

מסמך למקור פנימי - 2010/מ'פ

4.71 - 6.71



שם תיק: לשכת חברות וכלכלה - תחנה לחקר הבניה-
פרסומים

מזהה פנימי: 6046/14-ג

מזהה פריט 000pdum

כתובת: 2-107-9-6-8

תאריך הדפסה 10/12/2017

6046/14

88 01 15

משרד השיכון

4.7.71

לכבוד

גב' ד. גל

א.נ.נ.

רצוף בזה תקציר המחקר: "סקר חגובות דיירים לאורור פנימי של חדרי שרותים".

הדו"ח המלא של המחקר באופסט ישלח אל כב' לפי בקשתכם.

ב ב ר כ ה

יח' מחקר הבנייה

1000

1000

1000

1000

1000

1000

הטכניון — מכון טכנולוגי לישראל

מוסד הטכניון למחקר ופתוח בע"מ



תחנה לחקר הבניה

נובמבר 1970 (16)

U.D.C. 697.9 : 643.521

סקר תגובות דיירים לאורור פנימי של חדרי שרותים

מ.א. הופמן, י. רקטור, מ. פרנק

תקציר דו"ח מחקר א/ת/68/20

ממומן ע"י משרד השיכון, הזמנה מס' 17/31300/68

1. מבוא

דו"ח זה מוסר על תגובות דיירים לשימוש השרותים הפנימיים שבדירתם, ב־1963 בוצע סקר של תגובות הדיירים על השיטות השונות של אוורור חדרי השרותים הפנימיים שנכנסו אז לשימוש מעשי בארץ * בזמן ששיטות אחרות היו אז עדיין בשלב של חקירה מעבדתית.

נוכרות כאן כל שיטות האוורור אשר הונתגו על ידי משרד השכון עד שנת 1969 ועד בכלל.

שיטות האוורור שנבדקו עפ"י הדיירים הן :

1. אוורור טבעי דרך החלונות החוצה.
2. אוורור בשיטת השכטים (ארובות).
3. אוורור טבעי — צינור נכנס צנור יוצא.
4. אוורור דרך מתקן אוורור — צנור יחיד.
5. אוורור דרך מתקן אוורור — צנור נכנס צנור יוצא.
6. אוורור דרך פתח הגג.
7. אוורור טבעי — צנור יוצא + חריץ בדלת.

המחקר בוצע ב־2 שלבים: שלב ראשון בחורף 1968/69.

שלב שני בקיץ 1969.

* ב. גבעוני, "סקר שרותים פנימיים", תחנה לחקר הבניה, חיפה, 1963.

דו"ח על מחקר ראשון הוצא על ידי המחברים בדצמבר 1969 ובו מתוארות תוצאות השלב הראשון של המחקר (בחורף).

1.1 מטרת הדו"ח

מטרת דו"ח מחקר זה להגיש את התוצאות הסופיות של המחקר כולו, תוך השוואת תוצאות החקירה בחורף לתוצאות בקיץ, וכן השוואת המצב היום עם זה שהיה בשנת 1963 בנושא הנחקר — עד כמה שהשוואה כזאת אפשרית לאור הנתונים שנאספו בנושא זה ב־1963.

ימצא קורא הדו"ח גם סקירה כללית של השיטות הקיימות לאורור שרותים פנימיים, הסקירה כוללת סקר ספרותי, חוות דעת של מומחים (על שיטת השכטים), קביעת הדרישות לאורור שרותים פנימיים והמלצות לשמוש במתקני האורור הקיימים באזורי הארץ השונים.

2. סיכום

במחקר עמדו החוקרים על יעילות של השיטות השונות הנהוגות באורור של שרותים פנימיים והשוו השיטות ביניהן מבחינות שונות.

תוצאות המחקר הצביעו על ליקויים מצד אחד אך גם על שיפורים שחלו בשיטות אלו בנושא זה מאז החקירה הקודמת ב־1963.

יש צורך להמשיך לפתח ולשפר, בהתאם להמלצות המובאות בדו"ח זה, את השיטות הנהוגות בארץ היום ולחזור על חקירה דומה בעוד שנים מספר.

3. הממצאים העקריים של המחקר

א. כללי:

למעלה מ־50% מכל הדיירים רואים את שיטת האורור הפנימית הנהוגה בדירתם טבעית ואין להם הערות, לא לגבי האורור עצמו ולא לגבי כל בעיה אחרת הקשורה בשיטת האורור, כגון רעש, חושך וכיוצ"ב.

הרגשתם הכללית היתה טובה או "טובה מאוד", אולם טובה בקיץ יותר מאשר בחורף. (63% בקיץ ו־53% בחורף).

ב. התאורות והשרותים:

כמעט בכל השיטות ההתאורות גרועה יותר בקיץ מאשר בחורף.

ג. נקיון המתקנים והתווספות פסולת בתחתית השכטים אי בתחתית או סביב צנורות האורור.

מצב חמור הרבה יותר בקיץ מאשר בחורף: ("מתווספת פסולת בתחתית השכט...") 47% בחורף: 74% בקיץ.

ד. בעית החושך בשרותים.

אחוז קטן יחסי (7% מכל הנשאלים ענו שאין אור יום חודר לשרותים) טענו שבעית החושך בשרותים היא קריטית (בדרך כלל בגלל פחד הילדים להכנס לחדר חשוך לעשית צרכיהם).

ה. ההבנה של הדייר ושל הקבלן הבונה —

גם הדייר וגם הקבלן הבונה לא הבינו כראוי את הטכניקה של שיטת האוורור (צינורות, שכטים, חריצים מתחת לדלת השרותים וכו') ולכן פגעו במתקן בתום לב מבלי לדעת שהם גורמים לקלקולו.

ו. בענין הרעש —

בהשוואה למצב שהיה קיים בשנת 1963 (כאשר הבעיה נחקרה לראשונה) נמצא:

(1) לא חל שנוי בתלונות הדיירים על שיטת השכטים. למעלה מ-75% התאוננו אז ומתאוננים גם היום על המצב האקוסטי.

(2) שיפור רב חל בתגובות הדיירים על המצב האקוסטי בשיטת "צינור נכנס צינור יוצא": 81% תלונות ב-1963 לעומת 40% תלונות היום.

(3) אותו דבר בשיטת "צינור יחיד + חריץ בדלת": 43% תלונות ב-1963 לעומת 24% תלונות היום.

ז. אזורי המחקר

קיים הבדל ניכר בין איזור לאיזור ביחס לאותן שיטות האוורור. שיטות אוורור מסוימות פועלות באופן תקין בשפלה (אזור תל-אביב) ואילו בנגב אינן פועלות כלל.

ח. תוצאות הלוואי של המחקר

המחקר הוכיח שבעית אוורור השרותים הפנימיים איננה דווקא הבעיה היחידה; על כל פנים אין היא הבעיה החמורה ביותר בדירה. דיירים רבים העירו הערות שאף כי לא נגעו לבעיה הנחקרת יש להן חשיבות רבה לגבי תכנון דירות בכלל. בין הנקודות שהועלו היו: תכנון הדירה, פונקציונליות הדירה, החלוקה הפנימית של החדרים, אוורור הדירה, חדירת השמש בחורף ואפשרויות ההצללה בקיץ וכו"ב.

נתונים אלו עשויים לשמש בסיס למחקר בנושא "התכנון הפונקציונלי".

5. מסקנות והמלצות

המסקנות וההמלצות הבאות לבטוי בפרק זה מבוססות על:

(א) תגובות הדיירים.

(ב) הצעות המומחים הנוגעים בדבר מטעם התחנה לחקר הבניה ומטעם משרד השיכון אשר חקרו אישית את שיטות האוורור השונות באתרים.

(א) מסקנות הנובעות מסקר תגובות הדיירים

(1) מצב התאורדות השרותים חמור יותר בקיץ מאשר בחורף. הדבר אמור בכל השיטות.

(2) רוב הדיירים מעדיפים אוורור טבעי דרך החלון, אולם מתרגלים לשיטות אוורור פנימיות מבלי לראות בהן מטרד. בתנאי ששטות אלה פועלות כשורה וההתאורדות מובטחת בקיץ ובחורף.

(3) בעית החושך בשרותים נשארה, אולם לא כפי שהיתה ב־1963, כשיטות האורור הפנימי של השרותים היו חדשות.

(4) בעית הרעש, הקשר האקוסטי בין הדירות דרך הצינורות והשכטים, קיימת היום כמעט באותה חומרה כמו ב־1963, במיוחד בשיטת השכטים. בשיטות הצינורות (צינור נכנס צינור יוצא ו/או צינור יחיד + חריץ בדלת) פחתו התלונות (לגבי שנת 1963) אולם הבעיה עדיין קיימת.

(5) לא נוכל לאמר ששיטת אורור אחת עדיפה על שיטה אחרת. שיטות אחדות פועלות באופן תקין באזור אחד, ואינן פועלות כלל באזורים אחרים. הדבר נכון במיוחד לגבי השיטות המשתמשות במתקנים. בשיטת צינור נכנס צינור יוצא הכוללת גם מתקן היו 95% תלונות באזור באר שבע, ואילו באזורי תל־אביב וירושלים לא התלוננו הדיירים על השיטה או המתקן.

(6) אף כי רמת ההתאוררות של השרותים נמוכה יותר בקיץ מאשר בחורף נוטים יותר הדיירים להעריך את דירתם כטובה או "טובה מאוד" בקיץ (63%) מאשר בחורף (53%).

השאלון אמנם לא חקר את הסיבות להבדלי הערכה אלה, אולם מסקנה אחת נראית ברורה: בעית "השרותים הפנימיים" אינה בעית הדור החשובה ביותר. קיימות כנראה בעיות רבות אחרות הנובעות מהבדלי פונקציונליות בתכנון והדבר טעון חקירה מיוחדת.

(7) מבחינה קלימטולוגית היו הדירות שנסקרו טובות יותר בקיץ מאשר בחורף.

(8) בעית הנקיון של השכטים וצינורות האורור ובעית הפסולת המצטברת בתחתית השכטים חמורה בקיץ יותר מאשר בחורף.

(9) דיירים רבים מבצעים בעצמם שנויים בדירתם ובאופן כזה פוגעים לעתים במתקני האורור.

(10) ביחס לשיטות האורור

שיטה מס' 5 (צינור נכנס צינור יוצא + מאורר) פעלה כשורה באיזורי תל־אביב וירושלים (רח' גואטמלה) ואילו באזור באר שבע גרמה לתלונות.

(11) ביחס למאוררים: חלק מהמאוררים אינם מספקים די אויר לחילוף האויר בשרותים, במיוחד כשהדרי השרות מפוצלים (למשל — בבאר שבע, הוכנסו 2 מאוררים המספיקים רק בהפעלה רצופה). הסקר שנערך בקרית ים וקרית אתא הראה שהמאוררים שהותקנו מתאימים לחדר אחד בלבד (באיזור החוף).

(12) ביחס לצינורות האורור עצמם: נתגלו ליקויים בבנייתם של צינורות האורור (חומרי ההדבקה של האלמנטים בלטו בתוך הצינור והקטינו את שטח החתך שלו).

(ב) מסקנות והמלצות הנובעות מחקירות מיוחדות שנערכו במקום

(1) בענין הבנת הפונקציונליות של המתקנים.

כבר במחקר החורף הרחבנו את הדבור בנושא זה והסתבר ש-20% מכל הדיירים לא הבינו את הצורך בפתחי האוורור (הוא לא הוסבר להם) ולכן סתמו אותם, חלק "כדי להתגונן בפני הקור" וחלק אחר "סתם כך" באותו מחקר נאמר שלא רק הדיירים, אלא גם הבנאים וקבלני המשנה ולולו בדבר והעבירו דרך צינורות האוורור צינורות מים וראו לא הקפידו על בניתם, כך שלעתים הוקטן שטח חתך הצינור או אף נסתם ע"י חלקיקי טיט.

ולכן מומלץ בזה:

(א) לערוך מבצע הסברה בזמן הבניה ולפניה וכן עם כניסתם של הדיירים לדירתם החדשה.

(ב) לדאוג לכך שבמקומות שבהם משתמשים ב"2 פתחי אוורור, האחד למטה והשני למעלה, לא יהיה גם חריץ בדלת (דבר שנמצא באחדות מן הדירות שנסקרו).

(ג) לדאוג לכך שלא יועברו דרך צינורות האוורור צינורות לדודי שמש.

(ד) לדאוג לכך שהתקנת אנטנות הטלביזיה לא תפגע בצינורות האוורור.

(ה) לדאוג לכך שבמקומות בהם קיים פתח אוורור אחד (שיטת צינור יוצא

+ חריץ בדלת) יהיה חריץ מתחת לדלת בית השמוש ו/או חדר האמבטיה (כאמור מצאו החוקרים דלתות רבות ללא חריץ אף כי החריץ תוכנן).

(ו) לראות שכונס האויר יהיה מורם מעל פני הקרקע כדי למנוע סתימות ע"י עפר ו/או מים (ראה הצילומים בסוף הדו"ח).

(ז) לדאוג לכך שהתריסים לווסות זרימת האויר לתוך צינור האוורור יהיו מורכבים כראוי. (כאמור מצאו החוקרים שתריסים רבים מורכבים במהופך. (מובן שבמצב כזה אין זרימת אויר חופשית אפשרית).

(ח) לדאוג לכך ששלבי התריסים ינועו בחופשיות.

(ט) במקרה של מתקן מכני (מאוורר) יש לדאוג שיהיה מתאים (לפי המלצתנו בפרק 3), תקין ומורכב במקום הנכון ובצורה הנכונה.

(י) רצוי שינתנו הסברים לדייר על שיטת האוורור הפנימי בדירה בזמן מסירת המפתח. כאשר האוורור הוא במתקנים מכניים (מאווררים) על ספק המאווררים להעביר לדייר הוראות תפעול מדויקות. יש להביא לידיעת הדייר את העובדה שצריכת החשמל של מאוורר כזה נמוכה מאוד.

(2) בענין התכנון והביצוע של מחקני האוורור

(א) לבעית ה"רעש" והעברת הקולות מדירה לדירה דרך צינורות האוורור והשכטים יש למצוא פתרונות חדשים. יש לפתח צינורות אוורור ושכטים בולעי קול. מומלץ בזה על התחלת השימוש במתקנים שקטים במקום "הניאגרה".

כמו כן מומלץ בזה לפתור את הבעיה האקוסטית החמורה של שיטת "צינור יוצא וחריץ בדלת + מתקן אוורור" (שיטה מס' 4) שהיא למעשה שיטת השכטים + צינור יוצא אל השכט (קרית אתא וקרית ים).

(ב) בענין חומרי הבניה לצינורות האוורור

כאשר צינורות האוורור עשויים מאלמנטים רצוי שהאלמנטים יהיו גדולים ככל האפשר כדי להקטין את השפעת בליטות הטיט בפוגות משום שהן מגבילות את זרימת האוויר דרך הצינורות. רצוי לפיכך להשתמש בצינורות אסבסט-צמנט או בצינורות מחומרים פלסטיים שהרכבתם אינה כרוכה בבעית החבורים הנזכרת לעיל.

(ג) בענין "חושך בשרותים"

ה"חושך בשרותים", אף כי כפי שהוכיח המחקר הוא ענין של הרגל הפריע מאוד ב־1963 כאשר האוורור הפנימי של חדרי שרותים היה עדיין חדש. אם כי כיום הוא בעיה ממדרגה שניה. יש בכל זאת לדאוג להתחדת אור טבעי לכל חדרי שרותים, רבה ככל האפשר, לשם כך מומלץ להתקין.

(1) גגונים שקופים על קצה הצנורות והשכטים;

(2) אשנבים ובהם שמשות "מט" בדלתות השרותים.

(ד) קשר בין שכנים (חזו"ח) —

אפשר למנוע ע"י התקנת חלונות לשכטים בגבהים שונים מדירה לדירה.

(ה) למניעת כניסתם של עכברים וחרקים יש להתקין רשתות מתאימות מחומרים מעולים בפתח כל כונס אויר.

(ו) למניעת הצטברות פסולת בתחתית השכטים יש לסגור את כונסי האויר ברשתות עשויות חומרים מעולים שלא בקלות אפשר יהיה להרסן. עם זאת יש לחשוב מראש על אפשרות נאותה לניקוי תחתיות השכטים. הצינורות והשכטים עצמם. רצוי לקבוע שלבים בקירות השכטים כדי לאפשר גישה לצינורות ולמתקנים.

(ז) למניעת חדירת מים דרך פתחי הגג (בשיטת "אוורור דרך פתח הגג") יש לשנות את זווית הגגון כך שגשם היורד בזווית התקפה קטנה לא יוכל לחדור. יש להגדיל את שולי הגגון כשהכיפה חייבת להיות בעלת קשת גדולה יותר. רצוי אף לחשוב על כיפות מחומר שקוף שיגדילו את כמות האור הנכנס לחדרי שרותים.

(3) בענין אחזקת הדירה

המחקר הוכיח שבמקרים מעטים בלבד קיים אחראי ממונה על הבתים המשותפים (המהווים את השכונים). אמנם בישראל, בניגוד לארצות רבות אחרות, אין תפקיד ה"האזמייסטרים" מוכר. אולם מחקר זה מראה שתפקיד כזה, אם יוטל אל האדם הנכון, ישתלם גם לדיירים וגם למוסדות השיכון. אם יוטל תפקיד כזה על גימלאים, אולי אף יעזור לפתרון בעיה סוציו-אקונומית. "האחראי הממונה" (ההאזמייסט) יתפקד כעמיתו בחו"ל. הוא ישמור על נקיון הבית והסביבה, ישגיח על שלמות המתקנים, וישמש כתובת מודיעין לכל דורש. רבים הם בישראל השכונים שבהם הדיירים משלמים מס חודשי גבוה יחסי עבור גגן, אפשר לשלב תפקיד הגגן עם תפקיד "האחראי הממונה" וע"י כך להשיג יעילות תיפקודית גבוהה למדי.

משרד השיכון

4.7.71

לכבוד

מכ מ"ח

א.נ.א.

רצוף בזה תקציר המחקר: השפעה של חמרי בניין שונים על התגובה
התרמית של מבנים מוסקים".

הדו"ח המלא של המחקר באופסט ישלח אל כב' לפי בקשתכם.

ב ב ר כ ה

יח' מחקר הבנייה

Page 100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

הטכניון — מכון טכנולוגי לישראל

מוסד הטכניון למחקר ופתוח בע"מ



תחנה לחקר הבניה

יולי 1970 (15)

U.D.C. 728 (569.4) : 691.004

השפעה של חמרי בנין שונים על התגובה התרמית של מבנים מוסקים ("חקירה ניסויית") (סקר בתי מגורים מותאם לתנאי הגליל, שלב ב')

ד"ר ב. גבעוני, מ.א. הופמן, מ.ס.

תקציר דו"ח מחקר 103—017

מומן ע"י משרד השכון — מחקר מס' א/ת/3/66

1. סיכום

במחקר אשר תוצאותיו מובאות בדו"ח הנוכחי, נחקרה באופן ניסויי ההשפעה המשולבת על טמפרטורות האויר הפנימי המופעלת ע"י הגורמים המטאורולוגיים הסביבתיים, דרך התכונות התרמו־פיסיקליות של חומרי בניה מהם בנויים הקירות החיצוניים, עוביים וצבעם החיצוני של קירות אלה, ושיטות החימום השונות.

מימדיהם החיצוניים של המבנים בהם בוצעו הניסויים היו שווים; המבנים היו מוסקים בתנורי חימום חשמליים בעלי דרגת חימום שווה ואשר הופעלו או ברציפות יומם ולילה או בזמנים קצובים וקבועים בפרקי זמן שונים של היממה.

מניתוח המדידות שנתקבלו אפשר להסיק את התוצאות הבאות:

א. השפעת ההתנגדות התרמית על הקירות החיצוניים

תוספת להתנגדותם התרמית של הקירות החיצוניים מעלה את טמפרטורת המקסימום המתקבלת כתוצאה מחימום רצוף. התלות כמעט ליניארית. בתנאי החימום האחרים מתקבלות סטיות מסוימות מליניאריות זו.

בקירות עבים בעלי התנגדות תרמית מסוימת גבוה הפרש הטמפרטורות עם ובלא הסקה מהקו הממוצע, בעוד שבקירות דקים אך בעלי אותה התנגדות תרמית, נמוך הפרש זה מהקו הממוצע, הדברים אמורים לגבי רוב שיטות ההסקה.

ב. השפעת זמני הפעלת החימום

השפעת התנגדותם התרמית של הקירות מותנית בזמני ההפעלה של החימום: ככל שהפעלת החימום מפגרת אחרי זמן הופעת המכסימום של טמפרטורת אויר החוץ, קטנה ההשפעה החיובית של תוספת ההתנגדות התרמית על עליות הטמפרטורה הפנימית. השפעת ההפעלה המאוחרת מותנית גם בקיבול החום של הקירות, בתנאי התנגדות תרמית שווה. בקירות יותר עבים נתקבלו טמפרטורות מכסימום יותר גבוהות, ובקירות יותר דקים היו טמפרטורות המכסימום יותר נמוכות.

אולם, כאשר החימום הפנימי מופעל בסמוך לעומס החיצוני המקסימלי, וגם כאשר הוא מופעל כל הזמן, תלולה יותר התלות של תוספת הטמפרטורה בהתנגדות התרמית והפיזור מהקו הממוצע קטן ביותר. ככל שהפסקת החימום בשעות הלילה היתה מאוחרת יותר, וככל שהתנגדותם התרמית של הקירות היתה גדולה יותר, נמדדו טמפרטורות מינימום גבוהות יותר. כאשר הפסקת החימום היתה מוקדמת מאד לעומת מועדה של טמפרטורת המינימום של האויר החיצון, לא נרשמה השפעה ניכרת מתוספת ההתנגדות התרמית. בתנאי חימום רצוף עלתה טמפרטורת המינימום עם הגדלת ההתנגדות התרמית מחד ועם הגדלת עובי הקיר מאידך גיסא.

ג. השפעת הצבע החיצוני

גון הצבע החיצוני מהווה למעשה מקור של חימום הבא מקרינת השמש הפוגעת בשטחי הקירות החיצוניים. כאשר גון הצבע החיצוני כהה, נבלעת — ונמסרת פנימה — כמות יותר גדולה של אנרגיית חום. החימום הפנימי מצדו מוסיף לרמת הטמפרטורה הנגרמת ע"י המקור החיצוני ולכן, במבנים עם קירות בעלי קיבול חום (קירות עבים), האוגרים את החום במשך זמן רב יותר, גבוהה יותר טמפרטורת המקסימום הודות להסקה.

2. מסקנות

בחירת חמרי הבנין המתאימים מבחינה תרמית לאזורים המוגדרים כ"קרים" במשך החורף (תלויה א) ביעודו של הבנין, (ב) באופן הסקתו ושימושו במשך היממה.

בתי המגורים משמשים ביום ובלילה, ובדרך כלל נהוג בארץ להסיק את הדירות משעות הצהריים עד שעת השינה. לכן דרישת החימום היא השגת טמפרטורות פנים גבוהות עד כמה שאפשר במשך שעות אלו. עם הפסקת החימום יש ענין למנוע את ההתקררות המהירה של הדירה. נוהג אחר הוא להסיק את הדירות עם מתקן בעל הספק חימום קבוע או עם הפעלה והפסקה תרמוסטטית. בשני מקרים אלה גם יחד יש ענין בחסכון כדלק, ובמקרה הראשון במניעת ירידה גדולה בטמפרטורת הפנים במשך הלילה.

במבני משרדים וגם במבני חינוך ששימושם העיקרי בשעות הבוקר ואחרי הצהריים המוקדמות ושאינם מוסקים בדרך כלל בשעות הלילה. יש ענין בהתחממות מהירה מיד עם הפעלת החימום, ואין ענין מיוחד במניעת התקררות לאחר גמר העבודה.

מכאן שתיכנון האלמנטים החיצוניים של המבנים צריך להתאים לתנאי השמוש בבנינים.

במקרה של בתי מגורים, כאשר נהוג להסיק את הדירות אחרי הצהריים עד שעות השנה, יש לדאוג להתנגדות תרמית מתאימה מלווה בקיבול חום מתאים של האלמנטים החיצוניים של הדירות.

הבידוד התרמי לבדו אינו מספיק כדי למנוע התקררות מהירה כאשר מפסיקים את החימום. מאידך גיסא, ניתן להשיג התחממות מהירה על ידי תוספת שכבת בידוד בעברם הפנימי של האלמנטים החיצוניים, כגון שכבת טיח או שכבה דקה של ציפוי אחר עם תכונות בידוד מעולות.

גם כאשר החימום מופעל באופן רצוף, יומם ולילה ללא ויסות תרמוסטטי, ואם יש ענין במניעת התקררותם של הדירות בלילה, אין להסתפק בבידוד תרמי בלבד אלא חייבים גם לדאוג שיהיה קיבול חום מתאים לאלמנטים החיצוניים של הדירה.

כאשר ההסקה מופעלת בדירות מגורים ביום ובלילה עם פיקוח תרמוסטטי, אפשר להסתפק באלמנטים חיצוניים קלים בעלי בידוד תרמי מספיק גדול, שמטרתו לחסוך בדלק, אך יש לקחת בחשבון שהדירה משמשת גם לקיץ וכפי שידוע ממחקר אחר של המחברים (1) יש להתחשב בקבול החום, אם בקיץ מפעילים מערכת קירור, או אם תנאי האיוורור מכתיבים אורור המפולש במשך כל היממה, ניתן להסתפק במתן בידוד מתאים לאלמנטים החיצוניים ואין חשיבות לקיבול החום, אולם זאת רק כאשר גון הצבע החיצוני שלהם הינו בהיר.

בבנייני משרדים או בבתי ספר, בהם ההסקה דרושה בשעות הבוקר והצהריים בלבד, אין צורך במתן קיבול חום מיוחד, ויש להתחשב בעיקר בהתנגדות התרמית של האלמנטים החיצוניים. במקרה זה, כאשר באים לקבוע את מקדם מעבר החום הכולל המותר של הקירות, יש להתחשב בחלונות הגדולים הנהוגים כאן כחלק מהאלמנטים החיצוניים, וכן בחדירת אור מבחוץ דרך סדקים של חלונות ודלתות.

(1) ב. גבעוני, מ.א. הוסמן, "השפעת חמרי הבנין על טמפרטורות הפנים" דו"ח מחקר עבור מ. השכין, תחנת לחבר הבניה, סכניון, אפריל 1968.

ש
ח

משרד השיכון

30.6.71

לכבוד

מ. ג. פ.

א. ב. ,

רצוף בזה חקציר המחקר: "פיתוח שיטה שימושית לחיזוי ההתנגדות
הסרמית של בנינים".

הדו"ח המלא של המחקר באופסט ישלח אל כב' לפי בקשתכם.

ב ב ר כ ה

יח' מחקר הבנייה

הטכניון – מכון טכנולוגי לישראל

מוסד הטכניון למחקר ופתוח בע"מ



תחנה לחקר הבניה

פברואר 1971 (18)

U.D.C. : 699 : 86 : 628.8

פיתוח שיטה שימושית לחיזוי ההתנגדות הטרמית של בנינים

ב. גבעוני, מ.א. הופמן

תקציר דו"ח מחקר 017—173

ממומן ע"י משרד השיכון, הזמנה מס' 17/33307/69

זרימת החום דרך האלמנטים החיצוניים של מבנה הנה גורם חשוב בקביעת האקלים הפנימי, באמצעות השפעתה על הטמפרטורה הפנימית של המבנה. תופעה זו הינה תוצאה מהאינטראקציה בין הגורמים המטאורולוגיים של הסביבה החיצונית, לבין התכונות התרמופיסיקליות של מרכיבי המבנה ותכונותיו (גון חיצוני, התנגדות תרמית, קבול חום, תנאי האורור וכו').

מסוף שנית השלושים ניסו חוקרים שונים למצוא ביטוי למעבר חום דרך קירות חיצוניים של מבנים, כתוצאה משינויי הטמפרטורה של אויר החוץ ושל עוצמת הקרינה של השמש, חקירות אלו מכוונות להערכת העומס התרמי של מתקני מיוזג אויר, כאשר הטמפרטורה של הסביבה הפנימית הנה קבועה.

העבודה הנוכחית הינה השוואתית ומתחלקת לשלושה חלקים עיקריים:

1. הערכת העומס התרמי בסביבה החיצונית של המבנה.
2. בחירת קריטריונים להערכת התגובה התרמית היחסית של המבנים.
3. הצעת שיטה לחיזוי התנאים הקיצוניים של טמפרטורת הפנים במבנים (המכסימום ו/או המינימום של טמפרטורת הפנים).

בשלב הראשון של המחקר, המסוכם בזאת, הסתימו שני החלקים הראשונים, החלק השלישי מהוה נושא להמשך העבודה. לעבודה הנוכחית קדמה עבודה נסיונית רבה אשר נערכה בתחנה לחקר הבניה ושמירתה היתה הערכת האינדיקטור טראקציה בין הגורמים החיצוניים והתכונות של המבנה, כגון חומר הקירות החיצוניים, גון שטחם החיצוני ותנאי האדמה.

מכאן נתעורר הצורך בביסוס עיוני לתוצאות אשר נתקבלו.

העומס התרמי החיצוני, המתקבל קודם כל על פני השטחים החיצוניים של הקירות, הינו הגורם המנחה של מעבר החום דרך הקיר. הטמפרטורה "אוויר-קרינה" Sol-air temperature, המתוארת בספרות הינה מדומה, לעומת הטמפרטורה של השטח החיצוני הניתנת למדידה. הטמפרטורה של השטח החיצוני היא פונקציה של הנתונים המטאורולוגיים מחד ושל תכונות החומר והשטח מאידך. בעבודה הנוכחית פותחה משוואה המבטאה קשר פונקציונלי זה. נמצאה התאמה טובה בין הערכים אשר נתקבלו בעזרת השיטה המוצעת והמדידות הנסיוניות.

כדי לבחור קריטריונים להערכת התגובה התרמית היחסית של מבנים נסקרו שיטות שונות בין השיטות הללו, נמצא שהשיטה המיצגת ביותר הינה השיטה של קבוע הזמן התרמי. חוקרים שונים הציעו שיטות לחישוב מספר מיצג כזה.

קיימת שיטה פשוטה לחישוב של קבוע הזמן התרמי של קיר אך השיטות להערכה של קבוע הזמן התרמי של המבנה כולו הינן מסובכות מאוד ודורשות פתרון של משוואות דפרנציאליות מורכבות. העבודה הנוכחית התכוונה למצוא שיטה פשוטה לחישוב של קריטריון להערכת התרמית של מבנה, והכוונה להרחבת השיטה הנזכרת בשם "קבוע הזמן התרמי". הרחבת השיטה נתקבלה מתוך אנלוגיה בין המעגל התרמי המיצג את המבנה לבין מעגל חשמלי. נמצאה התאמה טובה בין הערכים המתקבלים מהחישובים על פי השיטה המוצעת לבין הערכים אשר נתקבלו על פי השיטות המסובכות יותר.

בעבודה הנוכחית הובאו גם תוצאות ממחקר נסיוני בקנה מידה מלא. בדירות בלתי מאוכלסות אשר חוממו בעזרת תנורי חמום חשמליים בעלי הספק שווה, בוצעה אנליזה ראשונית של התוצאות ואפשר היה להגיע למסקנות מסוימות הקשורות עם כושר הבידוד התרמי של הקירות החיצוניים של המבנה.

בתנאי חמום רצוף אושר קשר כמעט לינארי בין עליות הטמפרטורה בתוספת
חמום והתנגדות התרמית של קירות אלה שהיו האלמנט השונה העיקרי בין
הדירות אשר נחקרו.

בשלב הנוכחי העבודה מתרכזת בפתוח נוסחה שתאפשר לבטא בצורה פשוטה
וחד-משמעית את הקשר בין הטמפרטורה הפנימית של דירה ממשית עם וללא
חמום והתכונות התרמו־פיסיקליות של המבנה בכללותו.

משרד השיכון

29.6.71

לכבוד

מ. כ. ג. ד.

א.נ.נ.

רצוף בזה תקציר המחקר: "סדיקה פלסטית בבטון יצוק באקלים חם".

הדו"ח המלא של המחקר באופסט ישלח אל כב' לפי בקשתכם.

ב ב ר כ ה

יח' מחקר הבנייה

20. 10. 1977

100

10. 10. 1977

10. 10. 1977

10. 10. 1977

10. 10. 1977

10. 10. 1977

10. 10. 1977

10. 10. 1977

10. 10. 1977

100

1

100

10. 10. 1977

100

1

הטכניון — מכון טכנולוגי לישראל

מוסד הטכניון למחקר ופתוח בע"מ



תחנה לחקר הבניה

דצמבר 1970 (17)

U.D.C. 693.547.6

סדיקה פלסטית בבטון יצוק באקלים חם

ד"ר דן רבינא, פרופ' רחל שלון

תקציר דו"ח מחקר 51—017

מומן ע"י משרד השכון — מחקר מס' ח/ת/65/3

בעבודות בטון מתגלים לעתים סדקים בבטון הטרי בעודו פלסטי. הם מופיעים בעיקר על פני משטחים אופקיים. צורתם בדרך כלל קוית, ואורכם משתנה. עומקם עלול להיות ניכר. בתקרת בטון רגילה עלול הסדק לחדור לכל עומק החתך. באיזורים חמים ויבשים שכחים הסדקים במשך כל השנה ובעיקר בקיץ, ואילו בימי חמסין הם מופיעים באיזורים אחרים של הארץ.

היות וסדקים אלה מחלישים את המבנה, מעבירים רטיבות ומגבירים את סכנת החלדת הזיון נערך מחקר זה על מנת לעמוד על סיבות ונסיבות של התהוותם ועל דרכי מניעתם.

מקובלות שתי תיאוריות להסברת המכניזם של הסדיקה הפלסטית. מהן אחת, המבוססת על תצפיות באתרים, מיחסת את הסדיקה להתאידות מהירה ורבה של מים מפני בטון. לפיה, כאשר ההתאידות גדולה מהפרשת המים (Bleeding) העולים אל פניו העליונים של האלמנט היצוק מתרחשת הסדיקה. לפי "התדריך ליציקת בטון במזג אויר חם" של המכון האמריקאי לבטון (American Concrete Institute), כאשר שיעור ההתאידות עולה על 1.0 ק"ג/מ"ר/שעה יש לצפות לסדיקה ולנקוט באמצעים מתאימים כדי למנוע אותה. המחמירים קובעים 0.5 ק"ג/מ"ר/שעה כערך הקריטי. אין אסכולה זאת מתיחסת

1) Lerch, W. "Plastic Shrinkage", Journal A.C.I., Vol. 53, No. 8, 797-802 (1957).

2) A.C.I. Standards "Recommended Practice for Hot Weather Concreting" (ACI 605-59).

כלל להשפעתו האפשרית של הרכב תערובת הבטון (או המלט) הטרי ותכונותיה על הסדיקה הפלסטית.

האסכולה השנייה³, המבוססת על ניסויים ותצפיות במעבדה, מיחסת את הווצרות הסדיקה לשקיעה דיפרנציאלית של הבטון עקב "מכשולים" פנימיים, כמו מוטות זיון או גרגרי אגרגט גדולים. בניסויים שנערכו נצפו סדקים בבטון הטרי דקות ספורות לאחר שימתו וציפופו, כלומר, בעוד פניו מכוסים מים חפשיים שמקורם בהפרשה. לפי אסכולה זאת משפיעים תנאי ההתאידות, בדרך כלל, רק על מידת הסדיקה, אך לא על עצם הווצרותה. להוציא תנאי אקלים חמורים מאד היינו צרוף של טמפרטורה 32°C , לחות יחסית של 10% ורוח במהירות של 48 ק"מ לשעה.

ניתוח העבודות שפורסמו הביא אותנו למסקנה שלמעשה דנות שתי האסכולות בתופעות שונות. הראשונה דנה בסדקים שמקורם במאמצי מתיחה הנגרמים על ידי התכווצות כתוצאה מהתאידות המים מן הבטון ואילו השנייה דנה בסדקים שמקורם בשקיעה דיפרנציאלית, זאת אומרת, במאמצי גזירה. סדקי ההתכווצות מופיעים שעות אחדות לאחר היציקה, לאחר העלם מי ההפרשה. סדקי השקיעה הדיפרנציאלית, לעומת זאת, נמצאו כבר חצי שעה לאחר היציקה, כאשר פני הבטון היו עדיין מכוסים במי ההפרשה. יתר על כן, לקראת סוף ההפרשה אף נסגרו הסדקים מאליהם, אלא אם כן נחשף הבטון להתאידות מהירה.

לצורך מינוח ברור אני קוראים לסדקים הנגרמים ע"י התאידות "סדקי התכווצות פלסטית" ולא לה הנגרמים ע"י שקיעה דיפרנציאלית "סדקים שלפני ההתקשרות". הכנוי המקובל, "סדקים שלפני ההתקשרות", הכולל את שני הסוגים, מבלי לציון את סיבתם, עלול להביא לאי-הבנה.

עבודת המחקר הנידונה כאן מטפלת בסדקי התכווצות פלסטית בלבד.

תצפיות באתרים

שלביו הראשונים של המחקר, שנערך בתחנה לחקר הבניה של הטכניון, היו תצפיות בפלטות-ניסוי ובתקרות בבנינים שנוצקו באזורים החמים של הארץ בתקופת הקיץ. התצפיות שנערכו באילת⁴ ובבאר-שבע⁵ ספקו אינפורמציה בעיקר על האספקט הפנומנולוגי של הסדיקה הפלסטית, אך לא על המכניזם שלה.

התצפיות הראו את הממצאים הבאים:

— יש השפעה ניכרת לעובי הפלטה או התקרה על שכיחות סדיקתה. סדיקה פלסטית נצפתה ב-40% מהפלטות בעובי 4 ס"מ, ב-35% מהפלטות בעובי של 8 ס"מ וב-23% מהפלטות בעובי 12 ס"מ.

3) Beresford, F.D. and Mattison, E.N., "Presetting Cracks in Fluid Concrete", Constructional Review, Vol. 31, No. 9, 23-36, (1958).

4) Shalom, R. and Ravina, D., "Studies in Concreting in Hot Countries", RILEM Symposium on "Concrete & Reinforced concrete in Hot Countries", Haifa, Israel (1960).

5) קלמן פורת, "סדיקה פלסטית באקלים חם ויבש (תצפיות בבאר שבע)", הבור לשם קבלת תואר מניסטר למדעים, הטכניון (1963).

— עומק הסדקים היה ניכר וחלקם חדר את כל עובי הפלטות (עד 12 ס"מ).
התקררות (עד 23 ס"מ).

— בתנאים האקלימיים של אילת (אוויר חם ויבש ורוח ומכאן, התאידות גבוהה מאוד) לא נמצאה כל השפעה של יציקה בצל, לעומת יציקה בשמש, על שכיחות הסדיקה. כן לא פחתה הסדיקה בפלטות שנוצקו בערב.

— בתנאים האקלימיים החמורים של אילת שבהם היה שיעור ההתאידות 1.0—2.1 ק"ג/מ"ר/שעה (ממוצע של שלוש השעות הראשונות לאחר יציקת הבטון), לא נמצאה בבטונים בעלי סומך פלסטי ויציק השפעה ברורה של הרכב הבטון ותכולת הצמנט והמים על הסדיקה. גם בתצפיות בבאר־שבע לא נמצאה השפעה של הרכב הבטון (בתחום ההרכבים שנבדקו ובתנאים האקלימיים הנתונים) על הופעת הסדקים.

נבחר שהנוק שנגרם למבנה ע"י הסדקים הפלסטיים היה לעתים חמור למדי, בעיקר משום שנוסף על החלשת המבנה חדרו במקרים רבים מים במהירות דרך התקררות הסדקות וגרמו לתקלות שונות (רטיבות בתוך הבנין, החלדת הזיון, התקלפות הצבע והטיט, ועוד).

התצפיות לא אשרו את ההנחות של שתי האסכולות הנזכרות. לגבי הראשונה, אף על פי שנמצא שהתאידות המים מן הבטון הטרי היא הסיבה הראשונה לסדיקה, לא נמצא כל אישור ל"ערך הקריטי של ההתאידות" — 1.0 ק"ג/מ"ר/שעה ולקשר הישיר בין ההפרשה (Bleeding) וההסדקות. לגבי האסכולה השנייה לא נתאשרה הדעה שסיבת הסדיקה היא בשקיעה דיפרנציאלית או בתנאים אקלימיים החמורים של צרוף 32°C , 10% לחות יחסית ורוח של 48 ק"מ לשעה.

על סמך ניתוח התצפיות הנחנן שהסדיקה הפלסטית נגרמת ע"י מאמצי מתיחה פנימיים, כאשר הם עולים על חוזק המתיחה של הבטון או המלט הטרי.

גודל המאמצים תלוי בשיעור ההתכווצות ובקשיחות הבטון ואילו חוזק הבטון הטרי במתיחה הוא פונקציה של הרכב הבטון (או המלט) ושיעור ההידרציה של הצמנט. לפיכך צריך האמצעי למניעת הסדיקה להיות מכון להפחתת המאמצים או להגדלת החוזק בשעות הראשונות לאחר היציקה, או לשתייהן יחד.

הניסויים

בהתחשב בעובדה שהטרוגניות הבטון גדולה בהרבה מזו של המלט החלטנו לצמצם את השפעתה עד למינימום ע"י שימוש במלט (גודל גרגר מקסימלי 5 מ"מ) ולא בבטון בעל אגרגט גס יותר. הדבר אינו משפיע על מכניזם הסדיקה אולם גודל הערכים הנמדדים מושפע, כמובן, על ידו והוא בדרך כלל גדול יותר.

הגורמים האקלימיים ומרכיבי התערובת המשתנים היו כדלקמן:

— טמפרטורת האוויר (20°C , 30°C)

— הלחות היחסית של האוויר (35%, 45%)

— מהירות הרוח (0, 9, 20 ק"מ/ש')

— קרינה (עם, בלי)

- טמפרטורת המלט התחילית (20°C , 30°C)
- סוג הצמנט (פורטלנד רגיל ו"מגן") ותכולתו (365, 550 ק"ג/מ"ק)
- סומך הבטון (פלסטי למחצה, פלסטי, יציק)
- מוסף מעכב (כלי, עם)

הפרמטרים שנמדדו היו: התכווצות (מגמר ציפוף התערובת ובמשך 5 השעות הראשונות), החוזק במתיחה ומאמצי המתיחה של המלט הטרי, התאיידות המים, זמן הסדיקה, הרוחב, עומק הסדקים ואורכם.

לא נמצאו בספרות המקצועית נתונים על מכשור למדידת פרמטרים אלה, שנדרשו לניתוח תופעת הסדיקה הפלסטית, והיה צורך לתכנן ולבנות ציוד מתאים. על כן תוכננו ונבנו מכשיר למדידת התכווצותו של הבטון הטרי, מכשיר למדידת מאמצי המתיחה בבטון הטרי ומכשיר למדידת החוזק במתיחה של הבטון הטרי (לפרטים ראה הדו"ח המלא עמ' 45—52). כן נדרשה שיטה המאפשרת לרתום את הבטון (או המלט) הטרי בתבניות, על מנת לחקות בפלטה קטנה יחסית תנאים הדומים לאלה השוררים בפלטת בטון גדולה, כגון תקרה בבנין (לפרטים ראה הדו"ח המלא עמ' 57—58).

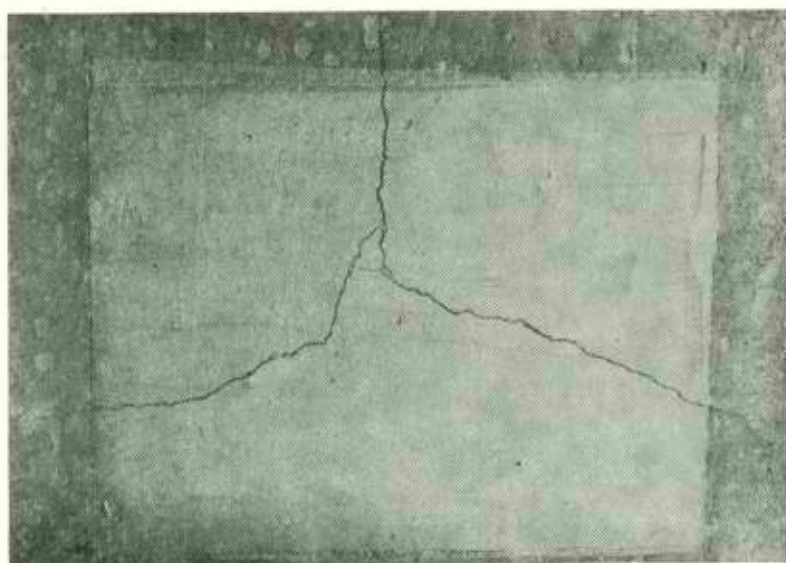
הניסויים אפשרו לעקוב אחר היחס ההדדי שבין התפתחות החוזק במתיחה ומאמץ המתיחה בתערובות שונות וסדיקתן כפונקציה של מערכת תנאים אקלימיים נתונה.

מסקנות הניסויים העיקריות היו כדלקמן:

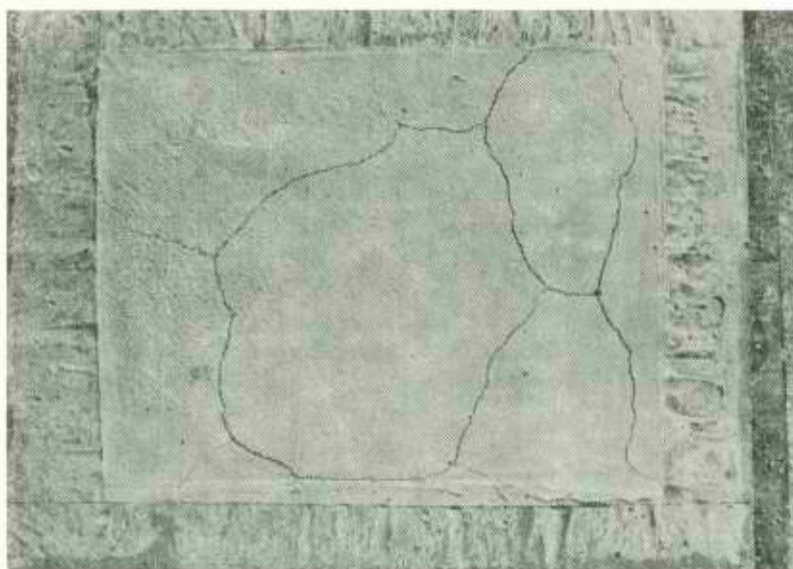
— תכולת מי התערובת משפיעה באופן בולט ביותר על הסדיקה. הגבלת תכולת המים עד כדי קבלת בטון בעל סומך פלסטי-למחצה מנעה סדיקה. אף באחד מן המקרים לא הופיעו סדקים במלט בסומך הפלסטי למחצה (תערובת מתאימה לצפוף בויברטורים, אך לא בעבודת ידיום) כשהוא נתון בתנאי התאיידות שבהם נסדקו פלטות בסומך פלסטי או יציק (ראה ציורים מס' 1 ו-2, פרטים על הסדקים נתונים בדו"ח המלא עמ' 145—154). השואת ההתכווצות במלט פלסטי-למחצה עם זו של מלטים פלסטיים ויציקים מראה שבראשון היו ערכי ההתכווצות קטנים בהרבה מאלה שבאחרונים.

— התאיידות המים מהבטון הטרי היא הגורם הראשי לסדיקה הפלסטית ועם עלייתה (כתוצאה מרוח מהירה יותר ו/או לחות יחסית נמוכה יותר של האויר) מופיעה הסדיקה מוקדם יותר ובחומרה רבה יותר. אף על פי כן אין הסדיקה הפלסטית פונקציה ישירה של התאיידות הכוללת, או של שיעור ההתאיידות או שיעור ההתכווצות (פרטים בעמ' 150—153 ובטבלאות מס' 24—27 של הדו"ח המלא).

— מהלך העקומות המראות את היחס התכווצות-זמן (ראה ציורים מס' 3 ו-4) מראה בברור שלושה שלבים: בשלב הראשון ההתכווצות קטנה מאוד; הוא נמשך כל עוד יש על פני הגוף הנבדק מים חופשיים. בשלב השני ההתכווצות מהירה ורבה, ביחס ישר להפסד המים ולזמן. מקדם הפרופורציה צינולית (שפוע הקו) תלוי אז במידת ההתאיידות, הנקבעת ע"י התנאים האקלימיים שהגוף נתון בהם, ובטמפרטורה שלו. בשלב השלישי מתקרבת



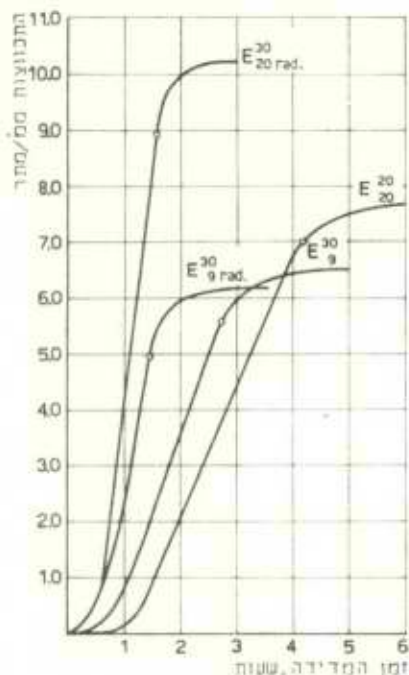
ציור 1 — סדקים בפלטה שנוצקה בתערובת בסומך פלסטי.



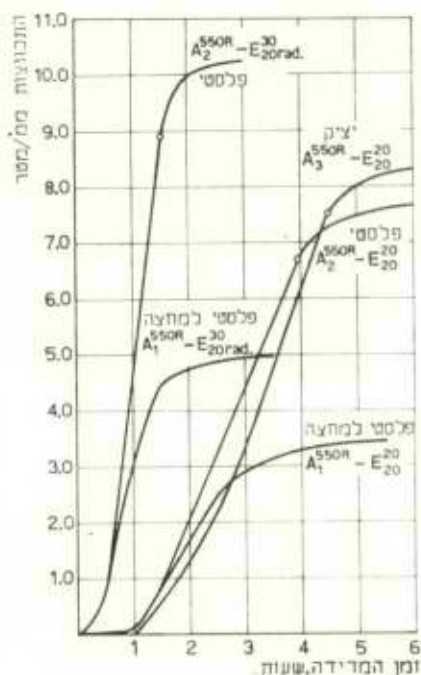
ציור 2 — סדקים בפלטה שנוצקה בתערובת בסומך יציק.

עקומת ההתכווצות לאסימפטוטית וערכה קטן באופן ניכר ומתקרב לסדר הגודל של התכווצות מלט קשוי.

— המעבר מהשלב השני לשלישי נגרם ע"י שינויים ריאולוגיים במלט, התלויים בשיעור ההידרציה של הצמנט ובמידה פחותה יותר בהתאידות. נמצא שהסדק הראשון הופיע בזמן המעבר משלב ההתכווצות השני לשלישי (ראה עגולים בציורים 3 ו-4).



ציור 4 — היחס התכווצות-זמן במלט בסומך פלסטי בתנאים אקלימיים שונים.

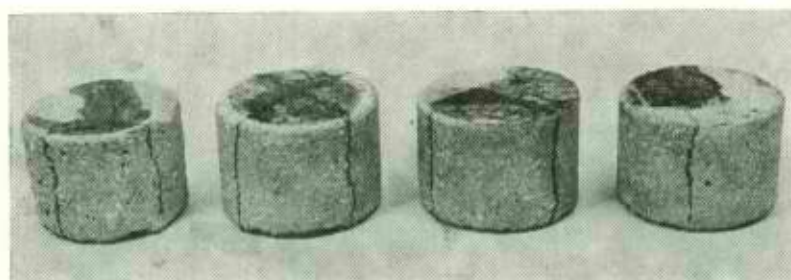


ציור 3 — השפעת סומך התערובת על שיעור ההתכווצות בתנאים אקלימיים שונים.

מקרא התנאים האקלימיים בציורים 3 ו-4

סימון	טמפרטורת אוויר (°C)	מהירות רוח (ק"מ/שעה)	קרינה
$E_{20}^{20 \text{ rad}}$	30	20	עם
$E_{20}^{9 \text{ rad}}$	30	9	עם
E_{20}^9	30	9	בלי
E_{20}^{20}	20	20	בלי

- השפעת תכולת הצמנט על הסדיקה הפלסטית אינה קבועה; היא תלויה בתנאי האקלים הספציפיים.
- תוספת מעכב מגבירה את סכנת הסדיקה הפלסטית משום שהיא עלולה להקטין את המאמץ הפנימי פחות מאשר את החוזק במתיחה של הבטון הטרי.
- סדיקה פלסטית עלולה להווצר לא רק באזורים חמים אך היא שכיחה יותר במזג אויר חם ויבש.
- אפשר למנוע סדיקה פלסטית ע"י מניעה מלאה של ההתאידות מן הבטון הטרי. הנסיון הראה שניסוי האלמנט היצוק ביריעות פוליאתילן מיד עם גמר עיבודו מבטיח אותו מפני סדיקה. אפשרה בחמרי ציפוי אוטמים לא מנעה בניסויים אלה את הסדיקה ומכאן שיש לבדוק מראש את יעילותו של ציפוי אפשרה מהבחינה הנדונה כאן בתנאים האקלימיים הספציפיים.
- צורת הסדיקה הפלסטית ומקומה בפלטות הניסוי השונות היתה אקראית. הסדקים שהופיעו כעבור $1\frac{1}{2}$ —5 שעות לא נוצרו בבת אחת אלא תוך זמן מה. הסדק הראשון היה בדרך כלל הרחב ביותר וברוב המקרים חדר את כל עובי פלטת הניסוי. גם סדקים מאוחרים יותר חדרו לעתים את כל העובי. בציור מס' 5 נתונים גלילים שנקדחו מפלטות הניסויים ובהם נראים הסדקים בחתך.



ציור 5 — סדקים בגלילים שנקדחו מפלטות ניסוי שנסדקו.