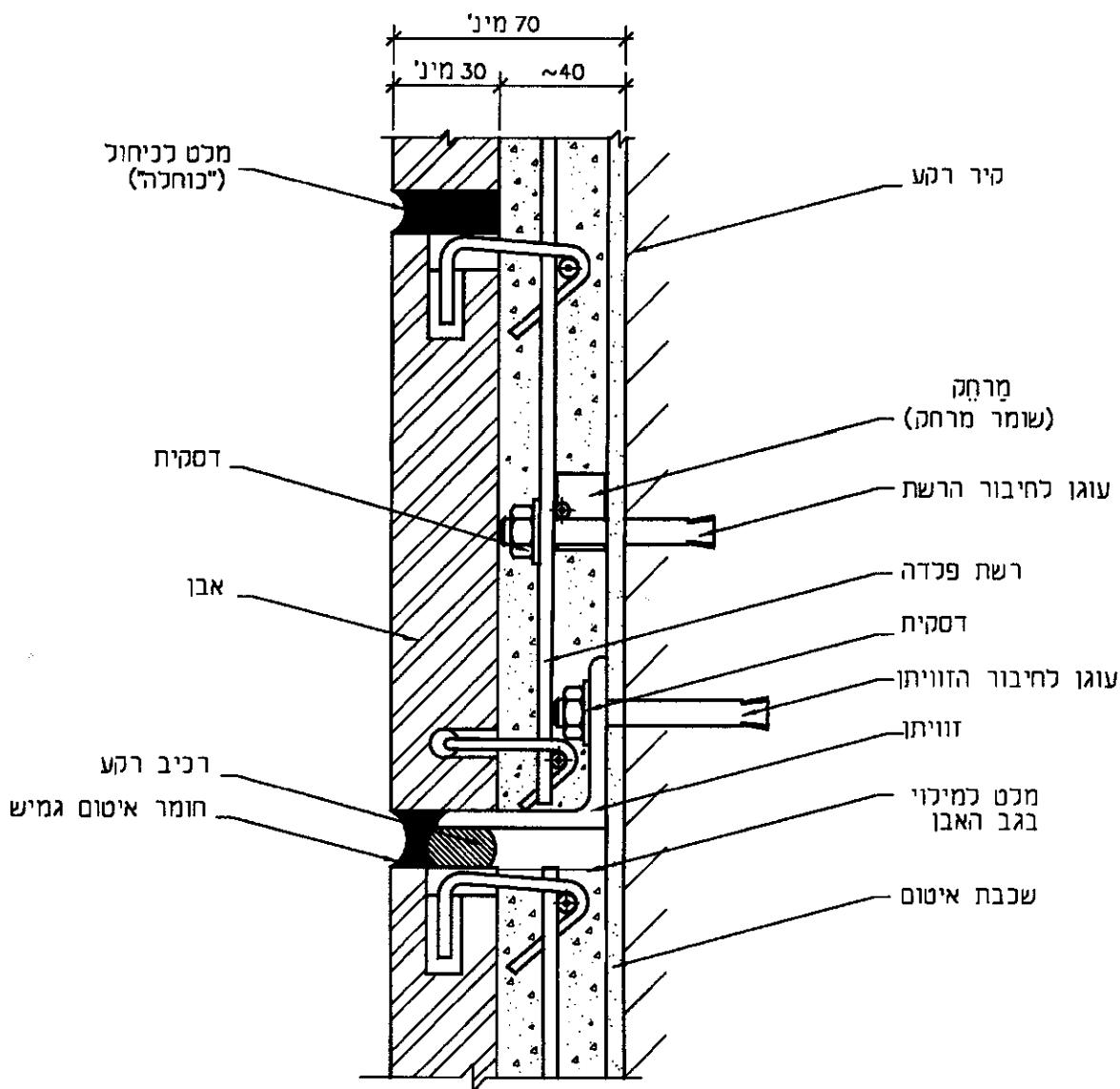
מקבעים כל לוח לקיר הרקע במלט, הנמרח מראש על כל שטח הקיר שהלוח יתחבר אליו.
עובי המלט לא יהיה קטן מ-30 מ"מ ולא יהיה גדול מ-60 מ"מ.

למרות האמור לעיל, בשטח של עד 5% משטח הקיר אפשר שעובי המלט יהיה 20 מ"מ לפחות מפני השכבה האוטמת (ראו סעיף 4.4.5).

מורחים את המלט על גבי קיר הרקע האטום (ראו סעיף 4.4.5). משעינים את לוח האבן התחתון בכל קומה על זוויתן או על תושבת מבטון.

לשיפור החיבור של האבן לשכבת המלט מורחים את גב האבן, ובלוחות אבן המחורצים בגבם (ראו סעיף 4.7.1) מורחים גם את החריצים, בשכבה מקשרת ("פריימר צמנטי" - הגדרה 1.4.7).

ממלאים את החריצים במלואם במלט המתאים לדרישות סעיף 2.1.4.2 ומצמידים את לוחות האבן למלט להרכבה שעל קיר הרקע כל עוד שתי השכבות רטובות (טריות)⁽¹³⁾.
 עובי מערכת החיפוי (הגדרה 1.4.10) לא יהיה קטן מ-70 מ"מ (ראו ציור 2).
 לאחר הידוק לוח האבן אל המלט ופילוסו, מקבעים את לוח האבן באמצעות וויס אל רשת פלדה המחוברת לקיר הרקע והנמצאת בין לוח האבן לבין הקיר.



ציור 2 - קיבוע רטוב בשיטת ההרכבה
 (המידות במילימטרים, הציור אינו מסורטט לפי קנה מידה)

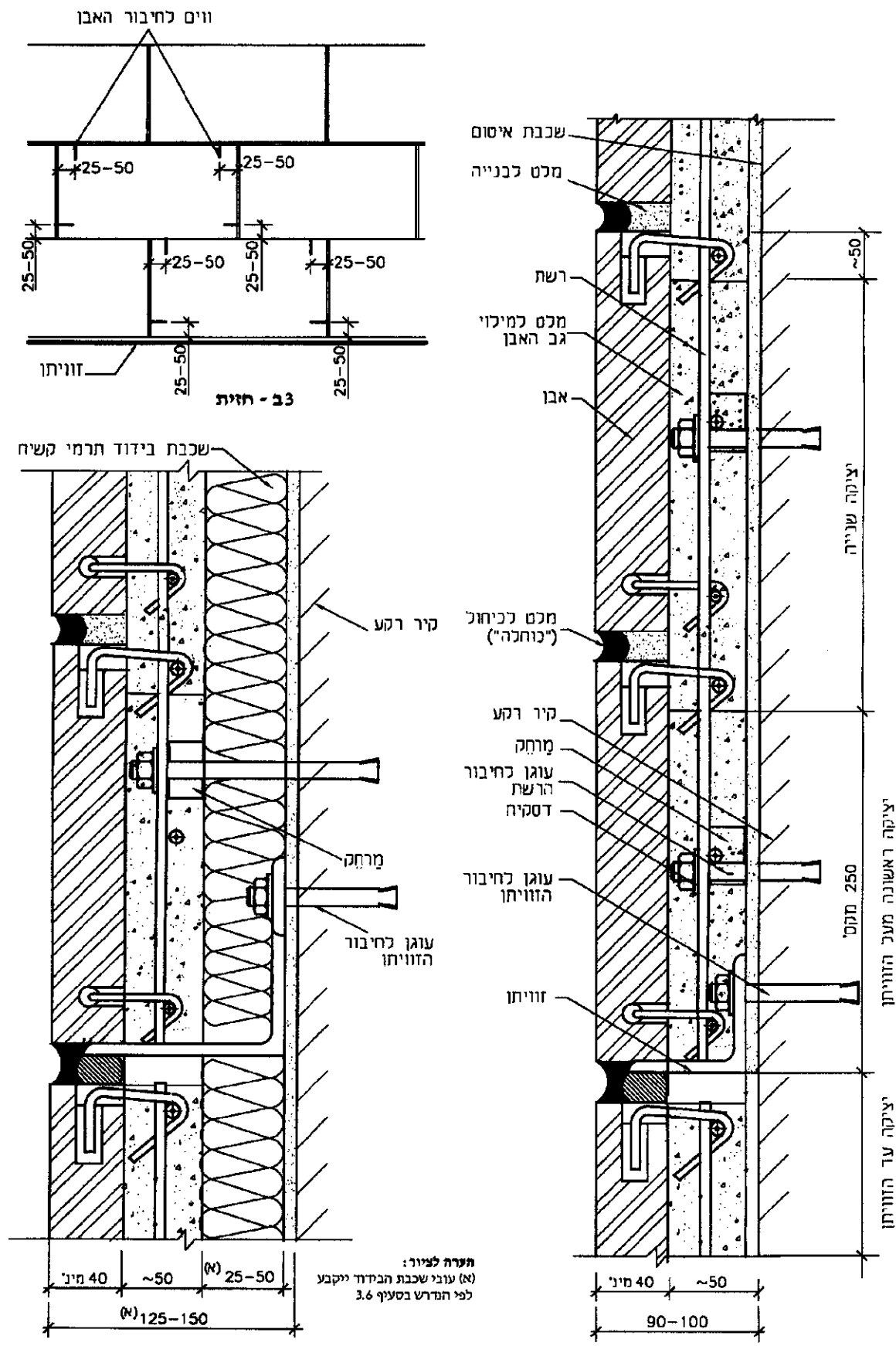
⁽¹³⁾ הצמדת לוחות האבן למלט המרוח על קיר הרקע כל עוד שתי השכבות רטובות נעשית בסמוך למריחת גב האבן בשכבה מקשרת, ונקראת בפי בעלי המקצוע "רטוב על רטוב".

4. 1. 2. שיטת הבנייה

בשיטה זו החיפוי עשוי אבן שמידותיה כמפורט בסעיף 2.1. החיפוי נבנה נדבך אחר נדבך. מקבעים את האבנים לקיר באמצעות רשת ובאמצעות ווים כמו בשיטת ההרכבה. מרחק האבן מהקיר כ-50 מ"מ, כך שעובי מערכת החיפוי כולה יהיה 90 מ"מ - 100 מ"מ⁽¹⁴⁾. מאחר שהאבן כבדה ונמוכה, אפשר לצקת מאחוריה בטון דליל אשר ימלא היטב את הרווח ויידבק לאבן מבלי להזיז אותה עקב לחץ הבטון. בונים נדבך אחד לאורך כל הקיר, מקבעים אותו בוויים לרשת ויוצקים מאחוריו בטון לכל אורכו. יוצקים את הבטון מאחורי הנדבך התחתון לגובה 250 מ"מ לכל היותר, בתנאי שיציבות האבן מובטחת כנגד לחץ הבטון הדליל. לאחר התחזקות חלקית של הבטון בונים את הנדבך הבא, מקבעים אותו לרשת ויוצקים את הבטון מאחוריו, עד לגובה 50 מ"מ מתחת לקצה העליון של האבן (ראו ציור 3).

הערה:
אם מציבים את האבנים כך שהצלע הארוכה שלהן בכיוון האנכי, יש להבטיח את יציבותן בזמן יציקת הבטון בגבן, ולהגדיל את עובי שכבת הבטון כדי להבטיח את חדירתו ומילוי יעיל של החלל שבגב האבן.

⁽¹⁴⁾ אם נדרשת שכבת בידוד תרמי חיצונית, יש להוסיף את עובייה.



ג 3 - חיפוי על גבי שכבת בידוד תרמי חיצונית

א 3 - חיפוי ללא שכבת בידוד תרמי חיצונית

ציור 3 - קיבוע רטוב בשיטת הבנייה

(המידות במילימטרים, הציור אינו מסורטט לפי קנה מידה)

אריה וישנברג 18.02.2014. תקן זה נועד לשימוש אישי בלבד. אין לצלם להעתיק, להפיץ או לשכפל בכל דרך שהיא. כל הזכויות שמורות למכון התקנים הישראלי.

3. 1. 4. קיבוע האבן באמצעים מכניים אחרים

אפשר להשתמש באמצעים מכניים אחרים לקיבוע האבן לקיר הרקע, כגון: מוטות פלדה יחידים, או קיבוע האבן ישירות לקיר הרקע באבזרי פלדה בלתי מחלידה (פלביים), או בכל שיטה שקילה, בתנאי שתאושר על ידי המהנדס האחראי⁽⁷⁾ ובתנאי שתעמוד בכל דרישות התפקוד ובבדיקות הנדרשות בתקן זה.

2. 4. תכנון אדריכלי

בהכנת תוכניות הביצוע (הגדרה 1.4.11) יביא המתכנן⁽⁶⁾ בחשבון לפחות את הגורמים התכנוניים המפורטים בסעיף הדין בתכנון אדריכלי שבתקן הישראלי ת"י 2378 חלק 1. תוכניות הביצוע יכללו את כל הפרטים הדרושים להתקנת מערכת החיפוי.

3. 4. תכן הנדסי

אין צורך בתכן מיוחד ובחישובים מיוחדים עבור פרטי החיפוי, בתנאי שיתקיימו כל התנאים האלה:

- גובה החיפוי אינו גדול מ-12 מ' מעל פני הקרקע;
- מידות האבן לחיפוי מתאימות לנדרש בסעיף 2.1;
- קירות הבניין ישרים והסטייה המקסימלית שלהם מהאנך היא 15 מ"מ לכל גובה הבניין;
- שיטת החיפוי אינה שונה מהמפורט בסעיפים 4.1.1 - 4.1.2 ובהוראות התקן.

עבור חיפוי שאינו עומד בדרישה מהדרישות שלעיל יכין המהנדס האחראי⁽⁷⁾ תכן מיוחד כמפורט בסעיפים 4.3.1 - 4.3.2 ובדוגמת החישוב שבנספח א. תוכניות הביצוע (הגדרה 1.4.11) יכללו את פרטי חיבור האבן לקיר הרקע.

בכל מקרה, המהנדס האחראי יפקח פיקוח עליון על ביצוע מערכת החיפוי.

כל שינוי במערכת החיפוי, לרבות בקיר הרקע, כגון קידוח חורים או חציבת פתחים, מחייב בדיקת השפעת השינוי על יציבות החיפוי ואישורו על ידי המהנדס האחראי לשינוי.

1. 3. 4. קריטריונים לחישוב

א. העומסים הפועלים על האבן:

1. משקל עצמי;
2. כוחות הנובעים מעומסי רוח לפי התקן הישראלי ת"י 414 (בעיקר יניקה);
3. כוחות רעידת אדמה לפי התקן הישראלי ת"י 413.

הערה:

חיפוי אבן המבוצע לפי הוראות תקן זה יעמוד גם במאמצים נוספים, הנובעים משינויי טמפרטורה ומהתכווצויות של הבניין, מכפור וכדומה.

ב. התושבות:

המשקל העצמי של האבן יועבר כולו לתושבות בכל קומה. התושבות יכולות להיות עשויות חגורת בטון (זיה) או זוויתן פלדה, או קיבוע ישיר של האבן לקיר הרקע. כאשר התושבת היא זוויתן פלדה יש לחשבה לרוחב החתך ולאורכו, ולקבוע בהתאם גם את צפיפות עוגני החיבור לקיר ואת חוזקם.

ג. הווים:

הווים המקבעים את האבן לרשת יחושבו לכפיפה בהתחשב ביניקת הרוח ובשטח האבן.

ד. העוגנים (הגדרה 1.4.9):

העוגנים המעגנים את הרשת לקיר יחושבו לכוח שליפה אופקי המתאים לשטח האבן שכל עוגן נושא.

ה. הרשת:

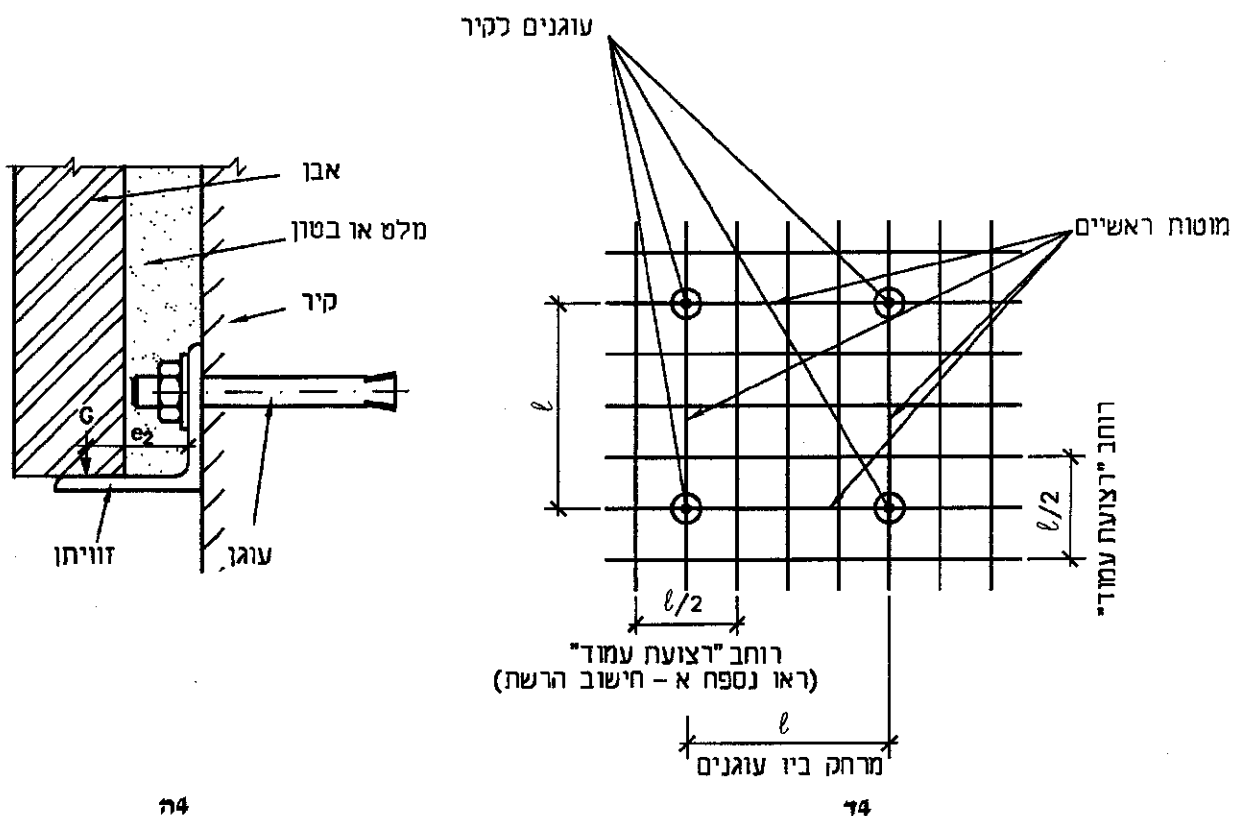
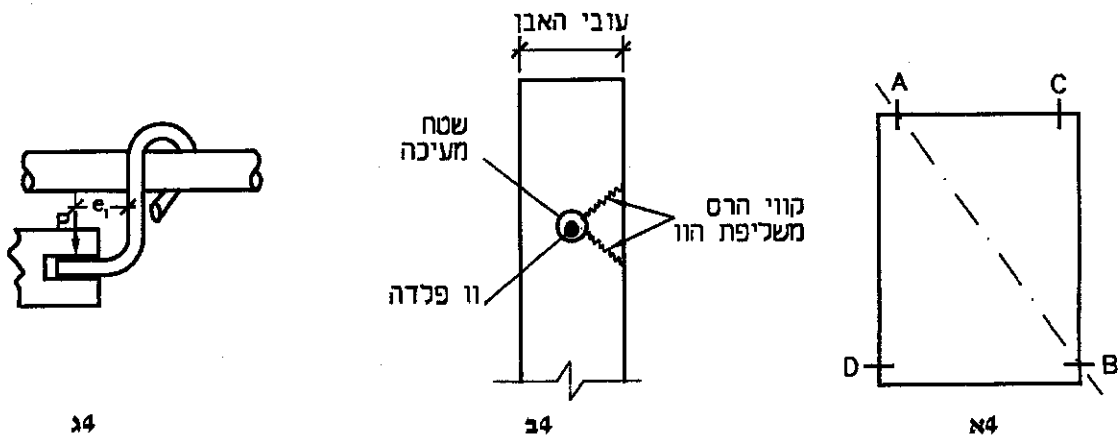
גם כשנעשה חישוב מיוחד עבור פרטי החיפוי, אין צורך לחשב את הרשת אם היא מתאימה לדרישות סעיף 2.1.2 ולדרישות סעיף 4.5.

2. 3. 4. פירוט שלבי החישוב

- א. קבלת נתונים על האבן:
 - חוזק הלחיצה של האבן;
 - חוזק הכפיפה של האבן;
 - המשקל הסגולי המרחבי של האבן.
- ב. קביעת הסכמה הסטטית של האבן ונקודות הקיבוע:
 - לעומסים אופקיים - לפי נקודות האחיזה;
 - לעומסים אנכיים - לפי מיקום תושבת התמיכה הקומתית.
- ג. קביעת העומסים האופקיים:
 - עומס רוח לחיצה וליניקה לפי האזור והגובה, כמפורט בתקן הישראלי ת"י 414;
 - עומס רעידת אדמה לפי האזור, כמפורט בתקן הישראלי ת"י 413.
- ד. קביעת העומסים האנכיים:
 - משקל האבנים לכל קומה;
 - משקל המלט לכל קומה.
- ה. חישוב כפיפת האבן (ציור 4א בתקן וציור א-2 בנספח לתקן):
 - כפיפה סביב הקו המחבר את הסמכים A, B (ראו ציור 4א);
 - כפיפה סביב הקו הניצב לקו הנ"ל (ראו ציור א-2 בנספח לתקן) (חישוב מומנט הכפיפה M, מומנט ההתנגדות לכפיפה Z והמאמץ σ).
- ו. חישוב הכוחות הפועלים על האבן בנקודות האחיזה (ציור 4ב):
 - הריאקציות;
 - מאמצי ההרס לשליפת הוו בניצב לקיר;
 - מאמצי המעיכה (תוך שימוש במקדם ביטחון 3).
- ז. חישוב הוו המעגן את האבן (ציור 4ג):
 - קביעת האקסצנטריות e_1 ;
 - חישוב המומנט על הוו $M = Pe_1$;
 - חישוב מומנט ההתנגדות של הוו $Z = 0.1d^3$;
 - חישוב המאמץ בפלדה (σ_s) : (σ_s) מותר $< \frac{M}{Z} = \sigma_s$.
- ח. חישוב הרשת המעוגנת לקיר (ציור 4ד), אם אינה מתאימה למפורט בסעיף 4.3.1 ה:
 - קביעת צפיפות העיגונים לקיר;
 - קביעת סכמה סטטית;
 - חישוב כפיפת מוטות הרשת (תוך התחשבות ברצועות) (ראו נספח א).
- ט. חישוב העוגנים המעוגנים לקיר:
 - חישוב הריאקציות על כל עוגן בהתאם לשטח שהוא נושא ובהתאם ליניקת הרוח;
 - בחירת הדסקית המחברת את הרשת לעוגן;
 - בחירת העוגן מתוך קטלוג היצרן.

כ. חישוב עומס אנכי (ציור ה4):

- קביעת מיקום תושבת התמיכה הקומתית (כגון: זוויתן, תושבת בטון, או עיגון ישיר של האבן לקיר הרקע);
- חישוב העומס על כל תושבת G (משקל כל השכבות למעט קיר הרקע);
- קביעת האקסצנטריות e_2 (ראו ציור ה4);
- חישוב המומנט בתושבת $M = G e_2$;
- קביעת מידות התושבת הקומתית;
- קביעת המרחק בין העוגנים של התושבת, לפי הנדרש.



ציור 4 - פרטים לשלבי החישוב

אריה וישנברג 18.02.2014. תקן זה נועד לשימוש אישי בלבד. אין לצלם להעתיק, להפיץ או לשכפל בכל דרך שהיא. כל הזכויות שמורות למכון התקנים הישראלי.

4.4 קיר הרקע

4.4.1 חוזק הקיר

קיר הרקע יהיה כזה, שיהיה אפשר לעגן אליו עוגנים בעלי התנגדות לכוח שליפה של 150 ק"ג לפחות⁽¹⁵⁾, כגון קירות בטון וקירות מבלוקי בטון מקשיים. המרחק בין העוגנים יהיה כמפורט בסעיף 4.5.

4.4.2 קיר מבלוקים מבטון תאי מאושפרים באוטוקלב, או מבלוקי בטון מקשיים עשויים אגרגאט קל

קירות מבלוקים מבטון תאי מאושפרים באוטוקלב או מבלוקי בטון מקשיים עשויים אגרגאט קל יעמדו בדרישות אלה לפחות:

- חוזק הלחיצה של הבלוקים לא יהיה קטן מ-3 מגפ"ס ;

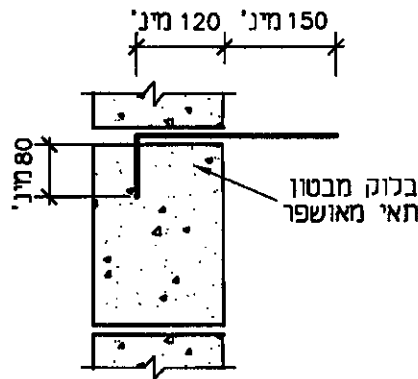
- העוגנים יחדרו לבלוק לעומק 80 מ"מ לפחות ויהיו בעלי התנגדות לכוח שליפה של 150 ק"ג לפחות. כאשר קירות רקע בנויים מבלוקים מבטון תאי מאושפרים באוטוקלב, ניתן לעגן בהם את העוגנים לעיגון הרשת בשיטות המפורטות להלן:

א. הכנה מראש של עוגנים לעיגון הרשת (שיטה עדיפה, ראו ציור 5)

מחדירים בזמן הבנייה עוגנים מפלב"ם או מפלדה מגולוונת שקוטרם 5 מ"מ, במכת פטיש, בכל שורה שנייה של בלוקים, במרחקים של 450 מ"מ לכל היותר לאורך הקיר.

ב. קביעת העוגנים לעיגון הרשת לאחר שלב הבנייה (מיתדים או עוגנים אחרים)

לאחר בניית קיר הרקע והשלמת שכבת האיטום, תולים את הרשת על גבי מתלים המחוברים לקיר באמצעות עוגנים המיועדים לבלוקים מבטון תאי מאושפרים באוטוקלב או לבלוקי בטון מקשיים עשויים אגרגאט קל.



ציור 5 - הכנה מראש של עוגנים

(המידות במילימטרים, הציור אינו מסורטט לפי קנה מידה)

4.4.3 סטיות מותרות בקיר הרקע

הסטיות המותרות בקיר הרקע מהמישוריות ומהאנכיות יתאימו לנדרש בתקן הישראלי ת"י 789 עבור עבודת שלד בטון או בני.

בחיפוי בשיטת ההרכבה, אם קיר הרקע בעל סטיות גדולות מהמותר בתקן הישראלי ת"י 789, אשר אינן מאפשרות ביצוע הרכבה עם שכבת מלט אחת, נדרש יישור קיר הרקע על ידי השמת שכבה נפרדת של בטון מזוין. שכבת הבטון המזוין תושם לפני שכבת ההרבצה ותעוגן לקיר הרקע.

⁽¹⁵⁾ אפשר להשתמש גם בעוגנים בעלי התנגדות נמוכה יותר, לפי חישוב המהנדס, בתנאי שהמרחק בין העוגנים קטן יותר.

הערה:

לחלופין, אם סטיות קיר הרקע גדולות מהמותר בתקן הישראלי ת"י 789, אפשר לחפות את הקיר בשיטת הקיבוע היבש (ראו התקן הישראלי ת"י 2378 חלק 3⁽²⁾).

4. 4. 4. קיר מבלוקי בטון חלולים

אפשר לחפות בשיטת הקיבוע הרטוב קירות רקע מבלוקי בטון חלולים, בתנאי שיוכח בבדיקה במעבדה מאושרת⁽¹⁰⁾ שהעוגנים המחברים בין הבלוקים ובין הרשת מסוגלים לעמוד בכוח השליפה המפורט בסעיף 4.4.1.

4. 4. 5. איטום קיר הרקע

לפני ביצוע החיפוי ייאתמו קיר הרקע והיקף הפתחים בחומר אוטם. אין לבצע איטום על קירות בטון אלא לאחר 28 ימים מיום היציקה. איטום קיר הרקע ייעשה על ידי בעלי מקצוע, בעלי ידע וניסיון בשיטת האיטום שנבחרה. האיטום ייעשה בהתאם למפרט הטכני. יש לוודא שייאתמו החללים מסביב לאבזורים הקבועים בקיר הרקע ושיובטח ניקוז המים שעלולים להצטבר בגב האבן. במשטחים אופקיים ייעשו שיפועי ניקוז. איטום קיר הרקע ייעשה באחת השיטות האלה:

- איטום בשכבת הרבצה המתאימה לדרישות התקן הישראלי ת"י 1920 על חלקיו;
- איטום באמצעות תערובת צמנטית המכילה מוספים פולימריים (טיח הידרולי מוגמש) - שיטת איטום זו אינה מתאימה למקרים שיש בקיר הרקע סדקים גדולים או מישקים (לדוגמה: בקירות בני);
- איטום ביטומני גמיש - שיטת איטום זו מתאימה רק במקרים שבהם החיפוי נעשה בשיטת הבנייה (סעיף 4.1.2);
- שיטת איטום אחרת באישור המהנדס האחראי⁽⁷⁾.

4. 4. 6. בידוד תרמי על קיר הרקע

חיפוי על גבי שכבת בידוד תרמי חיצונית יש לבצע רק בשיטת הבנייה (סעיף 4.1.2), תוך הקפדה על פרטים אלה:

- המרחק בין העוגנים המעגנים את רשת הפלדה לקיר הרקע לא יהיה גדול מ-450 מ"מ, בשני הכיוונים;
- מידות הזוויתן יתאימו לעובי מערכת החיפוי (הכוללת את שכבת הבידוד התרמי).

שכבת בידוד תרמי חיצונית תהיה כלואה על ידי שכבת חיפוי עמידה בפני אש, בהתאם לנדרש בתקן הישראלי ת"י 921 על חלקיו, לפי העניין.

4. 5. עיגון רשתות הפלדה לקיר הרקע

רשתות יעוגנו לקיר הרקע בעוגנים המרוחקים זה מזה 600 מ"מ לכל היותר בשני הכיוונים, למעט בחיפוי על גבי שכבת בידוד תרמי חיצונית (ראו סעיף 4.4.6). מיתד העוגנים יהיה עשוי מתכת או ניילון. עוגנים אלה יעגנו את הרשת כך שיובטח, שמסביב למוטות הרשת יהיה כיסוי של 10 מ"מ מלט לפחות. כאשר מעגנים כמה רשתות על פני שטח הקיר, יש לוודא שתהיה חפייה של משבצת אחת לפחות ביניהן. בקטעי קיר צרים, כגון מזוזות ("גליף") ומשקופים, אפשר להשתמש בחלקי רשת, או לחלופין במוטות, כלהלן:

- בקטעי קיר שרוחבם קטן מ-200 מ"מ יעבור לפחות מוט אחד של הרשת, בקוטר 8 מ"מ, לכל אורך הקטע;

- בקטעי קיר שרוחבם גדול מ-200 מ"מ יעברו לפחות שני מוטות של הרשת לכל אורך הקטע, כך שיתאפשר קיבוע האבן לקיר באמצעות הווייס באופן יציב.

הערה:

במקום שימוש בחלקי רשת אפשר להשתמש במקומות אלה בקיבוע מסוג אחר (כגון: באמצעות עוגנים העוברים דרך האבן, או אבזרים לקיבוע ביבש).

קיבוע העוגנים לעיגון הרשת אל קיר מבלוקים מבטון תאי המאושפרים באוטוקלב ייעשה כמפורט בסעיף 4.4.2.

העוגנים לעיגון הרשתות לקיר הרקע יעמדו בכוחות שלפיפה של 150 ק"ג לפחות (עומס שימושי מותר של כ-35 ק"ג). סוג העוגן תלוי בסוג קיר הרקע⁽¹⁵⁾.

השימוש בעוגן יהיה לפי הוראות היצרן.

בדיקת העוגנים תיעשה כנדרש בסעיף 5.1.1.3.

4.6. חיבור הזוויתנים לקיר הרקע

זוויתנים אופקיים, המשמשים תושבת לאבנים שמעליהם, יחוברו לאלמנט בטון במפלסי התקררות או במרחקים אנכיים של 3.5 מ' לכל היותר.

מידות הזוויתנים ייקבעו לפי הקריטריונים האלה:

תושבת האבן על הזוויתן תהיה 15 מ"מ לפחות (רוחב הצלע התחתונה של הזוויתן יהיה הסכום של עובי המלט בגב האבן בתוספת 15 מ"מ)⁽¹⁴⁾.

דוגמה:

כאשר סטיות קיר הרקע מתאימות לנדרש בתקן הישראלי ת"י 789, עובי המלט 30 מ"מ ועובי האבן הנשענת על הזוויתן 30 מ"מ, מידות הזוויתן יהיו 45 מ"מ x 45 מ"מ (לפי החישוב 45=15+30).

כאשר סטיות קיר הרקע גדולות מהנדרש בתקן הישראלי ת"י 789, עובי המלט ביו האבן לקיר הרקע עשוי להיות גדול מ-30 מ"מ, ואז יידרש זוויתן גדול יותר.

עובי אגף הזוויתן יהיה לפחות 1/10 מרוחב האגף או לפי חישובי המהנדס האחראי⁽⁷⁾ על התכן.

לצורך התכן ההנדסי קובעים את עובי אגף הזוויתן בחישוב סטטי, כאשר אגף הזוויתן הוא זיו הנושא את כל משקל האבנים והמלט של הקיר הנשענים עליו (עד הזוויתן הבא מעליו).

הזוויתן יוצמד ישירות לקיר באמצעות עוגנים, ללא חלקים מתווכים בין הזוויתן לקיר; במקומות שבהם גב הזוויתן מרוחק מהקיר, במסגרת הסטיות המותרות בסעיף 4.4.3, יש להבטיח שהזוויתן יהיה לחוץ אל הקיר באמצעות לוחיות פח פלדה ("שימסים") בעלות צורת "ח", התלויות על גבי עוגן ומגיעות עד לתחתית הזוויתן.

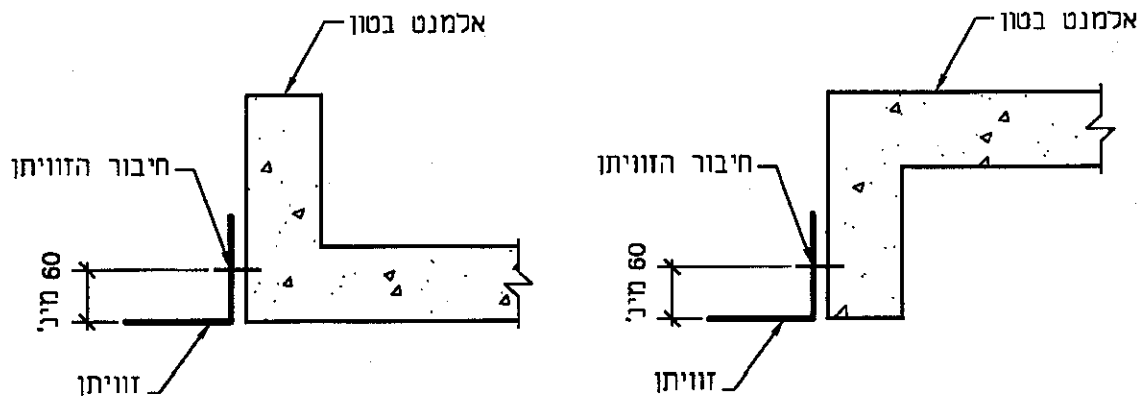
אורך כל זוויתן יהיה 2000 מ"מ - 3000 מ"מ; בין כל שני זוויתנים סמוכים זה לזה יש לשמור על מרווח של 20 מ"מ - 30 מ"מ, שיאפשר ניקוז המים; מרכז החורים לחיבור הזוויתן לקיר יהיה לפחות 12 מ"מ מקצה השפה העליונה של הזוויתן.

בכל מקרה, חיבור הזוויתנים אל הקיר ייעשה לפחות 60 מ"מ מקצה אלמנט הבטון שהוא מחובר אליו (ראו ציור 6). במקרה הצורך, יש להתאים את מידות הזוויתן.

כוח השליפה של עוגני הזוויתנים יותאם לעומס שימושי של 250 ק"ג לפחות, עם מקדם ביטחון לשליפה 3 לפחות.

המרחק בין העוגנים המחברים את הזוויתן אל הקיר יהיה 300 מ"מ, זאת בתנאי שמידות הזוויתנים אינן קטנות מ-45 מ"מ × 45 מ"מ ואינן גדולות מ-50 מ"מ × 50 מ"מ, ושסכום עוביים של המלט ואבן החיפוי אינו גדול מ-65 מ"מ.

כאשר הנתונים הם אחרים, מחשבים את המרחק בין העוגנים תוך התחשבות בפיתול הזוויתן ביניהם. קוטר העוגנים לקיבוע הזוויתנים בבטון ייקבע על ידי המהנדס האחראי⁽⁷⁾, אך לא יהיה קטן מ-12 מ"מ. העוגנים יהיו בעלי דסקית שקוטרם 40 מ"מ לפחות ועובייה 2 מ"מ לפחות. אורך העוגנים ייקבע בהתאם להוראות היצרן, אך בכל מקרה הם יוחדרו לעומק 80 מ"מ לפחות לתוך הבטון.



ציור 6 - חיבור הזוויתן

(המידות במילימטרים, הציור אינו מסורטט לפי קנה מידה)

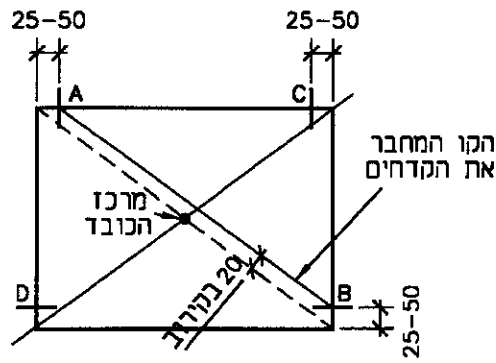
4.7. הכנת אבן החיפוי לקיבוע

4.7.1. חירוף גב האבן

לשיפור החיבור בין האבן לשכבת המלט המשמשת להצמדת האבן לקיר הרקע בשיטת ההרכבה, במיוחד באבנים שספיגותן נמוכה וגבן חלק, ניתן לחרוץ בגב האבן חריצים שרוחבם 5 מ"מ לפחות, עומקם 5 מ"מ לפחות והמרחק ביניהם 10 מ"מ - 15 מ"מ. בכל מקרה, העובי המינימלי של האבן לאחר החירוף לא יהיה קטן מ-20 מ"מ.

4.7.2. קדחים

בכל אבן ששטחה גדול מ-0.1 מ"ר ייקדחו 4 קדחים שקוטרם 4 מ"מ לעומק 30 מ"מ, באמצע עובי הפאות. 2 קדחים ייקדחו בפאה העליונה האופקית ו-2 קדחים ייקדחו בפאות הצדדיות, קרוב לתחתית האבן. המרחק בין הקדחים לבין פינות האבן יהיה 25 מ"מ - 50 מ"מ. כך תקובע האבן לקיר הרקע באמצעות ווים ב-3 נקודות (כנדרש לייצוב מישור), כאשר הקו המחבר שתיים מהנקודות עובר קרוב מאוד למרכז הכובד של האבן (ראו ציור 7), ובנקודה נוספת תקובע האבן באמצעות וו אל שכבת המלט שמאחורי האבן.



ציור 7 - קדחים באבן (המידות במילימטרים והן מידות לדוגמה בלבד)

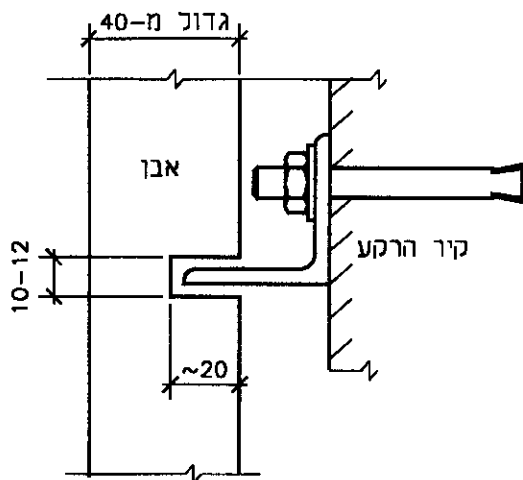
באבן ששטחה קטן מ-0.1 מ"ר מותר שיהיו שני קדחים, בתנאי שהם בנקודות A ו-B (ראו ציור 7). קוטר הקדחים ועומקם יספיקו להכנסת הווים לקיבוע האבן, שקוטרם 3.5 מ"מ, לעומק 25 מ"מ. יש לחקפיד שהקדח יהיה ניצב למישור הפאה ובמרכזה, כדי לא להחליש את נקודת החיבור. כאשר נעשה שימוש באבנים שאורך אחת הצלעות שלהן גדול מ-600 מ"מ, ישקול המהנדס הוספת קדח נוסף או קדחים נוספים בצלע הארוכה.

4.7.3 תעלות

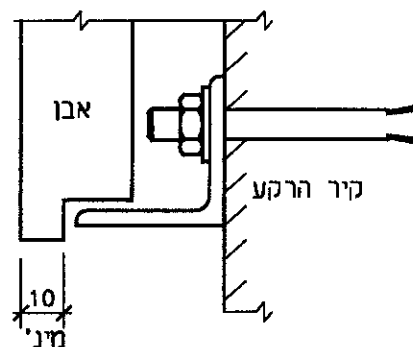
תעלות הן חריצים הנעשים בפאות הצרות של האבן. לצורך השקעת הקטעים הארוכים של הווים בפאות הצרות של האבן (ראו סעיף 4.8), יוצרים תעלות המחברות את הקדחים עם הדופן הפנימית של האבן.

4.7.4 מגרעים וחריצים לתושבת לזוויתן

אם נעשה באבן מגרע למטרת חיבור מוסתר של הזוויתן, עובי האבן הנותר בין המגרע לפני האבן יהיה 10 מ"מ לפחות (ראו ציור 8א). באבן שעובייה גדול מ-40 מ"מ אפשר לחרוץ חריץ שישימש להנחת האבן על גבי הזוויתן (ראו ציור 8ב). עומק החריץ יהיה כ-20 מ"מ ורוחבו 10 מ"מ - 12 מ"מ, בהתאם לעובי אגף הזוויתן.



ציור 8ב - חריץ לתושבת הזוויתן



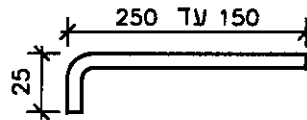
ציור 8א - מגרע לתושבת הזוויתן

ציור 8 - מגרעים וחריצים לתושבת הזוויתן

(המידות במילימטרים, הציור אינו מסורטט לפי קנה מידה)

4.8. וויס לקיבוע האבן

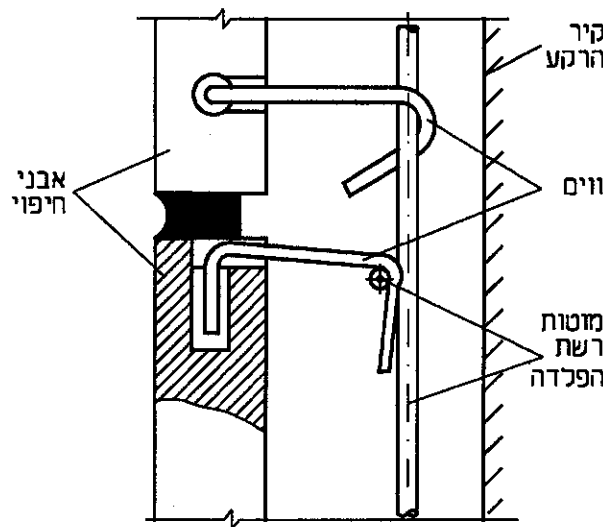
האבן תקובע לרשת באמצעות וויס (סעיף 2.1.3.2). קוטר הוויס יהיה 3.5 מ"מ לפחות. הוויס יהיו מוכנים מראש עם כיפוף בזווית של 90° (כיפוף חד ברדיוס מינימלי). הוויס יהיה בעל קטע קצר שאורכו 25 מ"מ וקטע ארוך באורכים שונים (ראו ציור 9).



ציור 9 - ווי לקיבוע האבן

(המידות במילימטרים, הציור אינו מסורטט לפי קנה מידה)

שני הוויס העליונים והוויס שבצד החופשי של האבן יחוברו אל הרשת; הוויס הצידי הנוסף, הצמוד לאבן הקודמת, יעוגן לתוך שכבת המלט או הבטון שבגב האבן, מבלי שיחובר אל הרשת. הקטעים הקצרים של הוויס יוכנסו לתוך הקדחים שבאבן. הקטעים הארוכים יעברו דרך התעלה שבאבן, יגיעו עד מאחורי הרשת, יקיפו שם את המוט הקרוב ביותר ויכופפו חזרה, כדי לשפר את האחיזה. מכופפים את הוויס תמיד כלפי מטה או הצידה אל מאחורי האבן שאותה מחברים, ולא אל מאחורי האבן הסמוכה (ראו ציור 10).



ציור 10 - קיבוע האבן באמצעות וויס

4.9. מישקים

4.9.1. מישקים רגילים

בין האבנים יתוכננו מישקים בשני הכיוונים (אופקי ואנכי), שרוחבם יאפשר מילוי מושלם של המישק. הרוחב המתאים למילוי מושלם של המישק הוא 10 מ"מ בקירוב.

אריה וישנברג 18.02.2014 תקן זה נועד לשימוש אישי בלבד. אין לצלם להעתיק, להפיץ או לשכפל בכל דרך שהיא. כל הזכויות שמורות למכון התקנים הישראלי

המתכנן⁶ יכול לאשר מישקים צרים יותר בין האבנים, בתנאי שרוחבם לא יהיה קטן מ-3 מ"מ בשני הכיוונים.

מישקים בחיפוי שנעשה בשיטת ההרכבה ינוקו לעומק של כ-20 מ"מ כשהמלט בגב האבן עדיין רטוב. ניקוי מישקים בחיפוי שנעשה בשיטת הבנייה ייעשה כאשר המלט בגב האבן רטוב, או באמצעות אזמל ופטיש לאחר שהמלט מתייבש. אין להשתמש לניקוי המישקים בדיסק, וזאת כדי לא לפגוע בווי העיגון העוברים דרך המישק.

לפני מילוי המישקים במלט הכיחול ינוקו המישקים היטב מאבק ויורטבו. עומק המילוי של מלט הכיחול במישקים ישווה לרוחב המישק כפול 1.5, אולם לא יהיה קטן מ-10 מ"מ.

לאחר מילוי המישקים יאושפר מלט הכיחול (יושאר במצב רטוב) במשך 3 ימים לפחות.

4. 9. 2. מישקים גמישים

רוחב מישקים גמישים יהיה 6 מ"מ לפחות. המרחק בין מישקים גמישים אופקיים יהיה 3 מ' בקירוב, ו-8 מ' לכל היותר בין מישקים גמישים אנכיים.

בין זוותן לשורת האבנים שמתחתיו יהיה מישק גמיש אופקי.

המישקים ימולאו בחומרים שאינם נספגים באבן ואינם גורמים לה נזק מבחינה כימית. בעת מילוי המישקים תוגן האבן מפני הכתמה (למשל באמצעות סרט הדבקה בשני צידי המישק). עומק מילוי

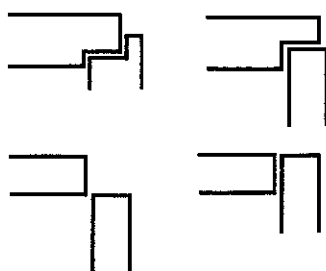
המישק יהיה בין 50% ל-70% מרוחב המישק ולא יהיה קטן מ-5 מ"מ.

מישקים גמישים אנכיים ימוקמו בכל פינה פנימית של חזית הבניין, או במקום שייקבע מראש על ידי המתכנן⁶ בהתאם למרחקים המפורטים לעיל.

4. 10. חיפוי פתחים ופינות

לחיפוי סביב חלונות ופתחים ולחיפוי פינות יגיש המתכנן⁶ פרטי תכנון מפורטים, המתייחסים לאופן העיגון של האבן וזוויתני התמיכה, לאיטום ולניקוז המים (ראו דוגמות לפרטי פינה אופייניים בציור 11).

חיפוי משקוף בפתחים בשיטת הקיבוע ברטוב ייעשה באמצעות אבן אחת הנשענת על חיפוי המזוזות. אם נדרשת יותר מאבן אחת, יקובעו האבנים בעוגנים ישירות לתוך קיר הרקע. אבנים קיצוניות בפינות הבניין וליד פתחים לא יהיו צרות מ-250 מ"מ בכיוון האופקי.



ציור 11 - פרטי פינה אופייניים

פרק ה - בדיקות ודרישות בדיקה**5.1. בדיקות באתר לפני תחילת מלאכת החיפוי ובמהלכה**

במהלך ביצוע עבודות החיפוי תיעשה בקרת איכות (הגדרה 1.4.13).
 הבדיקות באתר הבנייה ייערכו לפני תחילת העבודה, במהלכה ובסיומה.
 הבדיקות המפורטות בסעיפים 5.1.1.1, 5.1.1.2, 5.1.2 ו-5.1.3.1 ייערכו על ידי מי שהוסמך לכך לפי מסמכי ההתקשרות בין מזמין העבודה למבצע, כגון: מפקח, קבלן ראשי, קבלן משנה.
 בדיקת חוזק המלט (סעיף 5.1.1.2 א), בדיקת כוח השליפה של העוגן מתוך קיר הרקע ובדיקת עמידות עוגני הזוויתנים בשליפה (סעיפים 5.1.1.3 ו-5.1.1.4) ייערכו על ידי מעבדה מאושרת.
 הבדיקות המפורטות בסעיף 5.1.3.2 ייערכו לפי דרישה מיוחדת.
 הבדיקות ייערכו בהתאם לתוכנית הבדיקות המפורטת להלן. תוצאות הבדיקות יתועדו על ידי עורכי הבדיקה במסמך כתוב וחתום.

5.1.1. בדיקות לפני תחילת החיפוי

לפני תחילת מלאכת החיפוי עורכים את הבדיקות האלה:

5.1.1.1. בדיקת קיר אב-טיפוס

לפני תחילת החיפוי מכינים קיר חיפוי לדוגמה, הכולל את כל מרכיבי מערכת החיפוי (קיר אב-טיפוס), המהווה קטע קיר ששטחו 12 מ"ר.
 מחפים את קטע הקיר בהתאם לתוכניות הביצוע ובחומרים המפורטים במפרט הטכני (הגדרה 1.4.12). בוחנים חזותית את הדוגמה. הדוגמה תאושר על ידי המתכנן⁽⁶⁾.

5.1.1.2. בדיקות נוספות

- א. מוודאים שחוזק הלחיצה של המלט והבטון מתאימים לנדרש בטבלה 1, בהתאם לתעודת הבדיקה של המעבדה המאושרת;
- ב. מוודאים שתוכניות ביצוע ופרטים כמפורט בסעיף 4.2 נמצאים באתר;
- ג. מוודאים עם המהנדס האחראי⁽⁷⁾ שנערכו החישובים המתאימים, בהתאם לצורך, כמפורט בסעיף 4.3;
- ד. מוודאים שנעשה איטום קיר הרקע ומסביב לפתחים, ושהתקבלה הוראה מהקבלן הראשי להתחיל בעבודת החיפוי;
- ה. בודקים אם סטיות קיר הרקע מתאימות לנדרש בסעיף 4.3.4;
- ו. בודקים את חוזק קיר הרקע כנדרש בסעיף 5.1.1.3;
- ז. מוודאים שהאבן לחיפוי מתאימה להזמנה ולדרישות סעיף 2.1.1, ושתכונות האבן מתאימות לנדרש בתקן הישראלי ת"י 2378 חלק 1, לפי תעודת בדיקה של מעבדה מאושרת;
- ח. בודקים את עמידות עוגני הזוויתנים בשליפה בבדיקה המתוארת בסעיף 5.1.1.4;
- ט. מוודאים שהחומרים והרכיבים למילוי ולאטום מישקים מתאימים לנדרש בסעיף 2.1.6, בהתאם לתעודת בדיקה מלאה ועדכנית של מעבדה מאושרת;
- י. מוודאים שכל החומרים והמוצרים האחרים המשמשים במערכת החיפוי מתאימים לנדרש עבורם בפרק ב שבתקן, ושנמצאים אישורים (אישורי יצרן) המעידים על כך.

3. 1. 1. 5. **בדיקת כוח השליפה של העוגן מתוך קיר הרקע**
 מספר דוגמות הנבדקות לא יהיה קטן מהמפורט בטבלה 2.
 בוחרים את הדוגמות באקראי מכל פני השטח, לפי שיקול הדעת של הבודק.

טבלה 2

מספר דוגמות הבדיקה	שטח החזית הנבדקת (מ"ר)
6	עד 300
10	יותר מ-300 עד 600
15	יותר מ-600

מחדירים לקיר הרקע עוגן עד לעומק הנדרש בהתאם לדרישות התכנון. מחדירים את העוגן באופן שישאר בין קצה העוגן לקיר מרווח המתאים למבנה מכשיר השליפה.
 שולפים את העוגן באמצעות מכשיר שליפה בעל אמצעי למדידת כוח השליפה.
 רושמים את כוח השליפה.
כוח השליפה יתאים לנדרש בסעיף 4.4.1.

4. 1. 1. 5. **עמידות עוגני הזוויתנים בשליפה**
 בודקים את עמידות עוגני הזוויתנים בשליפה מאלמנט בטון, בבדיקה המתוארת בסעיף 5.1.1.3.
 בודקים 3 דוגמות.
כוח השליפה של עוגני הזוויתנים יתאים לנדרש בסעיף 4.6.

2. 1. 5. **בדיקות במהלך החיפוי**
 במהלך החיפוי עורכים את הבדיקות המפורטות להלן.
 מספר דוגמות הבדיקה יהיה לפי שיקול הדעת של המהנדס האחראי⁽⁷⁾.
 א. בודקים שהרשת מעוגנת לקיר הרקע כנדרש בסעיף 4.5;
 ב. בודקים שהעוגנים מתאימים לרשת כנדרש בסעיפים 2.1.3.3 ו-2.1.3.7;
 ג. בודקים שהקדחים באבן מתאימים לנדרש בסעיף 4.7.2;
 ד. בודקים שהווים לקיבוע האבן לרשת מתאימים לנדרש בסעיף 4.8;
 ה. בודקים שמידות הזוויתן (רוחב שני האגפים והעובי) מתאימות לתוכניות הביצוע או לחישוב המהנדס האחראי ושופן חיבור הזוויתן לקיר מתאים למפורט בסעיף 4.6;
 ו. בודקים שעובי שכבת המלט או הבטון מתאים לנדרש בסעיפים 4.1.1 או 4.1.2, בהתאם לשיטת החיפוי;
 ז. בחיפוי הנעשה בשיטת הבנייה, בודקים שיציקת המלט נעשית כמפורט בסעיף 4.1.2;
 ח. בודקים בבדיקה חזותית שמראה הקיר המחופה מתאים לנדרש בסעיף 5.1.3.1.

3. 1. 5. **בדיקות בגמר העבודה**
 בגמר חיפוי הקירות בודקים את מערכת החיפוי בבדיקות אלה:

1. 3. 5. **מראה הקיר המחופה**
 בודקים בבדיקה חזותית שמראה הקיר המחופה מתאים למפורט בסעיף 3.2 ולדוגמת הבדיקה שאושרה עם תחילת החיפוי (ראו סעיף 5.1.1.1).

2. 3. 1. 5. **בדיקות נוספות**

בדיקות נוספות להתאמת מערכת החיפוי לדרישות התקן ייערכו במקרה של חילוקי דעות או לפי דרישה מיוחדת, על ידי מעבדה מאושרת.

נספח א - דוגמה לחישוב חיפוי אבן בקיבוע רטוב

(למידע בלבד)

בנספח זה מובאת דוגמת חישוב לחיפוי אבן בקיבוע רטוב. לכל שלב חישוב מפורטים שיקולי התכן המובאים בחשבון.

א-1. נתוני חומרי החיפוי (ראו ת"י 2378 חלק 1)

משקל מרחבי של האבן: 2.6 ג' לסמ"ק ; γ_A

משקל מרחבי של המלט: 2.0 ג' לסמ"ק ; γ_M

חוזק האבן בלחיצה: 60 מגפ"ס⁽¹⁶⁾ - 80 מגפ"ס (לפי בדיקות מעבדה);

חוזק האבן בכפיפה: 5 מגפ"ס - 7 מגפ"ס (לפי בדיקות מעבדה);

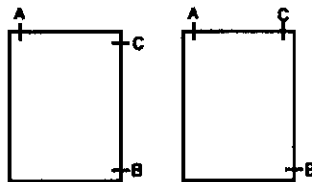
חוזק האבן בגזירה: 5 מגפ"ס (לפי בדיקות מעבדה).

הערה:

בחישוב נלקחו נתוני החוזק הנמוכים שהתקבלו בבדיקת המעבדה.

א-2. נקודות הקיבוע והסכמה הסטטית (סעיף 4.3.2 ב) (ציור א-1)

בקיבוע רטוב - 3 נקודות, באחד הסידורים האלה:



ציור א-1

מחשבים את מאמץ הכפיפה של האבן לאורך הקו המשופע AB, ובניצב לו.

הערה: וו D שאינו מחובר לרשת לא נכלל בחישוב.

א-3. נתוני דוגמת החישוב

בניין בן 8 קומות נבנה בירושלים המערבית; גובהו 25 מ'; זוויתני תמיכה בכל קומה;

עובי המלט 30 מ"מ; הווים לקיבוע האבן בקוטר 3.5 מ"מ (הנחת תכנון), במרחק 25 מ"מ מפינת לוח האבן.

מידות האבן שנבחרה: לוחות אבן נסורה בעובי 30 מ"מ, רוחב 300 מ"מ, גובה 800 מ"מ.

⁽¹⁶⁾ מגפ"ס = מגה פסקל = ניוטון לממ"ר

נ' = ניוטון

פס' = פסקל = ניוטון למ"ר

א-4. נתוני העומס (ראו סעיפים 4.3.2 ג-ד)

- עומס אנכי: משקל לוח האבן: $187 \text{ נ"י} = 30 \times 80 \times 3 \times 2.6 / 100$

משקל המלט: $144 \text{ נ"י} = 30 \times 80 \times 3 \times 2.0 / 100$

- לחץ הרוח (על כל שטח הלוח) לפי ת"י 414: $W = qM_1M_2C_eA$

כאשר:

1350 פס' = q - לחץ המהירות הבסיסית של הרוח בירושלים

1.10 = M_1 - מקדם אופי פני השטח, לשטח פתוח, לגובה 20 מ' - 30 מ'

1.00 = M_2 - מקדם הסביבה לאתר שאינו פסגה או ערוץ

-0.6 = C_e - מקדם היניקה על משטח חיצוני בצד החסוי

ולכן:

$$W = -1350 \times 1.1 \times 1.0 \times 0.6A = -891A \cong -900 \times 0.30 \times 0.80 = -216 \text{ נ"י ללוח}$$

באזורי הפינות קיימת הגברת העומס W לפי ת"י 414.

- רעידת אדמה: לפי התקן הישראלי ת"י 413 לרכיבים לא נושאים $R_p = 2.0$

$$H = 2.0 \times 0.12 G = 0.24 G = 0.24 (187 + 144) = 79 < W \text{ נ"י ללוח}$$

H - העומס האופקי כתוצאה מהשפעת רעידת אדמה (נ')

G - משקל לוח האבן והמלט יחד (נ')

(בירושלים המערבית מקדם העוצמה $Z = 0.12$ ו- $H < W$)

א-5. חישוב כפיפת האבן (סעיף 4.3.2 ה) (ציור א-2)

אורך הקו המשופע AB: 822 מ"מ.

בהנחה שהרוחב הפעיל בקבלת הכפיפה "כלוא" בתוך קרניים בנטייה של 1:2 מהקו AB - תתקבל רצועה

פעילה ברוחב מלא (318 מ"מ) בתחום ניכר של אמצע המפתח AB. לכן:

$$M \cong W \times \overline{AB} / 8 = 216 \times 0.822 / 8 = 22.2 \text{ נ"י} \cdot \text{מ} = 22200 \text{ נ"י} \cdot \text{מ}^2$$

$$\sigma = M \times 6 / (b_1 t^2) = 22200 \times 6 / (318 \times 30^2) = 0.465 \text{ מגפ"ס} << 5.0/4$$

בהנחה של מקדם בטיחות בכפיפה 4.

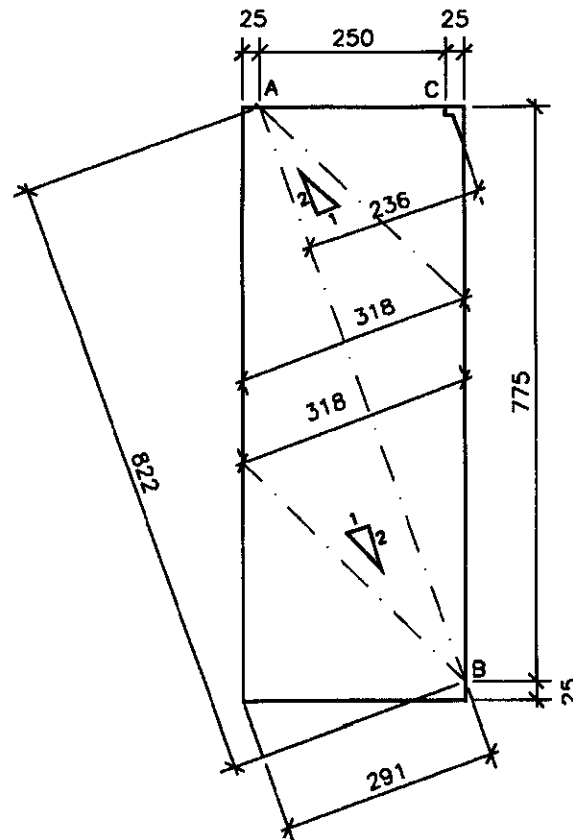
העומס על הצד השמאלי, בכיוון ניצב לכיוון הקודם, יהיה בקירוב:

$$114 \text{ נ"י} = 0.53 \times 216$$

$$11100 \text{ נ"י} \cdot \text{מ}^2 = 11.11 \text{ נ"י} \cdot \text{מ} = 114 \times 0.291 / 3$$

$$\sigma = 6M / (b_2 t^2) = 6 \times 11100 / (822 \times 30^2) = 0.09 < 0.465 \text{ מגפ"ס}$$

מסקנה: האבן עומדת בכפיפה (גם אם מביאים בחשבון חלוקה לא אחידה של המאמץ בכיוון הניצב).



ציור א-2

(המידות במילימטרים, הציור אינו מסורטט לפי קנה מידה)

א-6. חישוב האבן בנקודות האחיזה וחישוב הוויס והרשת

בהנחה שהעומס האנכי נמסר כולו לזוויתן התמיכה הקומתי דרך המלט לכיחול והמלט להצמדת לוחות האבן, תהיה הריאקציה בחיבורי האבן רק זו הבאה מיניקת הרוח. חישוב חיבור של לוח שאינו קרוב לפינת הבניין יהיה כמפורט לחלן:

א. חישוב האבן (סעיף 4.3.2 ו)

הריאקציה המקסימלית במצב גבולי של שירות תהיה בחיבור B:

$$R_H = 216 \times \frac{800}{2} / 775 = 111.5 \text{ נ"י}$$

כשהקדה, בקוטר 4 מ"מ ועומק 30 מ"מ, סוטה ב-2 מ"מ מאמצע עובי הלוח, יהיה מאמץ הגזירה באבן בשני שטחי גזירה⁽¹⁷⁾:

$$\tau = 111.5 / (2 \times 20 \times 12) = 0.232 \text{ מגפ"ס}$$

מסקנה: האבן עומדת גם בגזירה במגע בוו (בהנחה שמקדם הבטיחות לגזירה = 6).

מאמץ המעיכה במגע עם הוו (בהנחה שהמגע בוו הוא רק בעומק 10 מ"מ):

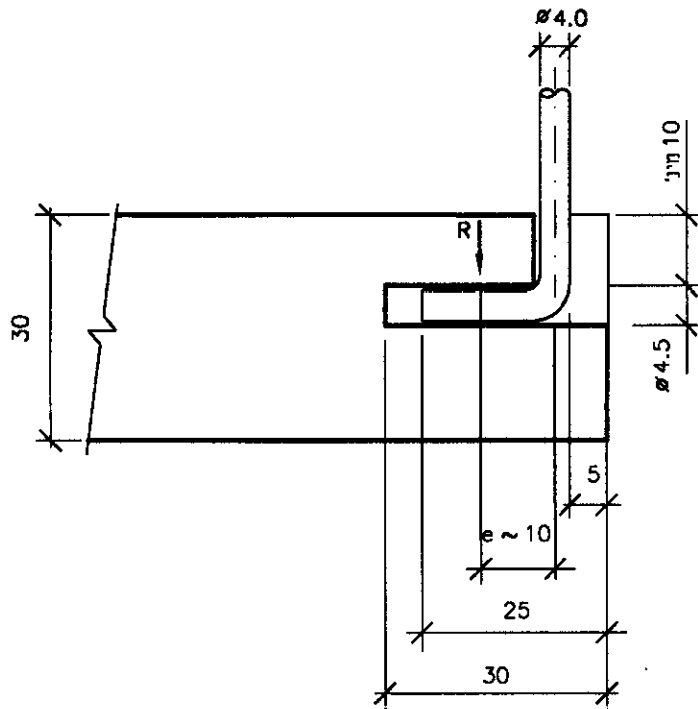
$$\sigma = 111.5 / (3.5 \times 10) \cong 3.20 << 60/4 \text{ מגפ"ס}$$

מסקנה: האבן עומדת בנקל גם במעיכה במגע בוו (בהנחה שמקדם הבטיחות = 4).

⁽¹⁷⁾ שטח הגזירה האפקטיבי הוא באורך כ-20 מ"מ, ראו הקדה בציור א-3.

ב. חישוב וו האחיזה בצד האבן (סעיף 4.3.2 ז) (ציור א-3)
 נניח אקסצנטריות הריאקציה ביחס לציר הוו 10 מ"מ, ולכן:
 $M \cong 111.5 \times 10 = 1120$ נ"מ · מ"מ
 $Z = 0.1^3 = 0.1 \times 3.5^3 = 4.3$ ממ"ק
 $\sigma_s = M/Z = 1120/4.3 = 261$ מגפ"ס

מסקנה: המאמץ בפלדה גבוה כנראה מגבול הכניעה שלה, אם הוו עשוי פלדה בלתי מחלידה (פלביים), הניתנת לכיפוף ביד אדם.



ציור א-3

(המידות במילימטרים)

- אפשר לפתור את הבעיה באחת הדרכים האלה:
- על ידי הגדלת קוטר מוט הוו ל-4.5 מ"מ (המאמץ ירד ל-123 מגפ"ס);
 - על ידי הכנת ווים כפופים בכיפוף חד יותר (ראו ציור א-4) (האקסצנטריות תקטן ל-7 מ"מ, ועבור וו בקוטר 4 מ"מ נקבל מאמץ של 125 מגפ"ס בקירוב);
 - על ידי בחירה בוו מפלביים שגבול הכניעה שלה גבוה יותר;
 - על ידי יצירת תעלה בשפת האבן, כדי שהוו ייחבא בה (ואז תקטן האקסצנטריות ל-5 מ"מ במקרה של וו כפוף בכיפוף חד, והקוטר יישאר 3.5 מ"מ).



ציור א-4

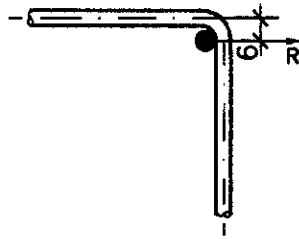
ג. חישוב קצה הוו המחובר לרשת (ציור א-5)

בהנחה שהוו יהודק בצבת, ושקוטר הלולאה (פנימי) לא יהיה גדול מ-8 מ"מ, האקסצנטריות תהיה כ-6 מ"מ, והמאמץ בפלדה יהיה:

$$\sigma_s = 112 \times 6 / 4.3 = 156 \text{ מגפ"ס} \quad \text{כשהקוטר } 3.5 \text{ מ"מ}$$

$$\sigma_s = 112 \times 6 / 6.4 = 105 \text{ מגפ"ס} \quad \text{כשהקוטר } 4.0 \text{ מ"מ}$$

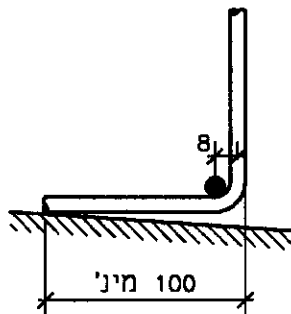
בשני המקרים המאמץ המתקבל אינו חורג מגבול המותר.



ציור א-5

(המידות במילימטרים, הציור אינו מסורטט לפי קנה מידה)

לחלופין, אפשר לנקוט את השיטה המתוארת בציור א-6: הוו כפוף ב-90° ברדיוסים דומים, כאשר קצהו שמאחורי הרשת ארוך מ-100 מ"מ. במצב זה אפשר להניח אקסצנטריות של כ-8 מ"מ. ואז, רק אם קוטר המוט 4 מ"מ, מקבלים מאמץ שאינו חורג מגבול המותר.



ציור א-6

(המידות במילימטרים, הציור אינו מסורטט לפי קנה מידה)

ד. חישוב הרשת המעוגנת לקיר (סעיף 4.3.2 ח)

נניח שרשת זיון מרותכת $\times 5@150$, נתונה באמצע עובי שכבת המלט ומעוגנת לקיר כל 600 מ"מ בכל כיוון. כמו כן נניח שהרשת עם המלט פועלים בצורה דומה ללוח מקשי ללא קורות הנשען על העוגנים הנזכרים לעיל.

עומס הרוח כ-900 נ"מ"ר (סעיף א-4), במצב גבולי של שירות.

למעבר למצב גבולי של הרס נניח שמקדם הבטיחות $\gamma_F = 1.5$ (במקום 1.2 הנדרש לעומס רוח כשהוא משולב עם עומס קבוע ושימושי), מפני שכאן מדובר בעומס רוח לבדו הפועל על שטח קטן (פחות מ-1 מ"ר). ניתן להניח: $d = 15$ מ"מ

$$M_{\max} \cong 1.5 \times 900 \times 0.6^2 / 10 = 48.6 \text{ מ' \cdot נ"מ}$$

$$M = 1.5 \times 0.3 \times 48.6 = 21.9 \text{ מ' \cdot נ"מ} = 21900 : \ell / 2 = 300 \text{ מ"מ שרוחבה עמוד"}$$

$$A_s \cong 21900 / (0.9 \times 15 \times 435) = 3.7 \text{ ממ"ר} \ll 2 \times 19.6 (\times 5 \text{ מוטות})$$

מכיוון שיש ספק בדבר מיקומה המדויק של הרשת באמצע עובי שכבת המלט, וספק רב מזה

בדבר מילוי מושלם של כל החלל מאחורי האבן - אין לרדת מתחת $\times 5@150$, על אף תוצאת החישוב האחרון.

חישוב חלופי של הרשת כמוטות פלדה שאינם משתפים את המלט בפעולתם, יצריך בתנאים שלעיל רשת $\times 6@150$ לפחות.

א-7. חישוב העוגנים המעגנים את הרשת לקיר (סעיף 4.3.2 ט)

הריאקציה על עוגן בודד (שאינו סמוך לפינות הקיר) תהיה:

$$H = 0.60 \times 0.60 \times 900 = 324 \text{ נ"מ}$$

קוטרו של העוגן המעגן את הרשת לקיר לא יוכל להיות 3.5 מ"מ, כי הריאקציה שחושבה לעיל על עוגן

בודד (324 נ"מ) גדולה פי 3 מהריאקציה המקסימלית בחיבור B שחושבה לפי סעיף א-6 (111.5 נ"מ).

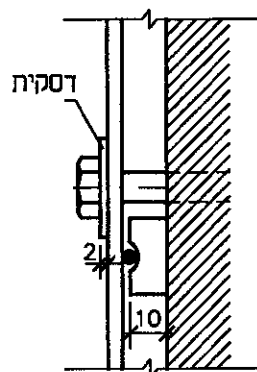
עוגן מתאים יהיה לפחות בקוטר 6 מ"מ.

מומלץ להשתמש בדסקית בקוטר 40 מ"מ ובעובי 2 מ"מ, שהעוגן יחדק אותה מעל לרשת - כאשר בין

הרשת לקיר מרחק של 5 מ"מ - 10 מ"מ (כשהמרחק נמדד ממוט הרשת הקרוב לקיר - ראו ציור א-7).

בוחרים עוגן מתוך קטלוג היצרן לפי חומר הקיר.

לכוח של 300 נ"מ - 400 נ"מ יספיק ברוב המקרים עוגן פשוט. מקדם בטיחות סביר לעוגנים כאלה הוא 6.



ציור א-7

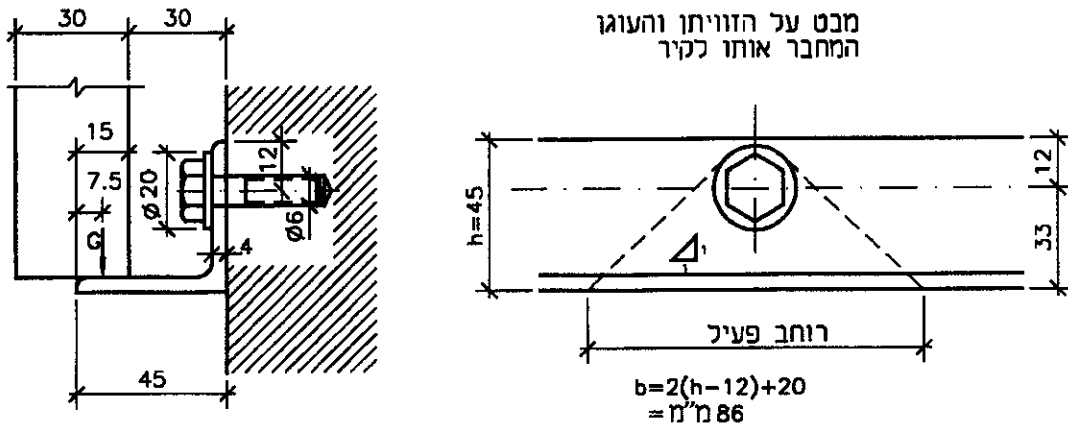
(המידות במילימטרים, הציור אינו מסורטט לפי קנה מידה)

א-8. חישוב התמיכה הקומתית (סעיפים 4.3.2 ד, י) (ציור א-8)

- תמיכה זו אמורה לשאת את מלוא המשקל האנכי של האבן ושל כמחצית המלט שמאחוריה.
- מחשבים את המשקל האנכי של האבן ושל מחצית המלט שמאחוריה, כאשר ההנחה היא שמחצית המלט נדבקת לקיר ורק כמחציתה נישאת על ידי התמיכה, ובהנחה שגובה קומה = 3.20 מ' (4 לוחות אבן), כלהלן:

$$G = 3.20 \left(3 \times 26 + 3 \times \frac{20}{2} \right) 10 = 3460 \text{ נ' למ'}$$

- מחשבים את מאמץ הכפיפה בזוויתן, כלהלן:
- נניח שהזוויתן 4 × 45 × 45 (הוא גם הזוויתן הקטן ביותר המספק תמיכה לאבן מבחינת מידות גאומטריות, כשהמלט בעובי 30 מ"מ).
- העוגן ימוקם כשצירו 12 מ"מ משפת הזוויתן העליונה (ראו ציור א-8).



ציור א-8

(המידות במילימטרים, הציור אינו מסורטט לפי קנה מידה)

מומנט הכפיפה באגף האופקי של הזוויתן, בהנחה שהמרחק בין כל שני עוגנים 300 מ"מ, יהיה:

$$M = 0.30 \times 3460 \times 35 = 36330 \text{ נ' מ"מ}$$

$$M = 0.30^2 \times 3460 / 8 = 38800 \text{ נ' מ"מ} = 38.8 \text{ נ' מ'}$$

$$Z = 86 \times 4^2 / 6 = 229 \text{ מ"מ}^2 \text{ פעיל}$$

$$R_v = 0.3 \times 3460 = 1038 \text{ נ' לעוגן}$$

$$\sigma_s = 36330 / 229 = 159 \text{ מגפ"ס}$$

מסקנה: הזוויתן הדרוש הוא 45 × 45 × 4.5 (או שהעוגן יותקן כל 250 מ"מ).

הגזירה בזוויתן (בהתחשב בפינה המעוגלת):

$$\tau_s = 1038 / [2 \times 0.45 (1.2 - 0.1)] = 1048 \text{ נ"י לסמ"ר} < 10.5 \text{ מגפ"ס} < \tau \text{ מותר}$$

הריאקציה האופקית והאנכית בעוגן (בזוויתן המוגדל):

$$R_h = R_v \cdot 35 / 33 = 1100 \text{ נ"י}$$

$$R_v = 1038 \text{ נ"י}$$

מסקנה: דרוש עוגן אמין, ולפי קטלוג היצרן יספיק עוגן בקוטר 10 מ"מ החודר 80 מ"מ לבטון בקורה או בתקרה.

הערה:

מחשבים חישובים דומים לגבי כוחות הנובעים מעומסי הרוח המנוגברים בקרבת פינות הבניין בכל הכיוונים. הדבר יתבטא לפחות בתוספת וויס ללוחות האבן ובקטנת המרחקים בין העוגנים המחברים את הרשת ואת הזוויתן לקיר.

נספח ב - המלצות למניעת שיתוך הנגרם ממגע בין מתכות

(למידע בלבד)

טבלה ב-1 - המלצות למניעת שיתוך הנגרם ממגע בין מתכות שונות

מתכות	ברונזה-אלומיניום וברונזה צורנית	זרחתית ברונזה	נחושת	פלבי"ם	פלדה רכה	יצקת ברזל	אלומיניום	אבץ
ברונזה-אלומיניום וברונזה צורנית	-	0	0	1	x	x	x	x
ברונזה זרחתית	0	-	0	1	x	x	x	x
נחושת	0	0	-	1	x	x	x	x
פלבי"ם	1	1	1	-	x	x	x	1
פלדה רכה	x	x	x	x	-	1	x	x
יצקת ברזל	x	x	x	x	1	-	x	x
אלומיניום	x	x	x	x	x	x	-	1
אבץ	x	x	x	1	x	x	1	-

מקרא לטבלה:

0 - ניתנים לשימוש במגע בכל התנאים.

1 - ניתנים לשימוש במגע רק בתנאי יובש (כלומר, בתוך יציקה או בתוך חלל מעל מפלס שכבת איטום, למעט במקרה שהחלל מיועד לניקוז חופשי).

x - לא ניתנים לשימוש במגע.

נספח ג - סטיות מותרות בפני החיפוי

(נורמטיבי)

הסטיות המקסימליות המותרות בפני החיפוי (ראו סעיף 3.3) יהיו כמפורט להלן:

ג-1. סטייה מהאנכיות

הסטייה המקסימלית המותרת של פני החיפוי מהאנכיות לא תהיה גדולה מהמפורט להלן:

א. לאורך סרגל 2 מ': 3 מ"מ;

ב. לכל גובה החיפוי: $8 \times \sqrt{h/3}$ מ"מ,

כאשר h = גובה הקיר המחופה, במטרים.

מודדים את הסטייה באמצעות הורדת אנך ("חוט פיון") או באמצעי מדידה אלקטרוניים.

המדידה תתבצע במישקים האופקיים.

ג-2. סטייה מהקו האופקי המתוכנן

הסטייה המותרת המקסימלית (מ"מ) של פני החיפוי מהקו האופקי המתוכנן לא תהיה גדולה

מ- $5 \times \sqrt{\ell/3}$ מ"מ,

כאשר ℓ = אורך הקטע הנמדד, במטרים.

המדידה תתבצע בעזרת חוט מתוח בכיוון האופקי או באמצעים אלקטרוניים.

ג-3. סטייה מקומית במישק

הסטייה המקסימלית המותרת מהמישור בכיוון הניצב לקיר, במישק בן שתי אבנים נסורות סמוכות, לא

תהיה גדולה מ-1 מ"מ.

רשימת מונחים

Styrene Butadiene Rubber (SBR)	-	גומי סטירן-בוטדיאן
mortar	-	מלט
cement	-	צמנט



טבת התשס"ח
דצמבר 2007

גיליון תיקון זה מעדכן את
התקן הישראלי ת"י 2378 חלק 2 מדצמבר 2005

פרק ב - דרישות כלליות

סעיף 2.1.2. רשתות פלדה לעיגון

הכתוב בסעיף יושמט, ובמקומו ייכתב:

קוטר המוטות שמהם עשויות רשתות פלדה לעיגון לא יהיה קטן מ-4.8 מ"מ, ומידות משבצות הרשת יהיו 150 מ"מ לכל היותר.

הרשתות יתאימו לדרישות אלה:

א. במרחק עד 500 מ' מהים

במערכות חיפוי של בניינים הנמצאים במרחק עד 500 מ' מהים, הרשתות יהיו עשויות פלבים⁽⁸⁾ 316.

ב. בסביבת זיהום (ראו הגדרה בתקן הישראלי ת"י 2378 חלק 1)

בסביבת זיהום ישקול המהנדס האחראי⁽⁷⁾ שימוש ברשתות פלבים 316, בהתאם למידת השיתוך שנגרם לבניינים הקיימים בסביבה הסמוכה לאתר.

ג. באזורים אחרים

באזורים אחרים הרשתות יהיו עשויות פלדה מגולוונת בטבילה חמה לאחר הריתוך, כמפורט בתקן הישראלי 918.

הרשתות יתאימו לדרישות התקן הישראלי ת"י 4466 חלק 4⁽⁹⁾.

(7) ראו הגדרת "מהנדס אחראי" בתקן הישראלי ת"י 2378 חלק 1.

(8) פלבים 316 מכונה לפי UNS (Unified Numbering System - שיטת המספור המואחדת), S 31600.

שיטת UNS מוזכרת במסמך של האגודה האמריקנית לבדיקות ולחומרים (ASTM E 527-1983 (2003).

(9) רשתות אלה מכונות בפי בעלי המקצוע "רשתות לבניין".

2.1.3. אבזרי מתכת

סעיף 2.1.3.2. הכתוב בסעיף יושמט, ובמקומו ייכתב:

הוויים לקיבוע האבן לרשת יהיו עשויים פלבי"ם 316 ללא קשר לחומר שהרשת עשויה ממנו.

הערה:

דרישה זו להבטחת איכות הוויים עדיפה על ההמלצה המפורטת בנספח ב בטבלה ב-1, משום שרמת הסיכון לשיתוך שעלול להיגרם ממגע בין הוויים לרשת היא נמוכה מאד.

סעיף 2.1.3.4. פריטים א ו-ב יושמטו, ובמקומם ייכתב:

א. במרחק עד 500 מ' מהים

במערכות חיפוי של בניינים הנמצאים במרחק עד 500 מ' מהים יש להשתמש בפלבי"ם 316.

ב. בסביבת זיהום (ראו הגדרה בתקן הישראלי ת"י 2378 חלק 1)

המהנדס האחראי⁽⁷⁾ ישקול שימוש באבזרי פלבי"ם 316 בהתאם למידת השיתוך שנגרם לבניינים הקיימים בסביבה הסמוכה לאתר.

פרק ד - תכנון

סעיף 4.8. וויים לקיבוע האבן

במשפט השני יושמט הערך 3.5 מ"מ, ובמקומו ייכתב:

3.4 מ"מ

פרק ה - בדיקות ודרישות בדיקה

סעיף 5.1.1.2. בדיקות נוספות

הכתוב בפריט י יושמט, ובמקומו ייכתב:

י. מוודאים עם המהנדס האחראי⁽⁷⁾ ומקבלים את אישורו על התאמת רשתות הפלדה לעיגון ועל התאמת

אבזרי המתכת לנדרש על ידו, בהתאם לדרישות המפורטות בסעיפים 2.1.2 ו-2.1.3, בהתאמה.

יא. מוודאים שכל החומרים והמוצרים האחרים המשמשים במערכת החיפוי מתאימים לנדרש עבורם

בפרק ב שבתקן, ושנמצאים אישורים (אישורי ספק או יצרן) המעידים על כך.