

# קצת עלי

- תואר ראשון באדריכלות מהטכניון
- תואר שני בהנדסה אזרחית מהטכניון
- מעל 10 שנים של ניסיון בחברות בנייה גדולות
- ביצעתי תפקידים מגוונים בשוק הבניה
  - מפקח מטעם יזם
  - מנהל תכנון
  - מנהל מחלקת מכרזים
  - מנהל פרויקטים

# מי אתם?

- מה למדתם עד פה?
- מה זה ניהול פרויקטים?
- בעיקר סדר וארגון
- פירוק הפרויקט לאלמנטים ברורים מוגדרים שקל לשלוט בהם
- משולש הזהב

**איכות**



**כסף**

**זמן**

# בנייה ירוקה

1. בנייה ירוקה, מה זה?
2. תקנים
3. מחזור בענף הבנייה
4. שימור משאבים בבנייה
5. שימור משאבים בתכנון
6. תקן LEED

# תקנים

- בישראל 3 תקנים הקשורים לנושא הבנייה הירוקה
  - ת"י 5281 – תקן ישראלי לבנייה ירוקה
  - ת"י 5282 – דירוג בניינים לפי צריכת אנרגיה
  - ת"י 1045 – בידוד תרמי של מבנים
- מה זה בכלל בנייה ירוקה? למה צריך את זה?

# בנייה ירוקה, מה זה?

- הגדרה: בנייה ירוקה מכונה גם בנייה בת קיימא, זוהי גישה מערכתית כוללת לתכנון, בנייה ותפעול של בניינים במטרה לחסוך אנרגיה
- בנייה ירוקה מתחילה ביזם ובמתכנן בתכנון בניין ירוק, בעל בזבז אנרגיה מינימלי, זאת אומרת ניצול מקסימלי של האנרגיה האגורה בבניין
- בנייה ירוקה גם מתייחסת לצורת הבנייה והשימוש בחומרים בבנייה, למשל שימוש בחומרים שבתהליך הייצור שלהם בוזבזה מינימום אנרגיה
- אנרגיה, יכולה להתייחס לשימוש מועט במים, שימוש מועט במיזוג אוויר ומכאן בחשמל, שימוש מועט בחומרים מסרטנים וכדומה
- למעשה בנייה ירוקה היא צורה של תכנון ובנייה שמזיקה פחות ככל הניתן לסביבה, בכל צורה שהיא

# בנייה ירוקה, למה צריך את זה?

- משאבי הטבע שלנו הינם משאבים מתכלים, מכאן שכדאי לנו לשמר אותם ולייצר שימוש מינימלי ומושכל בהם, לבל יתכלו
- עפ"י מחקרים שבוצעו בעולם בניינים צורכים היום למעלה מ-40% מהאנרגיה העולמית (אנרגיה היא למשל גם פליטת גזים)
- כמה נוכל לחסוך אם נצמצם את צריכת האנרגיה של בניינים רק ב-10%?
- דוגמא, למשל כל קיץ וכל חורף, מערכת החשמל על סף קריסה בגלל שימוש יתר במזגנים
- אם אנו, כתפיסת עולם, רוצים להמשיך לחיות ברמת חיים גבוהה על הכדור הכחול, אנחנו חייבים להתחיל להשתמש במשאבים בתבונה
- את גורמים אלו הבנייה הירוקה מנסה לפתור

# בנייה ירוקה, אז למה לא כולם עושים את זה?

- שימוש בבנייה ירוקה היום נתפס כטרנד שהולך ומתעצם, אך זו עדיין נישה קטנה, שלא כולם מודעים אליה. לוקח זמן לשנות את תפיסת העולם של כלל האוכלוסיה
- השימוש בבנייה ירוקה מצריך בדרך כלל הוצאה כספית נכבדת בהתחלה, הוצאה שלא כולם מוכנים אליה
- נכון, השימוש בטכניקות הירוקות גם חוסכות כסף, אך בעיקר לטווח הארוך וחלק מיעילותם לטווח הארוך איננה ברורה (דוגמא לוחות סולארים לחשמל)
- לא כולם מבינים או רוצים להבין את מצב המשאבים הטבעיים של עולמנו, בני אדם נוטים להתעלם מחדשות רעות

# דוגמאות לשימוש בבנייה ירוקה

## • מחזור מים אפורים

- כאשר אנו מדיחים כלים או מתקלחים, אנו משתמשים בכמות נכבדת של מים, אשר יכולים לשמש אותנו למשל להשקיית הגינה
- אנחנו ממחזרים את המים וכך חוסכים כסף בקניית מים להשקיית הגינה

## • גג ירוק

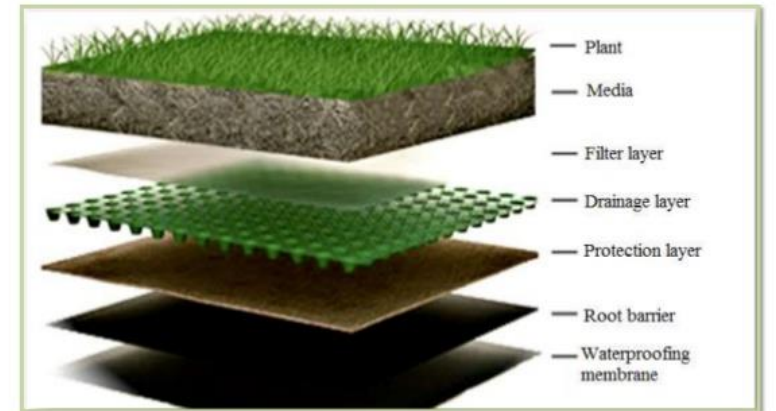
- איבוד משמעותי של חום מהבניין מתבצע דרך הגג, מכאן משתמשים בבידוד קלקר ויריעות עם אגרגט לבן שיחזיר את אור השמש
- שימוש בגג ירוק, מקטין משמעותית את החום בבניין, זוהי שכבת בידוד יעילה מאד
- יתרון נוסף הוא החזרת שטח ירוק לעיר, שפולט חמצן ומאפשר למשל תנועת דבורים שהיא חיונית לעולמנו



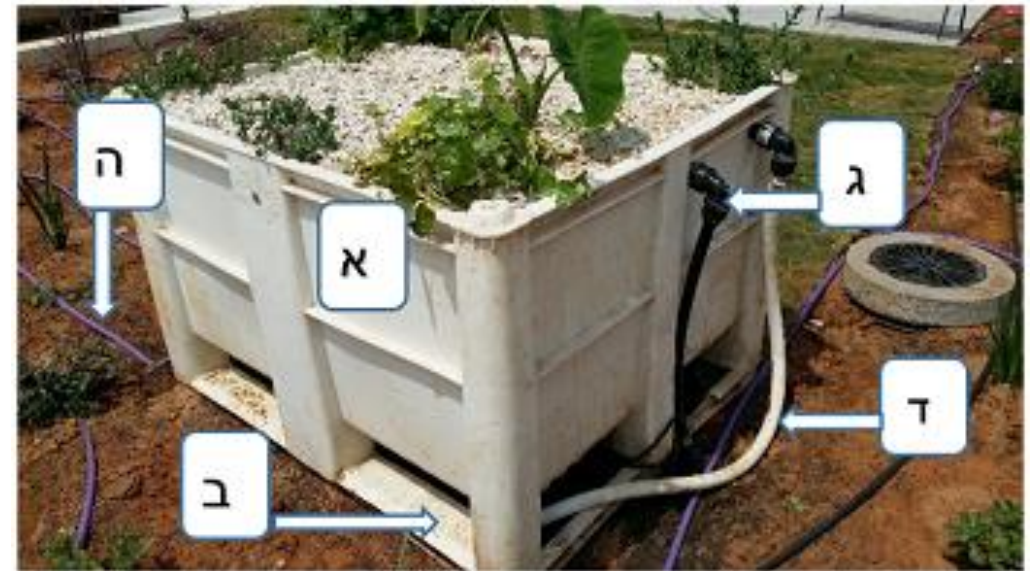
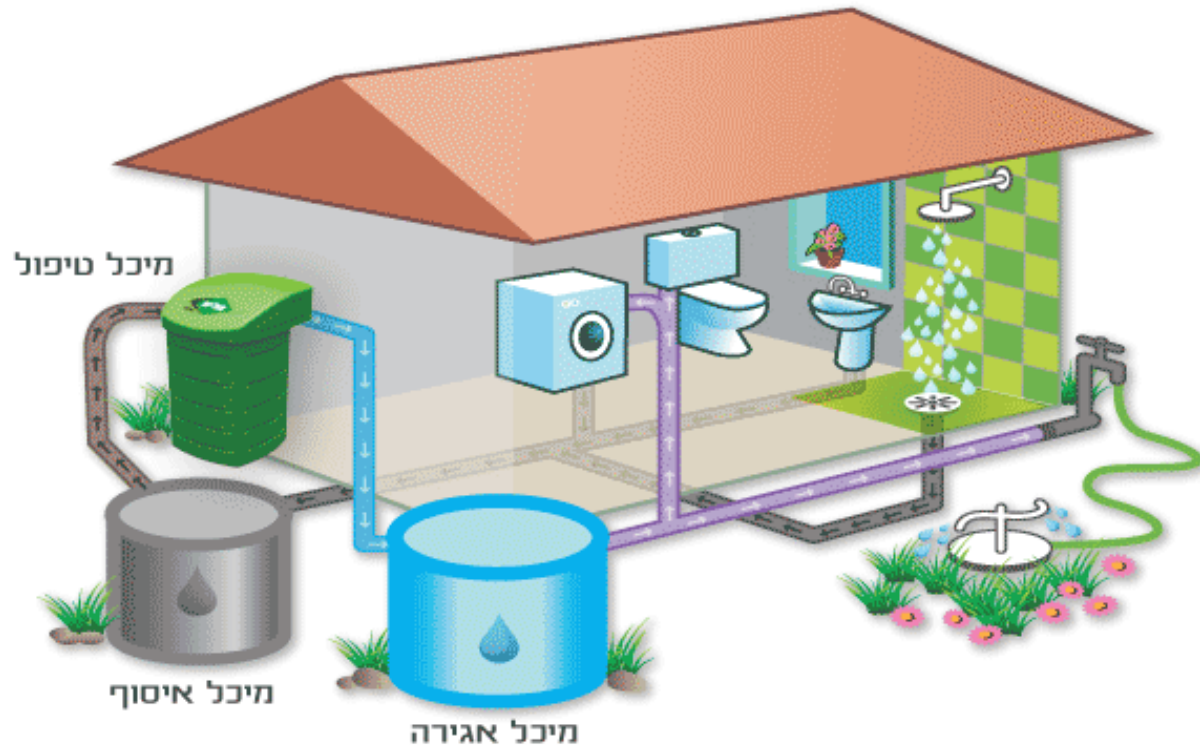
# דוגמאות לשימוש בבנייה ירוקה



## Anatomy of a green roof



# דוגמאות לשימוש בבנייה ירוקה



# תקנים

## • ת"י 5281

- התקן הושק בשנת 2005 ועודכן בשנים 2011 ו-2016
- התקן **מציע** קטגוריות לבחינה ומדדים להגדרת מבנה ירוק, לפי סיווג המבנה, מבני מגורים, מבני בריאות, מבני מסחר ומבני התקהלות ציבורית
- התקן מאפשר להגיע לחישוב העמידה של המבנה בהגדרה ברמת ניקוד של 1 עד 5
- קיימים מדריכים אשר מקלים על השימוש בהנחיות התקן
- בגלל העדכונים השונים התקן גם מתייחס למבנים חדשים אחרת משיפוצים
- התקן מחולק לפרקים בצורה הבאה:



# תקנים

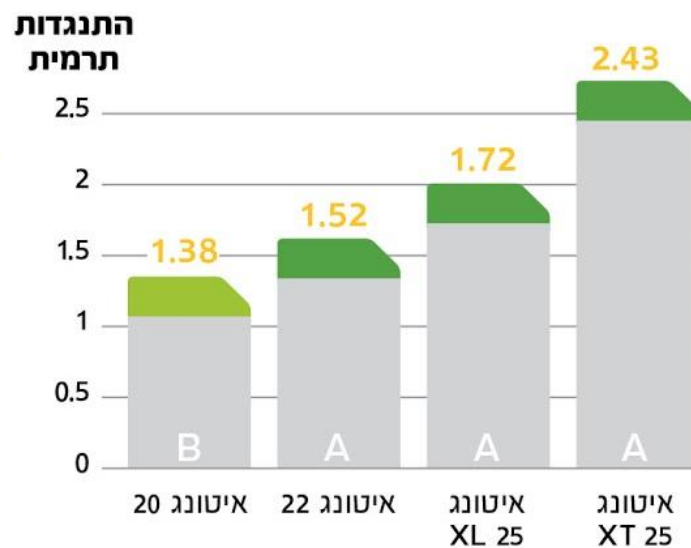
• ת"י 5281

משקל	נקודות	נושא	מס' פרק
37%	37 נקודות	אנרגיה	פרק 1
17%	17 נקודות	קרקע	פרק 2
17%	17 נקודות	מים	פרק 3
6%	6 נקודות	חומרים	פרק 4
10%	10 נקודות	בריאות ורווחה	פרק 5
4%	4 נקודות	פסולת	פרק 6
2%	2 נקודות	תחבורה	פרק 7
4%	4 נקודות	ניהול	פרק 8
3%	3 נקודות	חדשנות	פרק 9
<b>100%</b>	<b>100 נקודות</b>	<b>סה"כ</b>	

# תקנים

• ת"י 5282

- התקן הושק בשנת 2006
- תקן לדירוג הצריכה האנרגטית של מבנים לפי בנייני מגורים ובנייני משרדים
- התקן משלים את 5281 והוא וולנטרי
- התקן מדרג את המבנה בצורה הבאה:



## דירוג אנרגטי לפי תקן 5282

F	E	D	C	B	A	דירוג
-1	0	1	2	3	4	ניקוד

אינו עומד בדרישות התקן

חיסכון אנרגטי מקסימאלי

# תקנים

## • ת"י 1045

- התקן הושק ב-1965 ועבר מספר עדכונים האחרון ב-2015
- התקן הוא הגדרת בידוד תרמי של מבנים, למעשה מה היא ההתנגדות המחייבת של הקיר לפי אזור האקלים
- מדינת ישראל חולקה ל-4 אזורי אקלים ובכל אחד מהם נקבעה התנגדות שונה
- בחישוב שנעשה על ידי המועצה הישראלית לבניה ירוקה, נמצא שבמידה וכל בנייני המגורים בישראל יותאמו לתקן, יחסכו למשק כ-600 מיליון ₪ בשנה
- התקן הינו תקן מחייב

# תקנים - סיכום



# מחזור בענף הבנייה

- מחזור בענף הבנייה מתקיימת בפועל רק במחזור פסולת בנייה לשימוש חוזר
- יש מספר פארקי מחזור בארץ, אחד הגדולים בצומת הסירה בהרצליה (חברת בני וצביקה)
- האתר מקבל – פסולת בניין, פסולת שיפוצים והריסות, עודפי עפר, פסולת בניין מעורבת ופסולת תעשייתית מבניה ומייצר מצע ב' + ג', סומסום, חול ותערובות בטון ירוקות
- היום בשביל הגדרת המבנה כירוק יש להשתמש בשירותים אלו, גם כפינוי לאתר מחזור וגם בקניית חומרים ממוחזרים



# שימור משאבים בבנייה

- שימור משאבים יכול להתייחס למספר גורמים:
  - שימוש בחומרים ממוחזרים – למשל מצע ממוחזר או גומי ממוחזר
  - שימוש בחומרים אשר הייצור שלהם גורם מעט נזק – למשל שימוש בעץ איפאה גורם נזק נרחב, מיכוון שזהו עץ שמיובא מיערות האמזונס בברזיל
  - שימוש בשיטות בנייה אשר מקטינות בזבז משאבים – למשל בנייה טרומית
  - ניצול משאבים מקסימלי – למשל ביצוע יציקות ביחד וכך להקטין את הבזבז של משאבי המשאיות והפחת
  - שימוש בחומרים לא רעילים – למשל שימוש בצבע שפולט חומרים אלגרנים גורם לתסמונת הבניין החולה, אחוז גבוה של הדיירים מפתח תסמינים אלרגיים

# שימור משאבים בבנייה - דוגמא

- בבניית אי הדקל בדובאי כילתה למעשה הנסיכות את מלאי חול הים שלה
- דובאי היום מייבאת כמויות עצומות של חול מאוסטרליה להמשך תנופת הבנייה שלה
- נשמע לכם סביר שמדינה כמו דובאי תכלה את מלאי חול הים שלה?



# שימור משאבים בבנייה - דוגמא

- שימוש בעץ האיפאה אשר שימש לריצוף 20,000 מ"ר בנמל תל אביב. עץ האיפאה הוא עץ מיערות הגשם שבאמזונס. זהו עץ זול בעל יכולות עמידות במים. זהו עץ זול מכיוון שממשלת ברזיל הייתה מוכנה לכרות יערות גשם תוך מחיקה של שבטים ילידיים בני מאות אלפי שנים. עיריית תל אביב הייתה מוכנה לשלם את מחיר חיי האדם ואת המחיר האקולוגי של כריתת הריאה המרכזית של כדור הארץ (יערות הגשם בברזיל) אשר אחראים על 10% מייצור החמצן ואיזון האקלים.



# שימור משאבים בבנייה - דוגמא

- עץ הארז הוא אחד מהמשאבים הגדולים ביותר הניתנים לחידוש בצפון אמריקה. הוא צומח לאט ובעל עמידות טבעית, ואורך החיים שלו מהארוכים ביותר מבין סוגי עצים אחרים. הוא מייצר קורות עץ ארוכים וישרים. אין בו זפת והליבה בעלת עמידות טבעית לריקבון. הדחיסות הנמוכה שלו מקנה לו ערך בידודי העולה על רוב הזנים האחרים. בהיותו קל במשקל, נוח לעבודה, קל לציפוי ובעל יציבות מימדית יוצאת דופן, עץ הארז מהווה עץ מועדף לכמעט כל מטרה בה ניתנת חשיבות לחזות אטרקטיבית או עמידות למזג האוויר.



# שימור משאבים בתכנון

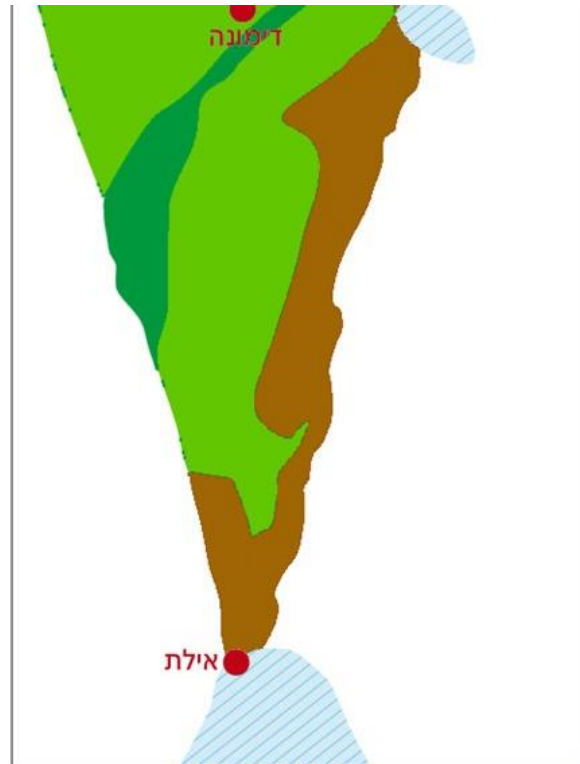
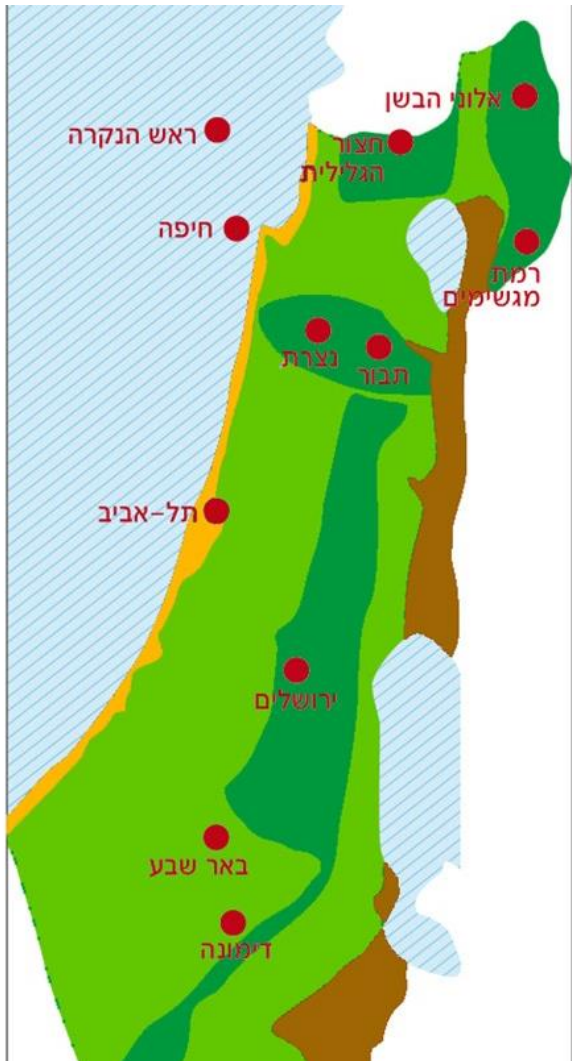
- בתכנון אנו נוגעים במספר רב של משאבים, כגון מים, אוויר, חשמל, אור טבעי וכדומה
- על ידי תכנון נכון ניתן להקטין משמעותית את הfoot print או טביעת הרגל של המבנה בסביבה הטבעית שלו, עד כמה שאפשר לקרוא לסביבה עירונית טבעית
- ניתן למצוא מספר רב של דוגמאות לתכנון תוך התחשבות בשימור המשאבים, או תכנון ירוק ואנו נראה רק מספר קטן שלהם
- נתחיל בדוגמא לתכנון בידוד תרמי של קיר, עפ"י תקן 1045

# בידוד תרמי לקיר – תקן 1045

- הקיר מורכב מבטון + בלוק + חלון
- דרך אחת "לפתור" את הקיר היא טיח תרמי
- דרך שנייה היא לייצר קיר בעל בידוד מספק
- לבלוק יש מקדם תרמי (עובי 20)
  - בלוק בטון 4 חורים – 0.3
  - בלוק בטון 5 חורים – 0.4
  - בלוק פומיס 5 חורים – 0.6
  - בלוק איטונג – 1.33
- הבית שאנו בונים נמצא לצורך הדוגמא באזור ב' בו מתרחשת רוב הבנייה ואנו נדרשים לבידוד של 0.5



# תקן 1045 – מפת האזורים



- איזור אקלים א
- איזור אקלים ב
- איזור אקלים ג
- איזור אקלים ד

- 0.4 • אזור א –
- 0.5 • אזור ב' –
- 0.7 • אזור ג' –
- 0.9 • אזור ד' –

# בידוד תרמי לקיר – תקן 1045

- מנטרלים את החלון – מכיוון שהוא האלמנט הבעייתי ביותר מבחינת הבידוד ומתרכזים בקיר עצמו
- הבידוד התרמי של הבטון הוא בקירוב 0.1
- זאת אומרת שבאזורי הבלוק ניתן להשתמש כבר בפומיס 5 חורים ולעמוד בתקן
- אבל אזורי הבטון עדיין מהווים גשרי קור
- מסקנה: הקיר אינו עומד בדרישות התקן



# בידוד תרמי לקיר – תקן 1045

- נשתמש לעזרתנו במחשבון לבידוד תרמי של חברת בלוק רביד

מחשבון תכונות לקירות מבנים

בלוק רביד  
בית בונים בעם אחת

חישובים תרמיים, אקוסטיים ודרוג אנרגטי לקירות בניינים

1. בחר יישוב מתוך הרשימה  
תל מונד

2. בחר סוג מבנה  
בתי מגורים  
מוסדות חינוך  
בנייני משרדים  
בתי מלון

3. בחירת שכבות הקיר  
בחר שכבות מבחון לבפנים וקבע את העובי של כל שכבה, ניתן לשנות את סדר השכבות בכל עת  
בלוק תרמי | בלוק אקוסטי | בלוק רגיל | טיח ומלט  
בטונים רגילים וקלים | חומרי בידוד | חפויים  
לצפייה בטבלת המוצרים המלאה לחץ כאן

4. חישוב תכונות הקיר הנבדק  
סוג המבנה: בתי מגורים

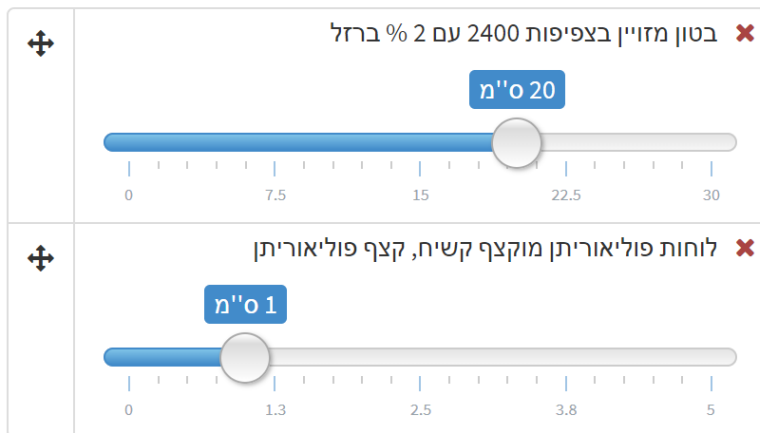
0.08 m <sup>2</sup> -K/W	התנגדות תרמית אופיינית של המערכת - r
0.70 m <sup>2</sup> -K/W	התנגדות תרמית אופיינית נדרשת - r
לא	האם עומד בדרישות תקן 1045 לבידוד תרמי?
-88.57%	הסטייה מדרישת התקן
11 שעות	ממוצע קבוע זמן תרמי - TTC
4.00 W/(m <sup>2</sup> -K)	העברות תרמית כוללת - U
20 cm	עובי המערכת - d
480 kg/m <sup>2</sup>	מסה ליחידת שטח - ρ
48 dB	הפחתת קול נישא באוויר (בידוד אקוסטי) - Rw

חו ירוק

# בידוד תרמי לקיר – תקן 1045

- נחשב כל פרט בקיר בנפרד לוודא שהוא עומד בתקן
- קטע ראשון בטון 20 (לפחות) אינו עומד בתקן
- אני מוסיף שכבה של קלקר 1 ס"מ ואח"כ 2 ס"מ קלקר
- אז בטון 20 ס"מ זקוק לתוספת של 2 ס"מ קלקר
- והבלוק יכול להיות 22
- לצורך השלמת קו ישר

לא עומד בתקן

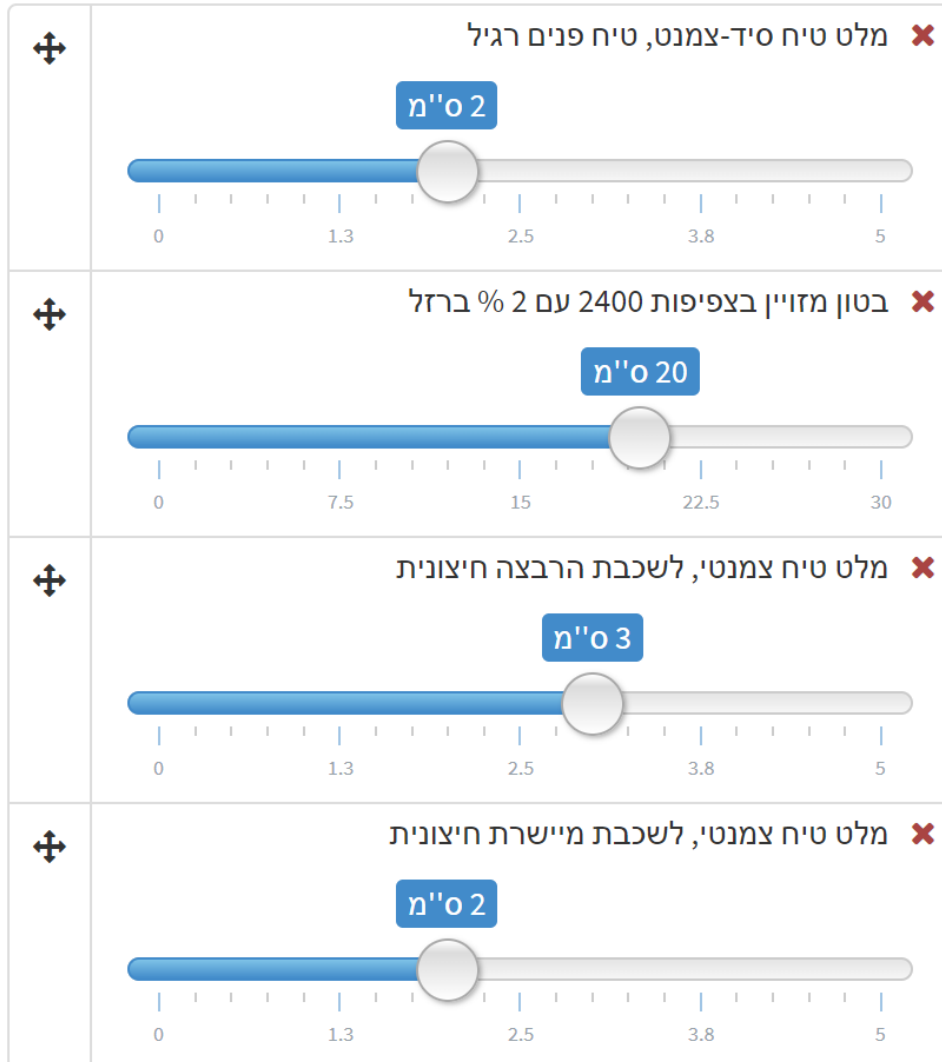


עומד בתקן



# בידוד תרמי לקיר – תקן 1045

- גם כאשר בוחנים מערכת קיר מלאה
- כולל טיח חוץ ופנים
- המערכת אינה עומדת בתקן



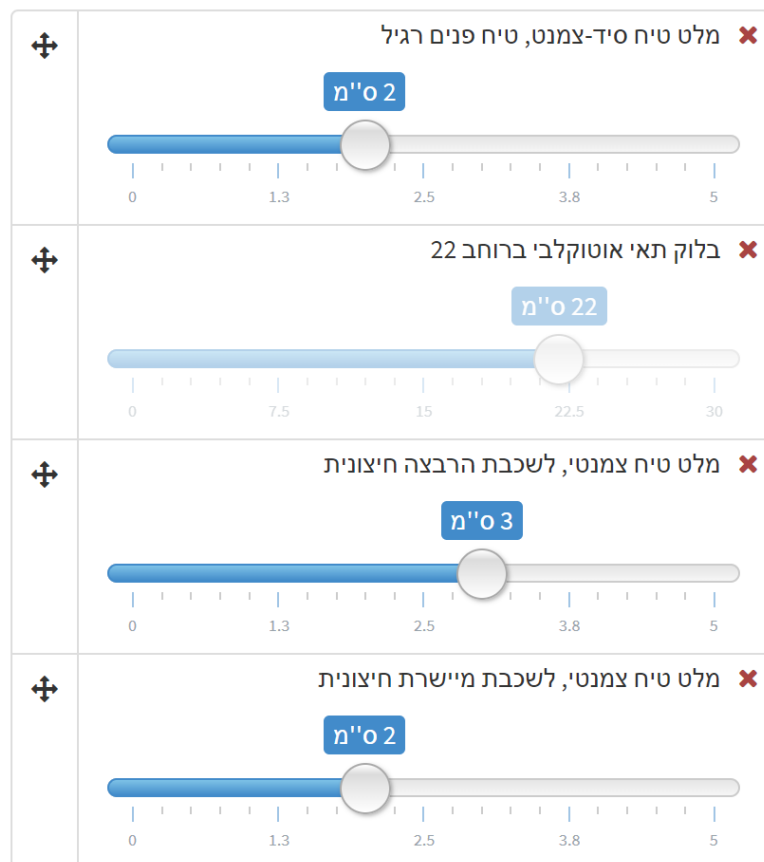
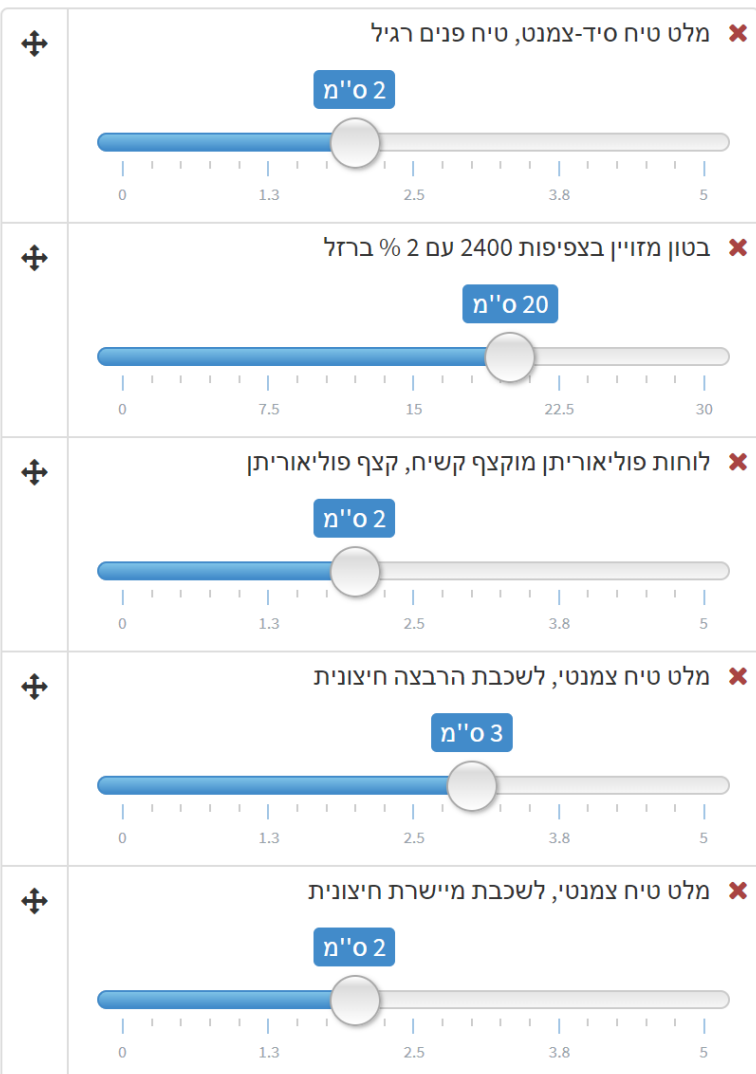
## חתך קיר מלא פרט בטון

# בידוד תרמי לקיר – תקן 1045

- קיר בלוק איטונג (או כאלו בעלי בידוד תרמי טוב יותר) בעובי 22 ס"מ + בטון + קלקר

- זוהי מערכת אשר עומדת בתקן 1045


## חתך קיר מלא פרט בלוק איטונג



# תכנון ירוק, קצת עקרונות

- מיקום השמש, חורף וקיץ
- שימוש בעצים נשירים
- שימוש בהצללה
- טיח שפריץ
- אזור נכון

שאלות?



**תורה רבה**

