

אחד הטרנדים הפופולאריים ביותר בשנים האחרונות הוא "בנייה בת קיימא", או בשמה העממי יותר - "בנייה ירוקה". מיזמים רבים מתהדרים בתוויות "ירוקות", שכונות וערים נצבעות בירוק, והמונח "קיימות" הפך שגור, אף שלא בהכרח ברור. במרדף אחר התווית הירוקה, הולכת לעתים מהותה הבסיסית של הבנייה האחראית והמחושבת לאיבוד.

מה היא בנייה "ירוקה"? האם מבנים "ירוקים" צריכים להיות עשויים מקש או בוץ, או שהם יכולים להיבנות גם מחומרים קונבנציונליים? כיצד ניתן לכמת ולמדוד בניין "ירוק"? והאם בנייה "ירוקה" מועילה בכלל?

אדריכלים רבים קושרים את הבנייה הירוקה למבנים נמוכי קומה, מתחפרים בקרקע, ומכוסים ירק בסגנון ה"הוביט", ומופתעים לעתים לגלות מבנים "רגילים" הנחשבים למבנים "ירוקים". מובן שגם מבנים שכאלה יכולים להיחשב כ"ירוקים", אך התמקדות שטחית באספקטים ויזואליים עלולה לפגוע במשמעות האמיתית של בנייה בת-קיימא, המושגת באמצעות תכנון איכותי ונוח, תוך צמצום הפגיעה בסביבה והפחתת צריכת האנרגיה..

המדוברת ביותר היא התחממות כדור הארץ, שהטמפרטורה על פניו עלתה בכ-0.75 מעלות במאה השנים האחרונות (IPCC, 2007). הסכנות הטמונות בהתחממות זו רבות - הבולטת בהן היא המסת הקרחונים וכתוצאה מכך עלייה במפלס הים, שינוי שעלול לערער את האיזון במערכת האקולוגית העולמית.

בעוד שמרבית הקהילה המדעית תמימת דעים בנוגע לעצם ההתחממות, ישנם חילוקי דעות בנוגע לסיבות הגורמות לכך. כיוון שבמקביל להתחממות כדור הארץ נרשמה בעשורים האחרונים גם עלייה בכמויות דו-תחמוצת הפחמן (CO₂) באטמוספירה - אחד מגזי החממה התורמים לאפקט החממה על פי פרוטוקול קיוטו מ-1998. הדעה הרווחת בעשורים האחרונים היא שהסיבה העיקרית לכך היא שריפה מוגברת של דלקים - אשר בסופו של דבר הובילה להתחממות.

לעומתם, קבוצה לא מבוטלת של מדענים טוענת בשנים האחרונות שתרומת האדם לכמויות דו תחמוצת הפחמן באטמוספירה, זניחה, וכי הריכוז הגבוה יחסית של הגז הוא תוצאה של התחממות כדור הארץ ולא הסיבה להתחממות.

מחלוקת הביצה והתרנגולת עדיין לא הגיעה לידי יישוב, אך ראוי להזכיר בהקשר זה שתי סוגיות נוספות הקשורות לצריכת אנרגיה מוגברת: האחת - ניצול מקסימלי של מצבורי הדלקים - בעניין זה יש הגורסים כי המאגרים הקיימים יספיקו לעוד עשרות שנים בודדות. לעומתם יש הגורסים שהמאגרים הקיימים גדולים מכפי שמעריכים והם מתחדשים מעצמם באיטיות, ועל-כן הם יספיקו למאות שנים (Gold, 1999). הסוגיה השנייה היא "אבטחת אנרגיה" (Energy Security) - מונח המתאר את היכולת לספק אנרגיה במחיר הגיוני ומשתלם לאורך זמן, על כל המשתמע מכך. בין אם הקריטריונים הנכללים בתקנים מוצדקים ובין אם לאו, לצמצום צריכת האנרגיה ישנה משמעות כלכלית מרחיקת לכת.

העיסוק בתקינה "ירוקה" ובחיסכון באנרגיה קיבל תאוצה בשנות השבעים, בין השאר בעקבות משבר האנרגיה העולמי שהשפיע על מדינות רבות במערב, כאשר מדינות אופ"ק (המחזיקות בכ-75% מעתודות הנפט בעולם) הטילו אמברגו נפט על מדינות המערב בשל תמיכתן בישראל במלחמת יום כיפור. בשל התלות הכמעט מוחלטת של המערב במדינות אופ"ק, חרם הנפט הביא לעלייה חדה במחירו של ה"זהב השחור" (עד פי עשרים) ולמחסור חמור בנפט ומוצרי בעולם כולו. כתוצאה מכך, החליטו מדינות רבות לצמצם את תלותן במדינות אופ"ק, ובמקביל לנסות לצמצם משמעותית את צריכת האנרגיה במחוזותיהן.

על אף הניסיונות לצמצום צריכת האנרגיה בעולם, תחזיות עתידיות צופות גידול בביקוש לדלקים, הן בשל הצפי לגידול האוכלוסייה, והן בשל עלייה ברמת החיים של כלכלות ענק כדוגמת סין, הודו וברזיל.

תקנים ומדדים לבנייה ירוקה גובשו החל משנות התשעים במקומות שונים בעולם. לאחרונה פורסם גם התקן הישראלי 5281 לבנייה ירוקה - שנועד לספק קריטריונים להערכת מבנים "ירוקים" כהשלמה לתקן 5282 לדירוג בניינים על פי צריכת האנרגיה. התקנים והמדדים האלה בוחנים מגוון של אספקטים הקשורים לסביבה ולנוחות בבניין (wellbeing), כגון - חומרי הבנייה, טיפול בפסולת, טיפול במים עכורים וכו'. אולם הקריטריון החשוב ביותר הוא חיסכון בצריכת האנרגיה בבניין (Bunz et al, 2006). המשמעות היא שככל שהבניין מתוכנן באופן המעודד שימוש חסכוני באנרגיה - כך הציון שיקבל יהיה גבוה יותר.

הקהילה המדעית מתריעה על מספר סכנות פוטנציאליות הטמונות בצריכת אנרגיה מוגברת. בעוד שעל חלק מהסכנות הללו יש הסכמה רחבה למדי - חלקן שנוי במחלוקת. הסכנה



כמות ה- CO_2 שהוא פולט - קיים פתח להבדל בציון שאותו בניין מקבל תחת שני המדדים.

צריכת האנרגיה בבניין מושפעת על ידי מספר רב של משתנים, הבולטים בהם - יעילות המכשירים צורכי האנרגיה (מיזוג, תאורה, מכשירי חשמל ביתיים וכו'), הרגלי המשתמש, היכולת והנכונות שלו להבין את מגבלות הביצועים האנרגטיים של הבניין, והפרמטר המשמעותי ביותר - התאמת המבנה לסביבתו הפיזית/אקלימית באמצעות תכנון נכון.

כדי לשפר את הביצועים האנרגטיים של הבניין ולהביא לצמצום צריכת האנרגיה בו, על המתכנן לייצר בניין שבו הטמפרטורה נשארת יציבה לאורך זמן, תוך שימוש מינימלי באמצעי עזר מלאכותיים - מערכת חימום, קירור ותאורה מלאכותית.

על מנת להשיג את המטרה הזו, על המתכנן לשלוט בעקרונות תכנון ובנייה בסיסיים למדי - שימוש בחומרי בנייה בעלי יכולת בידוד גבוהה (U-Value נמוך), איטום המעטפת למניעת אינפילטרציה - "הסתננות" אוויר לא ממוזג דרך המעטפת אל פנים הבניין, או בריחת אוויר ממוזג החוצה, שימוש מושכל בזיגוג וקירות מסך, הצללות, שימוש בטכניקות לאיורור טבעי, ניצול קרינת השמש ועוד.

חישוב הניקוד בתת-פרקי האנרגיה ב-BREEAM ו-LEED יכול להתבצע בשתי שיטות: השיטה החישובית והשיטה התפקודית.

על פי השיטה החישובית, המתכנן מזין לתוכנה יעודית נתונים שונים הנוגעים לביצועים התרמיים

ההיבט החשוב ביותר בשני התקנים האלה, ולמעשה בכל תקן "ירוק" אחר, הוא הפרמטרים שעל פיהם נקבע הציון המוענק למבנה, או במילים אחרות - מה נחשב לבניין "ירוק", וכיצד ניתן לכמת את איכותו. לסוגיה זו יש השפעה רבה על תכנון הבניין, צורתו, החומרים מהם הוא בנוי וכפועל יוצא - עלותו הכספית.

בין התקנים הרבים שפורסמו בשנים האחרונות בולטים במיוחד התקן האנגלי BREEAM Building Research Establishment - Environmental Assessment Method והתקן האמריקאי LEED - Leadership in Energy and Environmental Design

ראוי לציין שהתקן האמריקאי LEED והתקן האנגלי BREEAM מודדים אספקטים שונים הנוגעים לאיכויות המבנה. אולם תת-הפרק בעל המשקל הגבוה ביותר בכל אחד מהם נוגע לבחינת הביצועים האנרגטיים שלו (Energy Performance) - בחינה שאמורה להפחית באופן ניכר את צריכת האנרגיה. (10 נקודות ב-BREEAM ו-19 נקודות ב-LEED)

הציון בתת-פרק זה נקבע באופן שונה בכל תקן. על פי המדד הבריטי (BREEAM), המדד נקבע על סמך חיזוי כמות ה- CO_2 השנתית שתיפלט כתוצאה משימוש באנרגיה בבניין לצורך השגת נוחות תרמית. לעומת זאת, במדד האמריקאי (LEED), הציון נקבע על סמך חיזוי ההוצאה השנתית על אנרגיה, כלומר - מהן ההוצאות הצפויות להשגת נוחות תרמית בבניין. היות שאין קורלציה בין מחירו המשתנה של הדלק לבין

היות שצריכת אנרגיה במבנים אחראית לכ-40% מצריכת האנרגיה בעולם (UNEP, 2011), כל חיסכון המתקבל כתוצאה מתכנון נכון יותר, עשוי לחסוך סכומי כסף גדולים.

עידוד לתכנון המכוון להפחתת צריכת אנרגיה נעשה הן באמצעות חקיקה, והן באמצעות תקנים וולונטריים, מתוך הנחה שלמבנים יעילים וחסכוניים באנרגיה יש ביקוש רב יותר בקרב הציבור. בבריטניה למשל, צמצום צריכת האנרגיה בבניין מעוגן בחוק התכנון והבנייה, כתנאי לקבלת היתר בנייה.

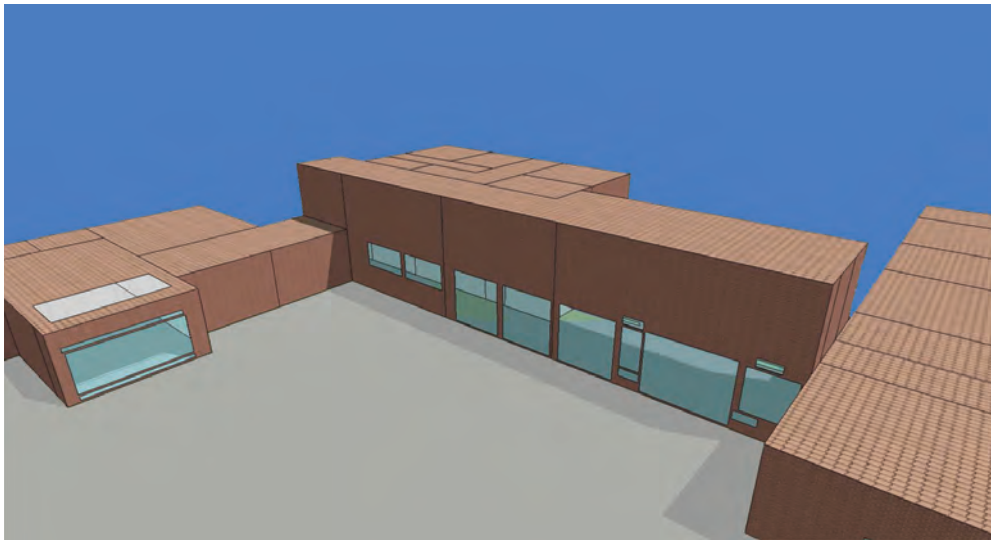
האם התקנים ה"ירוקים" אכן מצליחים לייצר מבנים שבהם צריכת האנרגיה נמוכה יותר?

מחקר שפורסם השנה ע"י ה-USGBC (המועצה האמריקנית לבנייה ירוקה) מראה שצריכת האנרגיה במבנים בעלי ציון כלשהו בתקן LEED, נמוכה בכ-25% מזו שבמבנים דומים שלא קיבלו ציון (המחקר הישווה בין מבני משרדים בעלי ציון ביחס למבני משרדים ללא ציון). ובנוסף, ככל שהציון היה גבוה יותר - החיסכון גדל בהתאם. כמו כן, ההוצאות על שימוש באנרגיה קטנו בכ-13% במבנים חדשים, בעוד שבמבנים משופצים ב-8.5% בלבד.

זאת ועוד, לציון בתקן הייתה השפעה ניכרת על מחיר הנכס. למשל - ערכם של נכסים חדשים בעלי ציון LEED היה גבוה בכ-11% במבנים למכירה ובכ-6% במבנים להשכרה, וערכם של נכסים משופצים עלה בכ-7% למכירה ובכ-20% להשכרה. ערכים דומים הציג גם המוסד לחקר הבנייה (BRE) שפרסם את התקן האנגלי BREEAM.

בעולם, קיימת הפחתה בצריכת האנרגיה וערכם הנדל"ני גבוה יותר בהתאם לציון.

על אף שהנתונים אינם מצביעים על קורלציה מובהקת בין מדדי הבנייה השונים ורמת המודעות לאקלים, אין ספק שניתן להתייחס לעצם ההתייחסות אל התקנים כניסיון רציני לשיפור הסביבה הבנויה. כלי עבודה שהשימוש בו עשוי לקדם סטנדרט תכנוני איכותי יותר, תוך התבססות על עקרונות בנייה פשוטים והגיוניים, כאמור – בידוד, איטום, הפניות נכונות, ושימוש מושכל באור ואיורור טבעיים.



Top: Designed case
Below: The model

של הבניין המתוכנן – שטח החזיתות, יכולת הבידוד של המעטפת, אחוז הזיגוג בכל חזית, כמות החום המיוצרת בתוך הבניין (על ידי מכשירי חשמל, תאורה מלאכותית, ואנשים) וכו'. בסוף התהליך התוכנה מחשבת את הממוצע החדשי של צריכת האנרגיה הנדרשת כדי לייצר נוחות תרמית מבוקשת. ככל שצריכת האנרגיה החזויה נמוכה יותר – הציון שהבניין מקבל גבוה יותר.

בשיטה התפקודית לעומת זאת, הציון נקבע על סמך שיפור הביצועים האנרגטיים של הבניין. הדבר נבדק על ידי מידול תרמי של המבנה, באמצעות תוכנה מיוחדת שמחשבת את צריכת האנרגיה הדרושה להשגת נוחות תרמית.

באופן כללי, ניתן לקבוע שהתוכנות התפקודיות משוכללות יותר מהתוכנות החישוביות. בעוד שהתוכנות בשיטה החישובית מספקות ממוצעים חודשיים לבניין כולו, התוכנות למידול תרמי בשיטה התפקודית מסוגלות לספק נתוני צריכת אנרגיה בכל שעה לחללים ספציפיים בבניין. כמו כן, ניתן לבצע באמצעותן אנליזה מפורטת של ביצועי הבניין – כולל בדיקת טמפרטורה ולחות בחללים השונים בשעות שונות, תוך התחשבות בפליטת אנרגיה מבני אדם, עומסי תאורה, קרינת שמש, וקצב החלפות אוויר. לרוב התוכנות האלה יש קישור (Plug-in) לתוכנות אדריכליות נפוצות, כמו רוויט וסקצ'אפ – מה שמקל על תהליך הערכת הביצועים האנרגטיים של הבניין.

לאחר שסך כל האנרגיה שבה הבניין עתיד להשתמש במשך שנה מחושבת לפי מטר רבוע, נבנה מודל "ייחוס" בעל גיאומטרייה זהה, העשוי מחומרי בנייה פשוטים יותר ומערכות מיזוג קונבנציונליות – כמפורט בכל תקן. סך כל האנרגיה שבניין הייחוס עתיד לצרוך מחושב גם הוא על ידי התוכנה, והציון הסופי נקבע בהתאם לאחוז השיפור בביצועי הבניין המתוכנן בהשוואה לבניין הייחוס.

מחקרי השוואה שבחנו את השפעתם של התקנים והמדדים השונים בעולם על הסביבה הבנויה, הגיעו למסקנה שתקן BREEAM נתפס כ"מדעי" יותר מתקן LEED. השוואה שנערכה בין שני תקנים אלה הראתה שמבנים שקיבלו את הציון הגבוה ביותר האפשרי ב-LEED קיבלו ציון בינוני עד גבוה בתקן-BREEAM.

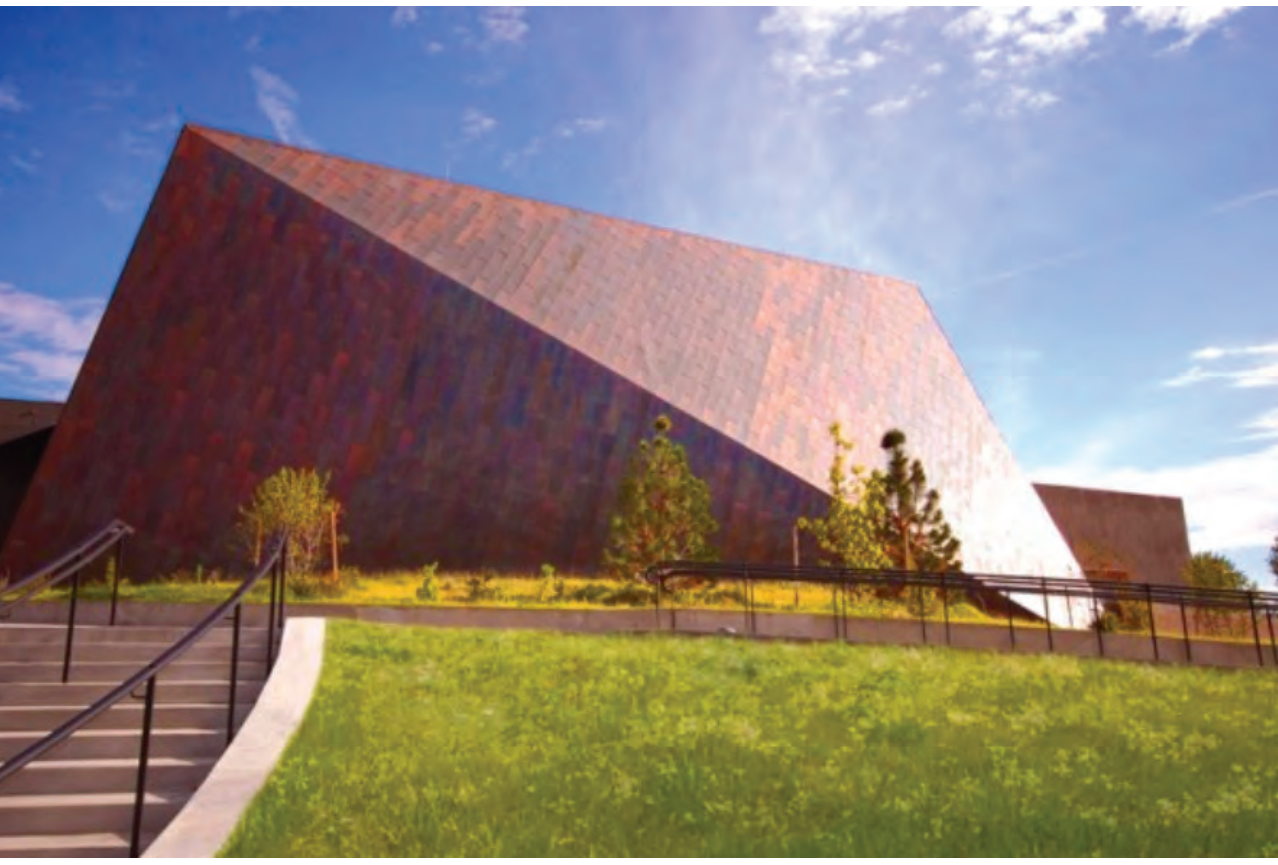
מחקר שהשווה את הציון שקיבל מבנה משרדים (Roderick, 2009), תחת תת-פרק האנרגיה בשלושה מהתקנים המובילים בעולם: BREEAM, LEED, ו-Green star האוסטרלי – הראה כי המבנה קיבל ציונים שונים בשלושתם: ציון גבוה ב-Green Star, ציון נמוך ב-BREEAM וניקוד אפסי ב-LEE.

מחקרים אחרים מאשררים את ההבדלים המהותיים בין הציונים שאותו מבנה מקבל תחת תקנים שונים. כך למשל, מגדל מגורים שקיבל ציון בינוני תחת תקן BREEAM, לא קיבל כל ניקוד ב-LEED. הסיבה להבדלים האלה טמונה בין היתר בהבדל פרוצדוראלי בין התקנים: בעוד שתקן-LEED מתנה קבלת ציון כלשהו בתת-פרק האנרגיה בשיפור מינימלי של 10% בין ביצועיו של הבניין המתוכנן לבין אלו של מבנה הייחוס, ב-BREEAM אין סף מינימום שכזה.

למרות ההבדלים האלה, לא ניתן להתעלם מהעובדה שבמבנים בעלי ציון כלשהו באחד מהמדדים המובילים

למעלה: מבנה מתוכנן.
למטה: מבנה ייחוס של המבנה המתוכנן שנבנה בשיטה התפקודית, לצורך הערכת השיפורים האנרגטיים הדרושים להשגת נוחות תרמית.
בעמוד השמאלי, למעלה: מרכז הסטודנטים בביה"ס לכלכלה ומדיניות, לונדון – קיבל ציון מעולה בתקן BREEAM האנגלי.
אדריכל: O'Donnell + Tuomey
בעמוד השמאלי, למטה: המרכז לאמנות בקולורדו קולג' – קיבל ציון מעולה בתקן LEED האמריקאי.
אדריכל: Antoine Predock

Top: LSE Student Centre, London
- BREEAM Outstanding
O'Donnell + Tuomey Projects Ltd
Bottom: Colorado College Cornerstone Arts
Center - LEED Platinum
Architect Antoine Predock





BREEAM certified buildings worldwide (most of them in the UK) and only 75,000 LEED certified buildings, it is the LEED standard that has gained growing popularity around the world in recent years.

The most important aspect of both standards, and in fact in every Sustainable Building Rating System, is the parameter according to which the score is evaluated, or in other words – the parameter that describes what constitutes a sustainable building and how it can be measured. This issue has considerable influence on the design of the building, its shape, materials and cost.

A USGBC survey (US Green Building Council, 2013) has shown that energy consumption in certified buildings is 25% lower on average than those of similar un-certified buildings, and that energy spending has decreased in these buildings (13% decrease in new buildings and 8.5% in refurbished ones). In addition, there is a correlation between the rating score and the amount of energy saved – higher scored buildings saved more energy. These savings had an impact on the value of these properties – the price of new-built certified LEED buildings was 11% higher for sale and 6% to let, while the value of refurbished properties has risen by 7% in assets for sale and 20% to let. Similar values have been found by the BRE – Building Research Establishment – the body that publishes BREEAM.

It is important to note that LEED and BREEAM measure different aspects of the quality of the building, but the most influential sub-category in each relates to the building's Energy Performance – an examination with a significant effect on the energy consumption score of the building (10 credits in BREEAM and 19 credits in LEED).

The score in this sub-category is set differently in each standard. BREEAM considers the predicted annual amount of CO₂ emissions resulting from energy use in the building. LEED, on the other hand, considers the predicted annual expenses of energy in the building. Since there is no clear correlation between the fluctuating price of fuels and the amount of CO₂ this fuel emits – different scores may be achieved by different standards.

Energy consumption in buildings is affected by several variables. The most important ones – the efficiency of the equipment used in the building (HVAC lighting, home appliances etc.), user habits, user ability to understand the energy performance limitations of the building, and the most important parameter – the one that designers most influence – adjusting the



One Bush Street, San Francisco
- LEED Platinum
SOM Architects.
Right page: Traditional structures needed no Green Standards.
Photos: Moshe Agami

building to its physical/climatic environment.

In order to improve the energy performance of the building and bring about an energy use reduction, the designer should create a building in which the environmental conditions (temperature, light) remain stable, while using minimum mechanical aids. In order to achieve this, the designer must control basic sustainable design strategies – using high insulating construction materials (with low U-Value), highly air-tight spaces (avoiding infiltration), wise use of glazing systems and shades, the use of natural ventilation techniques, solar energy and more.

Calculating the score of the energy performance sub-category in BREEAM and LEED can be conducted in two ways:

In the first, the designer uses a special computer based tool to calculate the average monthly energy consumption of the designed building for satisfactory thermal comfort. For this, the designer needs to insert various parameters, describing the building (façade area, glazing percentage, insulation capacity, building's orientation etc.). Lower calculated energy consumption leads to higher scores.

The second way to calculate the energy performance sub-category in both standards is to use a more sophisticated thermal modeling tool. While the tools energy consumption method yield monthly averages, the thermal

modeling tools can calculate hourly energy consumption in specific rooms in the building. It also allows an analysis of the building's performance – hourly temperature and relative humidity examination, light loads, solar radiation calculations and much more. Most thermal simulation tools have plug-ins for popular design packages such as Revit or Sketchup, which makes the analysis process more user friendly.

After calculating predicted energy use in the designed building, a "reference building" is modeled as well: a building with some properties that are identical to the designed building, (shape, size, activities etc.), but with more basic constructions and service systems, as specified by each standard. The predicted energy use of the "reference building" is calculated as well. The final score is determined by the improvement percentage of the designed building in comparison with the "reference building".

Some comparative studies that examined the influence of different sustainable building standards have concluded that BREEAM is considered more "scientific" than LEED. Some studies compared the scores of a case study in the energy related chapters in BREEAM and LEED (Roderick, 2009, Schwartz & Raslan, 2013). These studies have shown that the case studies achieved different ratings in both standards – medium/low score in BREEAM and a zero score in LEED.

The reason for these differences lies in procedural differences between the standards: apart from the difference between the parameter that determines the score (CO₂ vs energy cost, as previously described), while LEED has a 10% performance improvement as a minimum requirement – BREEAM does not have a similar requirement.

Despite these differences, one cannot avoid the fact that energy consumption in certified buildings is lower and that their value increases. Though there might not be a strong correlation between the different standards, it is necessary to see them as a significant tool for improving the built environment. A tool that can help designers create better, more energy efficient designs, relying on basic design principles – insulation, orientation for a proper exploitation of natural light and ventilation.

One Bush Street סן פרנסיסקו

– קיבל ציון פלטינום בתקן LEED
בעמוד הימני: מבנים מסורתיים אינם זקוקים לתקנים ירוקים – המודעות לאקלים טבועה בהם. למעלה בית בוץ בנמיביה, ומתחתיו בית עץ עם גג מקש, ברומניה.
צילומים: משה אגמי

the green between LEED and BREEAM

sustainable building rating systems

Architect Yair Schwartz
B.Arch, M.Sc Environmental Design and Engineering

One of the most popular trends in the architectural world in recent years is Sustainable Architecture. Many projects are proud of being "green"; neighborhoods and cities are painted green and the term "sustainability" has become a cliché, though not necessarily clear. In the pursuit after the "green label", the essence of responsible architecture is sometimes lost.

What is "sustainable design"? Should "sustainable" buildings be built out of mud and timber, or could they be built out of more conventional materials? How can we quantify "sustainability", and is "sustainable design" at all effective?

Many architects believe that sustainable architecture means low, plant-covered "Hobbit-style" buildings, and are surprised to discover that "regular" buildings may also be considered "green", as long as they maintain high design standards, while superficial, visual aspects can only harm the true meaning of sustainability.

Sustainable legislation and standards have developed rapidly since the 1970's in the wake of the global energy crisis. This is partly due to the embargo of certain OPEC members on the west, which led to a severe oil shortage all around the world. Consequently, many countries decided to both reduce their dependency on OPEC, as well as their energy consumption.

However, despite various attempts to reduce global energy consumption, future predictions show an increase in fuel demand, both because of an increase in global population as well as the economic development of developing countries such as China, India and Brazil.

The scientific community has long warned of the effect of increased energy consumption. However, while there is a broad consensus regarding some facts – others are still under debate. The most familiar, possible implication of increased energy consumption is global warming. According to the IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), – the planet's temperature has risen by 0.75°C in the last 100 years. The rise in temperature

might lead to ice melting, causing rising sea levels, and, consequently, a change in the global eco system.

Aware of this, since the 90's many Sustainable Building Rating Systems have been published around the world and, recently, the Israeli Standard 5281 as well, complementing the 5282 standard for rating buildings according to their energy consumption.

These rating systems examine a variety of aspects responsible for thermal well-being, such as: building materials, natural lighting, ventilation, sealing, insulation and waste water treatment. Hence, energy consumption in buildings has the greatest impact on the overall assessment of most rating systems (Bunz et al, 2006). And thus – a building designed to encourage energy saving - will get a higher score.

While there is a consensus in the scientific community regarding global warming, explanations for this differ, since in addition to global warming, there is also an increase in CO₂ levels in the atmosphere. Many suggest that the reason for global warming is the increased burning of fuels, while others claim that the amount of CO₂ emitted as a result of human activities on the planet is minor, and that the high levels of CO₂ is a result of global warming and not the reason for it.

While this debate has not yet been resolved, it

is important to mention two other issues when discussing the increase of energy consumption: The first – full extraction of energy reserves. Some argue that existing reserves will last for several more decades, while others claim that the current reserves are larger than the prevailing assessment, and that the reserves gradually renew their contents. Therefore, so they claim, fuel will last for hundreds of years to come (Gold, 1999).

The second issue is the instability of energy security - namely - the physical availability of energy at an affordable price.

Whether these criteria are justified or not, since energy consumption in buildings is responsible for around 40% of overall global energy consumption (UNEP, 2011), reducing energy consumption might have far reaching economic implications.

Do sustainable building rating systems lead to buildings with reduced energy consumption?

Of the numerous available rating systems, the UK-developed BREEAM (Building Research Establishment – Environmental Assessment Method) and the American-developed LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) are among the most commonly used worldwide (Roderick et al. 2009).

Though there are approximately 200,000