



משרד החינוך  
המינהל הפדגוגי  
האגף למחוננים ולמצטיינים



מל"מ  
המרכז הישראלי לחינוך מדעי וטכנולוגי  
ע"ש עמוס דה-שלום



משרד החינוך  
המוכרות הפדגוגית - אגף מדעים  
הפיקוח על הוראת מדע וטכנולוגיה



אגף א' למדעים



אוניברסיטת תל אביב  
TEL AVIV UNIVERSITY  
בית הספר לחינוך  
המרכז לחינוך  
מדעי וטכנולוגי



מרכז המורים הארצי  
למדע ולטכנולוגיה  
בחינוך היסודי

נקודות חן במדע וטכנולוגיה

# אין בונים מבנה שמתקורר בעצמו?





### **פרופ' רפי נחמיאס**

ראש המרכז לחינוך מדעי וטכנולוגי, אוניברסיטת תל-אביב

### **ד"ר מירי דרסלר**

ראש מרכז המורים הארצי למדע וטכנולוגיה בחינוך היסודי,  
אוניברסיטת תל-אביב

### **עדה דרורי**

ממונה - המחונן בכיתתו, המינהל הפדגוגי,  
אגף תלמידים מצטיינים ומחוננים, משרד החינוך

### **שרה גולן**

מדריכה ארצית - המחונן בכיתתו, המינהל הפדגוגי,  
אגף תלמידים מצטיינים ומחוננים, משרד החינוך

### **שירלי הוד**

מדריכה מחוזית - המחונן בכיתתו, המינהל הפדגוגי -  
אגף תלמידים מחוננים ומצטיינים, משרד החינוך

---

### **כתיבה:**

ליאורה סלע, מרצה ומפתחת חומר למידה,  
מרכז המורים הארצי למדע, אוניברסיטת תל אביב

### **עורכת פדגוגית:**

ד"ר רוחמה ארנברג, מרצה ומפתחת חומרי למידה,  
מרכז המורים הארצי למדע, אוניברסיטת תל אביב

---

אוניברסיטת תל-אביב

ת.ד. 39040 מיקוד 61390

טל: 03-6409663, פקס: 03-6409155

e-mail: lamda@tauex.tau.ac.il

אתר ברשת: [www.matar.tau.ac.il](http://www.matar.tau.ac.il)

© כל הזכויות שמורות למשרד החינוך

שנת הוצאה לאור: 2020

תמונת השער:

pixabay

---

פרויקט המבוצע על-ידי אוניברסיטת תל אביב על-פי מכרז מס' 09/07.13  
עבור המזכירות הפדגוגית, אגף מדעים, משרד החינוך



# ללמוד מהטבע - איך בונים מבנה שמתקרר בעצמו?



תארו לכם שאתם נמצאים באילת בעונת הקיץ הלוהטת בתוך מבנה ללא מזגנים ובכל זאת מרגישים נעימות וקרירות? האם זה ייתכן? מה דעתכם? אילו גורמים נוספים יכולים להשפיע על הטמפרטורה במבנה?

אך זה כן קורה בעיר הַרְרָה בירת זִימְבַּוָּאָה שבאפריקה שבה האקלים חם מאוד.

מפת מדינות דרום אפריקה  
מקור: Google maps

## צופים ביצירת האדם

סרקו את הקוד QR או לחצו עליו. לפניכם כתבה באנגלית. בראש הכתבה מופיעה תמונה נעה שכתוב עליה EASTGATE (איסטגייט).



קניון איסטגייט בזימבואה מקור: ויקיפדיה

איסטגייט הוא קניון ענק בעיר הַרְרָה הנמצאת בזימבואה שביבשת אפריקה. אין בו מערכת מיזוג אוויר שפועלת באמצעות חשמל ובכל זאת הטמפרטורה בבניין נעימה במהלך היום, כאשר בחוץ הטמפרטורה היא של 40° צלזיוס.

צפו בתמונה הנעה והשיבו:

1. מה מיוחד במבנה של הקניון?

---

---

2. נסחו כמה שאלות שמעניין אתכם לדעת על המבנה שראיתם. היעזרו במילות שאלה כגון: מהו ההבדל? מהי השפעה? מה הקשר בין? מה יכול לקרות אם? באיזה אופן?

א.

ב.

ג.



## איך זה ייתכן?

בניין איסטגייט תוכנן על ידי האדריכל מייק פירס ונפתח בשנת 1996. נשאלת אפוא השאלה: כיצד נשמרת טמפרטורה נעימה בבניין? קראו את קטע המידע, צפו באנימציה והשיבו על השאלות.

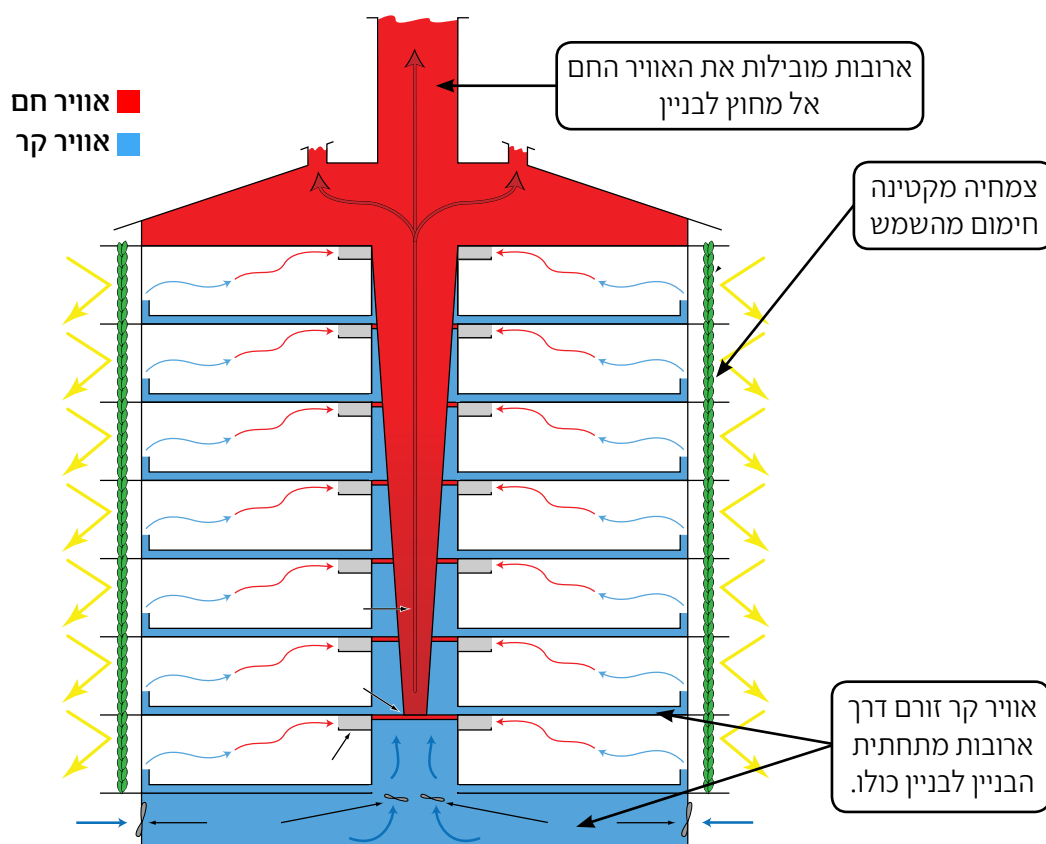
### מנגנון ההתקררות של הבניין

בשעות הבוקר הטמפרטורה בבניין נמוכה יחסית והבניין עדיין קריר. במשך היום, כאשר הטמפרטורות בחוץ עולות, חום השמש והחום שנפלט על ידי מכונות ואנשים שנמצאים בתוך הבניין נקלטים בחומרים מבודדי חום שמהם בנוי הבניין. לחומרים אלה יש יכולת גבוהה לבליעת חום. לפיכך, הטמפרטורה במשך היום עולה רק מעט בתוך הבניין והקרירות נשמרת בו.

בשעות הערב כאשר הטמפרטורות בחוץ יורדות, אוויר קריר זורם מבחוץ אל תחתית הבניין דרך פתחים צרים שנמצאים ברצפה. האוויר הקריר מובל למעלה באמצעות מערכת מתוחכמת של ארובות שעוברת בכל הבניין. הזרמת האוויר מאפשרת את קירור הבניין שהתחמם במשך היום (ראו תרשים).

בדרך זו נחסכת תשעים אחוז מהאנרגיה שהייתה נדרשת לקירור בניין דומה באמצעות אנרגיה חשמלית.

### המבנה הפנימי של בניין איסטגייט



סרקו את הקוד ה-QR או לחצו עליו. צפו באנימציה המציגה את תנועת האוויר בבניין





## שאלות

1. אילו יתרונות יש למבנה הזה מבחינה כלכלית, סביבתית וחברתית? כיצד הוא משפיע על הסביבה הטבעית והמלאכותית סביבו – בעלי החיים, הולכי הרגל והאנשים שמתגוררים בקרבתו?

---

---

---

---

2. היעזרו בקטע המידע ובתרשים (תוכלו לפנות למקורות מידע נוספים) ובנו דגם שמטרתו להמחיש את מנגנון קירור הבניין שמיושם במבנה איסטגייט.

א. באילו חומרים וגופים השתמשתם? מהו תפקידם? הוסיפו דוגמאות.

---

---

---

---

ב. מהו עקרון הפעולה של קירור המבנה?

---

---

ג. צלמו שלבים שונים של בניית הדגם וארגנו אותם ברצף.

שלב ג	שלב ב	שלב א



ד. כתבו חידה לגילוי מנגנון הפעולה של קירור המבנה.

---

---

ה. הציגו את הדגם ואת החידה לחברים ולהורים כדוגמה לפתרון אקולוגי לקירור הבית.  
כיצד עזרו לכם הדגם והחידה להסביר את מנגנון הקירור?

3. היעזרו במקורות מידע ברשת והביאו דוגמאות נוספות לקירור מבנים ללא שימוש באנרגיה חשמלית.  
דוגמאות: הבנייה הערבית המסורתית ותרומתה להתקררות מבנים, בניה ביו-אקלימית במדבר ועוד.

---

---

---

---

ליחצו על הקישורים או סרקו את קודי ה-QR והיכנסו למקורות המידע הבאים:

• **מסמך: "בנייה במדרשת שדה בוקר בעשרים שנותיה הראשונות (1960 - 1980):  
מקרה מבחן בבנייה מדברית":**



- פרק 1.3 בנייה במדבר בישראל - רקע היסטורי, עמודים 13-16
- פרק 1.5 בנייה ביו-אקלימית במדבר עמודים 25-27 + עיון בצילומי בניינים המופיעים במסמך.
- בפרק 3 "המתכננים והמבנים במדרשת שדה בוקר", תוכלו לבחור באחד האדריכלים וללמוד על עקרונות הבניה הביו-אקלימית שיושמה במבנה שתכנן ובנה.

• **מסמך: "המדריך לבניה ביו-אקלימית בישראל"**



- בנין מודע אקלים, עמודים 83-85
- בנין הדגמה באקלים מדברי, עמודים 145-147
- בתת הפרק, תכנון עמודים 83-147, תוכלו למצוא מידע על יישום עקרונות של בנייה מדברית בתכנון.





## מהו מקור ההשראה?

את ההשראה לתכנון בניין איסטגייט קבל מייק פירס ממבנה הקן של הטרמיטים.  
קראו את שלושת קטעי המידע והשיבו על השאלות בסוף כל קטע.

### קטע א: מי הם הטרמיטים?

הטרמיטים הם חרקים חברתיים (חיים יחד בשיתוף פעולה) שחיים במושבות, בדומה לדבורים ולנמלים.  
בכל מושבה יש מלך ומלכה שבאמצעותם הטרמיטים מתרבים. טרמיטים פועלים דואגים לאיסוף המזון  
ולשיפוץ הקן וטרמיטים לוחמים מגנים על המושבה.

באפריקה ובאוסטרליה ניתן לראות קני טרמיטים שנישאים לגובה של מטרים אחדים. הקינים עשויים  
מחומר קשה ועמיד שנוצר מערבוב של גרגרי קרקע עם הפרשות שלהם שמשמשות כדבק. המבנה  
החזק והעמיד מקשה על טורפים לפרוץ אל תוך הקן. בתוך הקן יש מבוך ענק של חדרים שבו מאוחסן  
המזון וחדר למלך ולמלכה להבאת צאצאים.



מקור: ויקיפדיה

קן טרמיטים



מקור: ויקיפדיה

טרמיטים



## שאלות

1. הרחיבו את ידיעותיכם על טרמיטים באמצעות מקורות מידע ברשת (כתבות וסרטונים). ציינו באילו מקורות מידע השתמשתם והוסיפו קישור למקור המידע. דוגמאות לנושאים:
- יחסי גומלין בין "חברי המושבה" בקן.
  - השפעת השדה המגנטי על בניית הקן.
  - מבנה הקן מבחוץ ומבפנים והתאמתו לתפקוד מושבת הטרמיטים.

---

---

---

---

---

---

2. כתבו את שמות המושגים החדשים שלמדתם בפעילות.

---

---

הכינו מפת מושגים שמצביעה על הקשר ביניהם. תוכלו לשרטט את המפה על דף נפרד או במחשב בעזרת תוכנה מתאימה כמו, למשל, [פופלט](#).

3. כתבו המלצות: מה אנחנו בני האדם יכולים ללמוד מהטרמיטים?

א. \_\_\_\_\_

ב. \_\_\_\_\_

ג. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

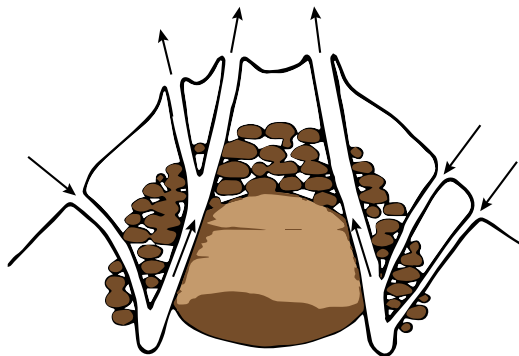




## קטע ב: מיזוג האוויר בקן הטרמיטים

הטרמיטים מתקיימים לרוב במדבריות שבהם יש פער גדול בין הטמפרטורה ביום (גבוהה יותר מ-40°C) לבין הטמפרטורה בלילה (נמוכה מ-0°C). למרות פער הטמפרטורות הגדול מאוד, הטמפרטורה בקן נשמרת קבועה (30.5°C). כיצד זה מתאפשר?  
גורם אחד הוא החומר ממנו בנוי הקן - קרקע. הקרקע היא בעלת כושר בידוד חום טוב. אך לא די בכך. בקן יש מערכת של מחילות ופתחי אָוּרוּר שדרכה נפלט האוויר החם החוצה ונכנס אוויר קריר פנימה.

### שאלות



התרשים שלפניכם מציג חתך אורך בקן של טרמיטים (מלמעלה למטה).

1. עיינו בתרשים ובדקו: כיצד פועלת מערכת האוורור בקן של הטרמיטים?

---

---

2. מדוע אפשר לשייך את הפתרון שפתח מייק פריס לתחום הביו-מימיקרי?

---

---

3. פנו אל הרשת והביאו דוגמאות נוספות של פתרון בעיות טכנולוגיות מתחומים שונים בהשראת הטבע (ביומימיקרי).

- מהי ההשראה מן הטבע?
- מהו הפתרון הטכנולוגי?
- על איזה צורך עונה הפתרון הטכנולוגי?
- העלו רעיונות נוספים לפיתוחים טכנולוגיים שנשענים על אותה השראה.

---

### ביו-מימיקרי

ביו-מימיקרי הוא תחום בו הטבע משמש מקור לחיקוי והשראה לבני האדם לפתרון בעיות. תחום ה"ביו-מימיקרי" והחשיבה הגלומה בו מחמיאים לטבע וטוענים: אם נדע להתבונן, להתפעם, ללמוד ובעיקר לחקות את בעלי החיים, הצמחים והמערכות האקולוגיות שסביבנו, נוכל למצוא פתרונות טובים, יעילים וברי קיימא לבעיות הנדסיות ואחרות איתן אנו מתמודדים בחיי היום יום.



## קטע ג: מבט מערער ומהרהר

כעשר שנים, לאחר בניית איסטגייט, חוקרים טענו שבמציאות לא מתקיים תהליך אוורור בקן הטרמיטים. את הטענה שלהם הם בססו על הממצאים הבאים:

- הטמפרטורה בתוך הקן דומה לטמפרטורה שבעומק הקרקע שמסביב לקן.
- הטמפרטורה בקן נשארת קבועה לאורך היום אך היא משתנה לאורך השנה.
- כאשר נאטמו פתחי האוורור של הקן לא היה כמעט שינוי בטמפרטורה בקן.

החוקרים הסיקו כי טמפרטורת הקן מושפעת דווקא מהקרקע הסובבת אותו ולא ממערכת האוורור שמוסתת את הטמפרטורה של הקן.

### שאלות

1. מה דעתכם על הממצאים של החוקרים? איך אפשר לבדוק מי צודק?

---



---

2. מדוע חשוב לערוך בדיקות על ידי חוקרים נוספים ולא להסתפק בפרסום של מייק פירס?

---



---

3. על פי החוקרים האחרים, מה הייתה השגיאה של מייק פירס בהבנת מבנה קן הטרמיטים?

---



---

4. בעקבות הממצאים של החוקרים התעורר ויכוח בין שני תלמידים:  
**רועי:** לפי הממצאים מייק פירס נכשל. אין במבנה יישום של ביו-מימיקרי.  
**נעה:** אני חושבת שהוא הצליח מאוד. עובדה שהמבנה חוסך 90% מצריכת החשמל.  
 מה דעתכם? בססו את העמדה/טענה בעזרת עובדות/ראיות.  
 הציגו את עמדתכם/טענתכם בעזרת התבנית הבאה:

#### תבנית לכתיבת עמדה/טענה מנומקת

הטענה:	ראיות:
הנמקה:	



5. נסחו שאלות נוספות שהייתם שואלים את החוקרים כדי לבסס עוד יותר את טענתכם.

- א. \_\_\_\_\_
- ב. \_\_\_\_\_
- ג. \_\_\_\_\_
- ד. \_\_\_\_\_

6. כתבו שיר או כרזה שתומכת בבנייה חסכונית באנרגיה.

## מה היה לנו כאן? ◀

1. מה חדשה לכם הפעילות?

---

---

2. איזה סוג פעילות הכי אהבתם?

דוגמאות: צפייה בסרטונים ותרשימים, איסוף מידע ממקורות שונים, ייצוג מידע בחידה, כרזה או תרשים, ניסוח שאלות, בניית דגם ועוד.

---

---

3. אילו שאלות נוספות מעניין אתכם לחקור בעקבות הפעילות?

- א. \_\_\_\_\_
- ב. \_\_\_\_\_
- ג. \_\_\_\_\_
- ד. \_\_\_\_\_