







המדריך לגגות חיים

עמיר בלבן | עינת גזית







משרד החקלאות ופיתוח הכפר
שרות ההדרכה והמקצוע
אגף פרחים והנדסת הצומח
תחום הנדסת הצומח וגנים בוטנים

מאי 2014
הכותבים מודים לכל אלו שטרחו לתרום מהידע, התמונות והניסיון בכדי לקדם את התחום. תודה לאבנר רינות, מתנדבי התחנה לחקר ציפורי ירושלים, בן רוזנברג - אקולוג מרחב הכרמל - רשות הטבע והגנים, חברת כביש חוצה ישראל, חברת רב-נוי, וינשטיין - ועדיה אדריכלים, גני רמת הנדיב, יקב הרי גליל, קרן ברכה והמשרד להגנת הסביבה.

This guide was published with the support of the East Bay Jewish Teen Foundation, a project of the East Bay Jewish Federation and Foundation and the San Francisco-based Jewish Community Federation

תוכן עניינים

הקדמה 3
1. מהו גג חי ? 4
2. התרומה של גגות חיים למגוון הביולוגי 5
3. תרומתם של גגות חיים לסביבה העירונית 8
תרומתם של גגות חיים לסביבה 8
תרומתם של גגות חיים למבנה 10
מקומם של גגות חיים באדריכלות העכשווית 12
4. גגות חיים בעת העתיקה 14
5. פרויקטים מהארץ והעולם 16
6. מדריך בשלבים להקמת גג חי 28
מקורות 35
רשימת מיני צומח 36

כתיבה ועריכה: עמיר בלבן ועינת גזית
עיצוב: עינת גזית
ניתן ליצור קשר 052-3869454, 054-4803109, 052-3869488
Amirbalaban1@013.net | Einat_gazit@yahoo.com | Jbo@inter.net.il



הקדמה
מגוון ביולוגי
תרומה לסביבה
תרומה למבנה
אדם ואדריכלות
בעת העתיקה
פרויקטים בארץ ובעולם
מדריך להקמה
מקורות והערות

הקדמה

גגות חיים - שילוב הסביבה הבנויה במאמץ הלאומי לשמירה על המגוון הביולוגי

שמירת טבע בישראל החלה את דרכה עם קום המדינה כתגובה לתהליכי הפי–תוח המואצים. באופן מסורתי הפעילות התמקדה בשטחים הפתוחים. בשנים האחרונות, מקדישים החברה להגנת הטבע בשיתוף המשרד להגנת הסביבה, משרד החקלאות ורשויות מקומיות נבחרות תשומת לב לשימור וטיפוח המגוון הביולוגי בסביבה העירונית. תהליך זה נובע מההשפעות הישירות והעקיפות שיש לפיתוח העירוני על הטבע בישראל. השפעות ישירות הן פגיעה בבתי גידול ומערכות טבעיות כתוצאה מתהליכי הפיתוח. השפעות עקיפות נגרמות מתשתיות ומשאבים שמספקים את צרכי הערים הגדלות. בנוסף, רוב תושבי ישראל מתגוררים בערים ולעיסוק בסוגיות אלו השפעה על דעת הקהל, בעלי תפקידים ומקבלי ההחלטות.

לגגות החיים חשיבות גם בתהליכי פיתוח במרחב הכפרי ובאזורי הספר. אזורי תעשיה חדשים, מתקני תשתיות לאומיות כגון דרכים משפיעים על המערכות הטבעיות באזורים פתוחים. שימוש בגגות חיים יכול למתן את השפעתם על הנוף, אך בעיקר על אופן תפקודן של המערכות הטבעיות. במדריך זה מובאות מספר דוגמאות לגגות חיים ששולבו במבני תעשיה או תשתיות דרכים במרחב הכפרי.

המדריך לגגות חיים מיועד לכל מי שהטבע בכלל ובעיר בפרט חשובים לו. המדריך מספק רקע כללי, דוגמאות מהארץ ומהעולם ופרק המתאר את שלבי ההקמה של גג חי. מטרת המדריך היא להמחיש כיצד גגות אלו תורמים לטיפוח הטבע בעיר ובכפר. קידום תחום הגגות החיים בשילוב עם מערכת שטחים פתוחים עשירים בבתי גידול טבעיים יאיצו את שילובן של ערים ואזורי הפיתוח במהלך הלאומי לשמירה על המגוון הביולוגי.



הגג החי של יקב הרי גליל (צילום: עמיר בלבן, החברה להגנת הטבע)



הגג החי של התחנה לחקר ציפורי ירושלים (צילום: עמיר בלבן, החברה להגנת הטבע)

1. מהו גג חי?

גג ירוק הנה הגדרה כללית למערכת צומח מנות-קת, לרוב על גגות של מבנים. גגות מגוננים מוכ-רים משחר ההיסטוריה והם נחלקים לשני טיפוסים עיקריים:

א. גג בגינון אינטנסיבי: גג עם מצע צימוח, מער-כת השקייה ושגרת טיפוח.

ב. גג בגינון אקסטנסיבי: גג עם מצע צימוח ללא מערכת השקייה עם או בלי שגרת טיפוח.

הגג החי (מכונה לעיתים - גג חום) נמנה על קבו-צת הגגות האקסטנסיביים. בשונה מגג ירוק המו-שקה במהלך כל השנה ולו הרכב צומח שבו אין כל מגבלה, לגג החי יש נאמנות לחברת הצומח ולמגוון הביולוגי המקומי. גג חי מבוסס על שימוש בקרקע מקומית, חברת צומח טיפוסית לסביבה, ללא השקייה וברמת תחזוקה נמוכה.



הקדמה
מגוון ביולוגי
תרומה לסביבה
תרומה למבנה
אדם ואדריכלות
בעת העתיקה
פרויקטים בארץ ובעולם
מדריך להקמה
מקורות והערות

2. התרומה של גגות חיים למגוון הביולוגי

מגוון ביולוגי, הוא מושג המתאר את מגוון צורות החיים על פני כדור הארץ. בערים ובאזורי פיתוח, הקרקע ומערכת הצומח המקומית משתנים והופכים לשטחים מבונים ומגוננים. תהליך זה מצמצם את מגוון מיני הצומח המקומי והחי בהתאמה. כתוצאה מהשינוי הדרמטי משתנה חברת החי ומצטמצמת באופן משמעותי והרכבה מבוסס על מינים שמסתגלים לסביבת האדם. לעיתים מדובר במינים מתפרצים שמהווים מטרד (חולדות, עורבים וכדומה).

הקמה של גגות חיים בסביבה הבנויה מאפשרת להוסיף שטחים בעלי מאפיינים טבעיים בתוך המרקם העירוני מבלי לפגוע בתהליכי הפיתוח. תרומתם למגוון הביולוגי באה לידי ביטוי באופנים הבאים:

א. יצירת בתי גידול שקטים המשמשים מקלט לצומח וחי מקומי שנדחק מהעיר.

ב. יצירת אמצעי ליצירת רצף וחיבור בין שטחים טבעיים באזורים מבונים.

ג. הגברת המודעות לנושא המגוון הביולוגי בקרב הציבור הרחב.

תכנון ופיתוח של בתי גידול בעלי מאפיינים טבעיים על גגות מעודד את חברת החי המקומית (חרקים, ציפורים זוחלים). בעזרת תכנון נכון, ניתן לפתח מערכות צומח וחי מקומיות ולהחזיר את חלקן לסביבה העירונית המתחדשת.

השימוש בגגות חיים צובר תאוצה בכל רחבי העולם, באזורי תעשיה ובסביבה הכפרית, בין השאר בגלל הרצון למתן את השפעת הפיתוח על המגוון הביולוגי. השימוש בגגות חיים מאפשר השבה של צומח וחי מקומיים לסביבה הבנויה בקלות ועלות יחסית נמוכה. לדוגמא, על הגג של התחנה לחקר ציפורי ירושלים נזרעו זרעים של צמחי בוסתן אופייניים להרי ירושלים, אשר רובם נעלמו מהסביבה העירונית עקב תהליכי הפיתוח. הציפורנית המצרית שהתבססה על גג התחנה בשנת 2008 מפיצה את עצמה מדי שנה לשטחים פתוחים קרובים.



צפורנית מצרית וזבוב (צילום: עמיר בלבן, החברה להגנת הטבע)



צפורנית מצרית ודבורה יחידאית (צילום: עמיר בלבן, החברה להגנת הטבע)



לרוב, מצע הגידול על גגות איננו עמוק. תכונה זו משפיעה על אופי חברת הצומח שבדרך כלל כוללת עשבוניים, גיאופיטים ורב-שנתיים סוקולנטים. חברה זו היא "גן עדן" לחרקים קטנים כגון דבורים, פרפרים, חיפושיות, זוחלים וציפורים. בנוסף, הניתוק בין הגג למפלס הרחוב ונגישות מוגבלת לבני אדם מבטיחים בית גידול שזוכה לשקט ומיעוט הפרעות הדדיות.

מחקרים שנעשו לאחרונה באירופה הראו כי לגגות ירוקים וחיים בערים גדולות יש פוטנציאל גבוה לתפקד כבית גידול למינים בסיכון. לדוגמא, בסקרים על גגות ירוקים בבאזל, שוויץ, נמצא מגוון גדול של ציפורים, עכבישים וחיפושיות, כולל מינים רבים הנחשבים נדירים או מאויימים (מקור: "Bees and green roofs").

פרויקט חכלילית הסלעים בלונדון

בנוסף, גגות ירוקים בלונדון נמצאו מתאימים לשימור אוכלוסייה נדירה של חכלילית הסלעים, מין שהולך ונעלם מהנוף האנגלי.

בדרום לונדון משמש רצף של גגות חיים כאמצעי לשימור חכלילית הסלעים, מין בסיכון שבתי הגידול המקוריים שלו נעלמו עקב פיתוח עירוני. רצף הגגות החיים כוסה בשברי שאריות בניה מעורבים באדמה מקומית, בית הגידול המועדף על החכלילית לשיחור מזון. אחד הבניינים המפורסמים שלקח חלק בפרויקט הוא ה- Laben Dance Center מבנה ציבור גדול שעל גגו הותקן גג חי לרווחת החכליליות (מקור: http://livingroofs.org/londongreen-roof-policy).





חכלילית הסלעים על גדודית פסולת בנייה (מקור: http://livingroofs.org/londongreen-roof-policy)



הגג החי של ה- Laben Dance Center (מקור: http://livingroofs.org/londongreen-roof-policy)

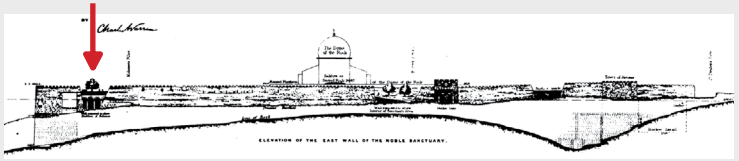


הקדמה
מגוון ביולוגי
תרומה לסביבה
תרומה למבנה
אדם ואדריכלות
בעת העתיקה
פרויקטים בארץ ובעולם
מדריך להקמה
מקורות והערות

האלה האטלנטית על הר הבית

בסקר טבע עירוני שנערך בעיר העתיקה בירושלים אותר עץ אלה אטלנטית שנטע על בימת הר הבית באזור מסגד אל אקצה. האלה בת מאות שנים צומחת כ-30 מטרים מעל מפלס הקרקע המקורי. על העץ הבודד נצפתה פעילות עשירה של יצורים המתבססים על השירותים השונים של העץ: מזון, מסתור מפני טורפים ולצרכי רבייה.

כמו כן, נתגלו בסקר גם בוסתנים מסורתיים על גגות של כנסיות, אחת הדוגמאות המפתיעות אותרה על גג כנסיית הקבר.



הופעת האלה בחתך מתחם הר הבית (מקור: צ'רלס וורן 1867-70, PEF)



הר הבית, מבט על (צילום: עמיר בלבן, החברה להגנת הטבע)







האלה האטלנטית העתיקה על בימת הר הבית (צילום: עמיר בלבן, החברה להגנת הטבע)





דוכיפת ומניפנית מצויה החיות בגזע האלה החלול (צילום: עמיר בלבן, החברה להגנת הטבע)



3. תרומתם של גגות חיים לסביבה העירונית

מלבד תרומה למגוון הביולוגי לגגות חיים יש תו-עלות רבות בתחום הסביבה העירונית. בפרק זה יפורט כיצד יכולים גגות להשתלב במגוון האת-גרים הסביבתיים בעיר: איי חום עירוניים, ניהול נגר עירוני וסוגיות אדריכליות הקשורות בפיתוח בניה לגובה.

תרומתם של גגות חיים לסביבה

עיכוב והשהיית מי נגר עילי והפחתת העומס על מערכות הניקוז בספיקת שיא.
הגג החי מתנהג כשטח חלחול והשהייה של מי הנגר. נוצר דירוג בהגעת מי הגשם אל מערכות הניקוז, העומס עליהן מופחת ונמנעות הצפות וקריסות. שכבת האדמה והצמחייה על הגג החי מאפשרת קליטה של משקעים.

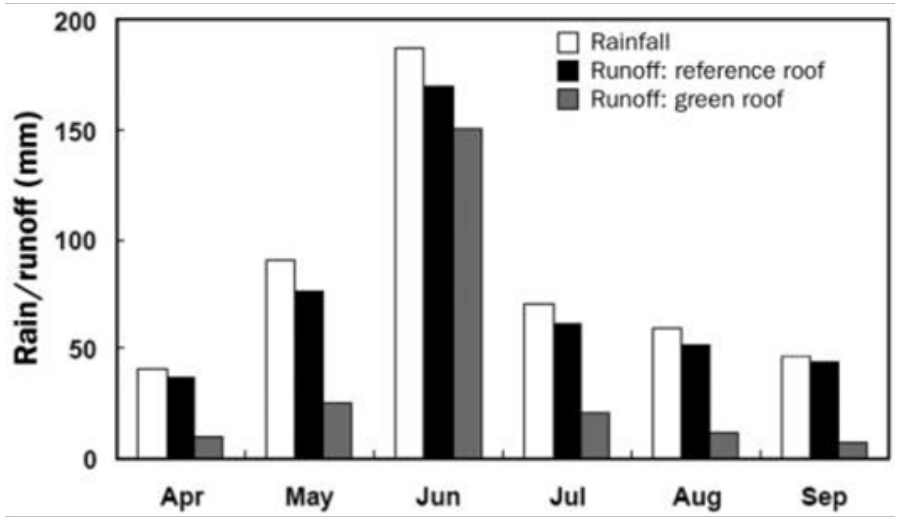
משקעים אלו אינם מתנקזים במהרה אלא מאפשרים לצמחייה להתפתח ול-עיתים אף לאגור אותם במערכת החיה של הגג (דוגמת גיאופיטים וצמחים סוקולנטים). כמות הנגר הנאצרת בגג עומדת ביחס ישיר לעומק המצע. שכבת אדמה בעובי של כ-10 ס"מ סופגת עד 40% ממי הגשם הניתכים עליה (מקור: אתר המועצה הישראלית לבנייה ירוקה).

שימור מי נגר בסערה על גג חי

במקרה מבחן מאוטווה, אונטריו, קנדה, בשנת 2002, מדגים כיצד התנק-זות המים מגג חי פחותה בהרבה מזו על גג צמוד קונבנציונלי באותו הגודל ללא מערכת צומח. עומק הקרקע בגג החי היא של 15 סנטימטרים של עם צמחייה עשבונית נמוכה (מקור: "Green Roofs as Urban Ecosystems Ecological Structures, Functions, and Services").



הגג החי בתחנה לחקר ציפורי ירושלים בשלג 2014 (צילום: עמיר בלבן, החברה להגנת הטבע)



מקרה מבחן - שימור מי נגר בסערה על גג חי



הקדמה
מגוון ביולוגי
תרומה לסביבה
תרומה למבנה
אדם ואדריכלות
בעת העתיקה
פרויקטים בארץ ובעולם
מדריך להקמה
מקורות והערות



הגג החי בתחנה לחקר ציפורי ירושלים על רקע העיר (צילום: עמיר בלבן, החברה להגנת הטבע)

צמצום איי חום עירוניים. תופעת החום הכבד בימי הקיץ מוכרת במרחבים עירוניים צפופים המאופיינים בריבוי שטחים בנויים. משטח בנוי יוצר חום עקב קרינת שמש ישירה. לעומתו, המשטח של הגג החי סופח כמות ניכרת מהקרינה ופליטת החום הינה איטית וממושכת. גגות חיים מתפקדים באופן דומה לגינות ציבוריות בעיר שבהן נמדדת טמפרטורה נמוכה בהרבה מזו המתקיימת באזורים בנויים. ריבוי גגות חיים יסייע בצמצום תופעת איי החום העירוניים.

הפחתת זיהום אוויר וזיהום מי התהום בשטחי העיר. מחקרים שונים החלו לזהות כיצד מוקדי צמחייה בערים יכולים לסייע להשגת יעדי איכות אוויר. ישנן עדויות לכך שעצים וצמחייה בעיר מסלקים כמויות ניכרות של זיהום אוויר ומשפרים את איכות האוויר (עד 20% הפחתה במקרים מסויימים). סילוק זיהום אוויר מתבצע על ידי שיקוע של חלקיקים וגזים על שטח הפנים של הצמח ועל ידי קליטה של מזהמים גזיים לתוך הפיוניות (פתחים זעירים המכסים את עלי הצמח). כבכל מערכת צומח גם על הגג מתרחשת קליטת פחמן דו־חמצני וכן ייצור חמצן במהלך היום. צמחיית הגג מסננת רעלים גם ממי הגשמים ומונעת את הגעתם למי התהום (מקור: עצים כמפחיתי זיהום אוויר בערים, מעין חיים, "הקואליציה לבריאות הציבור", "אקולוגיה וסביבה", 2013, 4(2) 176-182).



תרומתם של גגות חיים למבנה

בידוד תרמי מתקיים בשל יכולתה של שכבת האדמה למנוע את התלהטות הגג כתוצאה מקרינת שמש ישירה ומעבר חום על ידי קרינה חוזרת. הקומה העליונה זוכה לבידוד תרמי יעיל הודות לשכבת הבידוד אותה מספקים הקרקע ומערכת הצומח, ניתן לחסוך באנרגיה לקירור האוויר בקיץ וחימום בחורף. הטמפרטורות הנמוכות שנוצרות ביחס לסביבה מייעלות את תפקודם של תאי אנרגיה סולארית, שכן יעילותם עולה בטמפרטורות נמוכות (מקור:http://www.greenrooftechnology.com/Solar_PV_Greenroofs).

בידוד אקוסטי מתקיים בשל יכולתה של שכבת האדמה של הגג החי לבודד באופן יעיל את רעשי הסביבה הנגרמים כתוצאה מתנועת כלי רכב ומטוסים. מדובר על הפחתה של כ-8 דציבלים ויותר (מקור: In situ measurements of sound propagating over extensive green roofs, Timothy Van Renterghem, Dick Botteldooren, Ghent University, Department of Information Technology, Belgium).

ככל שמצע הגג החי יהיה עמוק יותר, יכולות הבידוד התרמי והאקוסטי יהיו גדולות יותר.

הגנה מכאנית פיזית למערכת האיטום והבידוד של הגג מתאפשרת על ידי שכבת האדמה המגנה על מערכת האיטום והבידוד של המבנה. קרינת שמש ישירה וכן חשיפת הגג למי גשמים שוחקת את מערכת האיטום. הגג החי יכול להאריך את תוחלת החיים של הגג פי 2 עד פי 3 מאורך חייו המקורי (מקור: Wanielista Green roofs, Marty Wanielista and Mike Hardin, 2nd Research Symposium May 4th, University of Central Florida, 2006).



חזית הכניסה לתחנה לחקר ציפורי ירושלים (צילום: עמיר בלבן, החברה להגנת הטבע)



כניסה אחורית, התחנה לחקר ציפורי ירושלים. את הגג החי ניתן לראות מלבלב (צילום: עמיר בלבן, החברה להגנת הטבע)



הקדמה
מגוון ביולוגי
תרומה לסביבה
תרומה למבנה
אדם ואדריכלות
בעת העתיקה
פרויקטים בארץ ובעולם
מדריך להקמה
מקורות והערות

הערך האסתטי של הגג החי, החזית החמישית של המבנה משתנה עם עונות השנה. בסביבה עירונית עם בניינים גבוהים או בערים עם טופוגרפיה דרמטית, הגגות נצפים מכל מקום. השינויים בהתאם לעונות השנה משפרים את חזות הגגות והמרחב העירוני.

"שגר ושכח". גג חי בניגוד לגג הירוק, אינו דורש תחזוקה וגינון אינטנסיביים, לעיתים הוא אינו דורש תחזוקה או גינון כלל. עלויות התחזוקה נמוכות מאד.





חצב מצוי פורח על הגג החי בבית הספר אור תורה סטון, ירושלים (צילום: חברת רב-נוי)

מקומם של גגות חיים באדריכלות העכשווית

לא רק גג מערכות. גג מבנה, לעיתים רבות נתפס כמקום המיועד לצרכים הנ–דסיים ומערכתיים ולכן הרבה פעמים הוא המקום הפחות מטופל במבנה, אשר בפועל הופך ל"חצר אחורית". עלינו לזכור כי לגג השפעה ניכרת על המבנה כולו, הן מבחינה אסתטית והן מבחינת אופי השימוש בו.

הגג החי כחלק מהנוף העירוני. לגגות חיים מאפיינים אדריכליים, סביבתיים וכן אקולוגיים. בגלל המבנה הטופוגרפי של ערים וכן המורפולוגיה המגוונת שלהן, גגות העיר הם חלק בלתי נפרד מהנוף העירוני הרחב אך גם חלק מהנוף העירוני של כל אחד ואחד מאתנו המשקיף ממרפסת ביתו. המאפיינים האד–ריכליים של גג חי כוללים גם אפשרות לשימוש נוסף על ידי דייריו. התקנת גג ירוק וחי בפרט מהווים אמירה ברורה שהמבנה הוא חלק מסביבה מורכבת שבה מקיימים יחסי גומלין בין המבנה, האדם והמערכת הטבעית סביבו.

ארכיטקטורה מקיימת. הקמת גגות חיים בסביבה עירונית איננה מחליפה שימור אתרי טבע איכותיים, היא נועדה לרכך ולפצות על אבדן שטחים טבעיים בא–זורים המיועדים לפיתוח אינטנסיבי. אקולוגיה וקיימות הפכו לנושאים חשובים בתכנון האדריכלי. היום כמעט ואי אפשר לדון בארכיטקטורה מבלי לקחת את ההשפעות הסביבתיות בחשבון.

חינוך ומחקר. יצירת גגות חיים מאפשרת פיתוח של בתי גידול נצפים ובחלק מהמקרים נגישים לכל אדם. הקרבה למערכת טבעית שמשתנה במהלך חודשי השנה, נובטת, פורחת קמלה ומושכת מגוון גדול של יצורים חיים מהווה בסיס לפיתוח פעילות פנאי וחינוך סביבתי מהמעלה הראשונה. על כן גגות חיים רבים מוקמים במוסדות חינוך ומהווים כר פורה לפעילות חינוך ומחקר.

עלות הקמה ואחזקה של גג חי גדולה מזו של גג שאין עליו צמחיה. יחד עם זאת כפי שהוזכר לעיל הגג המגונן מגן על מערכות הגג ומאריך את תוחלת חייהם פי שתיים ויותר, הוא מפחית את דרישת החשמל למיזוג בכ-20% וחוסך עלויות הכרוכות בביצוע ובתחזוקה של מערכות ניקוז עירוניות. הוכחה נוספת לכדאיות ההתקנה באה לידי ביטוי בעליית ערך נכסים בעלי גג חי.



הקדמה
מגוון ביולוגי
תרומה לסביבה
תרומה למבנה
אדם ואדריכלות
בעת העתיקה
פרויקטים בארץ ובעולם
מדריך להקמה
מקורות והערות

חקיקה והוראות בעניין גגות ירוקים. חוק התכנון והבנייה אינו כולל בתוכו סעיפים המתקשרים למבנים חיים אשר מטרתם השארת טביעת רגל נמוכה של המבנה בקרקע ובסביבה. התייחסות לשטחים פתוחים אמנם כן קיימת בהנחיות ליצירת תמ"א, בסעיף המנחה לתכנון: "הוראות בדבר שמירה על עתיקות, מקומות קדושים, ערכי נוף ושטחים שיישארו בטבעם". כמו-כן כשמובא המושג "סביבה חופית", מוזכרים משאבי הטבע והנוף, וערכי הטבע והמורשת שיש לשמרם. יש לבחון הכנסת סעיפים נרחבים יותר לחוק התכנון והבנייה השמים דגש על הנחיות לקיום סביבה תומכת מגוון ביולוגי וכן שמירה על איכות הס-ביבה בתוך האזורים הבנויים (מקור: חוק התכנון והבנייה, תשכ"ה 1965, 49. הוראות תכנית מיתאר ארצית (תיקון: תשמ"ב)).

גגות ירוקים ברשויות המקומיות. בעיריית כפר סבא אימצו תקן חדש למתן היתרי בנייה בעיר. תקן חדש זה מחייב יזמים להקצות 50% מגג מבני תעשייה ומשרדים לפאנלים סולאריים או לגינת ירק. זאת במסגרת אוגדן חדש לבנייה ירוקה, שהתקבל בישיבת הוועדה המקומית לתכנון ובנייה. בתוך כך, תחום המגורים לא יחויב בגגות ירוקים, שכן בתים רבים עדיין נבנים עם גגות רעפים שאינם מאפשרים הקמת גינות. בעיריית כפר סבא כבר הבינו שהעלויות של בניית גג ירוק אינן גבוהות והתועלות רבות עקב ירידת טמפרטורת המבנה בלפחות 5 מעלות צלסיוס.

מסמך מדיניות להקמה ותחזוקה של גינות על גגות וחזיתות שהוכן עבור עי-ריית ירושלים בשנת 2008 מפרט את המניעים להקמת גינות אלו, הוא דן בסו-גיות בהקמת גינות על גגות, סוקר את המצב התחיקתי הסטטוטורי הקיים, בוחן הצעות חוק וכן מפרט אודות תמריצים כלכליים לעידוד הקמת גינות על גגות.

גינון גגות בגג ללא מכשולים	עובי מצע מומלץ בס"מ	משקל ק"ג/מ"ר	גודל שטח מגונן	מחיר ל-1 מ"ר החל מ-
גג חי אקסטנסיבי, מצע טבעי	25	650	עד 100 מ"ר	580
סמי אקסטנסיבי, מצע פרלייט	10-15	150	עד 100 מ"ר	670
גינת גג כמו גינה במפלס הקרקע	10-15	150	עד 100 מ"ר	950
גג חי אקסטנסיבי, מצע טבעי	25	650	מעל 100 מ"ר	450
סמי אקסטנסיבי, מצע פרלייט	10-15	150	מעל 100 מ"ר	550
גינת גג כמו גינה במפלס הקרקע	10-15	150	מעל 100 מ"ר	750

(מקור: חברת רב-נוי)

טבלה זו מהווה אומדן לעלויות הקמת גגות חיים. מבוססת על מחירי השוק בישראל.

	Simple Payback (years)	Internal Rate of Return (IRR)	40-yr Net Present Value (NPV) Discounted
Chicago*	17	9.30%	$ (94,835)
Chicago Combined Sewer Area*	17	14%	$ 106,130
Philadelphia	3	36.40%	$ 225,695
Philadelphia Combined Sewer Area	14	10.20%	$ (28,472)
Austin	18	3.90%	$ (527,903)
Portland	immediate	n/a	$ 1,529,029
Portland Combined Sewer Area	immediate	n/a	$ 703,966
Minneapolis	18	4.00%	$ (486,290)
District of Columbia	10	13.40%	$ 64,301

Green roof expected performance (VSWhiteRoof) - http://www.nxtbook.com/dawson/greenroofs/lam_2014spring/#/28



4. גגות חיים בעת העתיקה

הגגות החיים מתועדים משחר ההיסטוריה האנושית. מהגנים התלויים בבבל, העצים שצומחים עד היום על הר הבית, גגות החציר המקראיים ובתי ומגורי העמים הנורדים בארצות סקנדינביה.

הגנים התלויים בבבל. הרעיון של מערכת צומח מנותקת בסביבה בנויה הינו עתיק ביותר ומופיע במקורות במגוון צורות. הגנים התלויים של בבל הם אולי הביטוי הרעיוני הקדום ביותר המתאר מערכת צומח מנותקת והם אחד משבעת פלאי תבל. קיומם טרם הוכח אך הם נקראים גם "הגנים התלויים של סמירמיס" עדות על קיומם עולה מכתבים שחוברו לאחר שהגנים נעלמו מן העולם. היסטוריונים יוונים כדיודורוס סיקולוס וברוסוס מתארים את הגנים כאתר מדהים ויוצא דופן ביופיו.



תחריט בשם 'הגנים התלויים של בבל' מהאמן ההולנדי בן המאה ה-16 מרטין הימסקרק

גגות חיים בבנייה המסורתית בסקנדינביה. התנאים האקלימיים הקיצוניים בארצות סקנדינביה מציבים אתגר קיומי. השימוש בגג חי בתקופות קדומות שימש כאחד מאמצעי הבידוד היעילים והזמינים ביותר. השימוש בגגות חיים נפוץ גם בבנייה המודרנית במקומות כמו איסלנד ודנמרק.



מבנה עתיק עם גג חי באיסלנד (צילום: עמיר בלבן, החברה להגנת הטבע)



בית איסלנדי משוחזר עם גג חי (צילום: עמיר בלבן, החברה להגנת הטבע)



הקדמה
מגוון ביולוגי
תרומה לסביבה
תרומה למבנה
אדם ואדריכלות
בעת העתיקה
פרויקטים בארץ ובעולם
מדריך להקמה
מקורות והערות

גגות חיים בהיסטוריה ובמקורות. הגג החי מופיע במקורות כ"גג חציר", הגגות העתיקים במזרח התיכון חופו בבוץ ובכל חורף העלו מרבד מלבלב של מיני חד שנתיים.

ההתייבשות המוקדמת של מערכת הצומח על גגות אלו תרמה להפיכתו של המושג "גג חציר" כביטוי גנאי למשהו או מישהו שאין בו תועלת ממשית.



פריחת אירוס הגולן על הגג החי - קבר שיח' מרזוק ברמת הגולן (צילום: עמיר בלבן, החברה להגנת הטבע)



גג חציר מבנה מסורתי במורדות הצפוניים של הר ארטס, מזרח טורקיה (צילום: עמיר בלבן, החברה להגנת הטבע)



גג חי על קבר שיח' מרזוק ברמת הגולן (צילום: עמיר בלבן, החברה להגנת הטבע)



5. פרויקטים מהארץ והעולם

בפרק זה מוצגות מספר דוגמאות לפרויקטים מארצות שונות ובקנה מידה משתנה. המטרה היא להמחיש את מגוון האפשרויות הגלומות בפיתוח בתי גידול באזורים גיאוגרפיים שונים, בהקשר לסביבת המבנה וכן בהקשר להיבט האדריכלי.

מלונאות - בית הארחה

Big Sur, Extensive Residential, California

מבנה בית הארחה ומוסך, קלפורניה. מבנה זה תוכנן על ידי Carver + Schicketanz Architects.
מיזוג המבנה בצורה חלקה אל תוך קו החוף "ביג סור" המבותר של קליפורניה. מטרתם של גגות חיים אלו לשחזר את הרצף האקולוגי הקטוע עבור מינים בסכנת הכחדה. מבנה זה נועד להתמזג עם הנוף שמסביבו ועם קו החוף. בית ההארחה והמוסך בנויים לתוך האדמה והם עשויים, חומרי בניין שרעילותם נמוכה, קורות ממוחזרות, וגדרות אבן שמקורה מן האתר. הגבלות הבנייה המ-קומיות הפכו את הרעיון לגג חי להחלטה קלה. זה גם סיפק אמצעים להפחתת הצורך בשיקום בית גידול מקוטע כתוצאה מבנייה.

המבנה ממוקם בבית גידול שיחי על חוף קליפורניה שמתקיימת בו אוכלו-סייה של כחליל סמית (endangered Smith's blue butterfly) אשר נמצא בסכנת הכחדה. האתר חשוף לתרסיס מלח, רוחות חזקות ומכיל קרקעות חול עדינות. מיני הצמחים לגג החי נבחרו על בסיס הסביבה, לקראת הבנייה. צמחים מקומיים וזרעים שהיה צורך להציל ממעטפת הבניין לפני חפירת הקרקע. מי-נים בסכנת הכחדה משולבים על הגג. הגג תומך בבית גידול מגוון של צמחים, ציפורים, זוחלים וחרקים. גג חי זה מדגים את היכולת לתמוך בבית גידול שברירי ולהגביל את ההשפעות האקולוגיות הנגרמות על ידי שילוב ארכי-טקטורה באתר נוף כה רגיש (מקור: http://www.greenroofs.org/index.php/events/awards-of-excellence/2009-award-winners/19-mainmenupages/awards-of-excellence/215-2009-awards-of-excellence-big-sur).



הגג החי ביג סור בסביבתו החופית (מקור: http://www.greenroofs.org)



מבנה הגג החי ביג סור (מקור: http://www.greenroofs.org)



גגות חיים

הקדמה

מגוון ביולוגי

תרומה לסביבה

תרומה למבנה

אדם ואדריכלות

בעת העתיקה

פרויקטים בארץ ובעולם

מדריך להקמה

מקורות והערות

מגורים, מסחר ומשרדים

8 Windswept House

בנייה לשימוש מעורב, קופנהגן. מבנה זה תוכנן על ידי BIG Architects. בית 8 משלב עבודה, מנוחה וחיים עירוניים ברי קיימא. הבנייה לשימוש מעורב כוללת 61,000 מטר מרובע בקצה הדרומי של העיר קופנהגן בדנמרק המציגה סוגים שונים של דיור לצד שטחי מסחר ומשרדים.

התקדמות לאורך השביל לוקחת תוואי מפותל באמצעות הפיתוח, לצד בתים עירוניים עם גינות. שני גגות חיים משופעים, של 1,700 מטרים רבועים ביחד, מוצבים להפחתת אפקט אי חום עירוני ובה בעת למטרת יצור זהות ויזואלית חזקה של הפרויקט. האדריכלים מתארים את הפרויקט כ"שכונה תלת ממדית עירונית". נוסף על כך, הפרויקט נושק לאגם מלאכותי קטן ומדרום למבנה, השטחים הפתוחים והפראיים של פרברי קופנהגן.



הגג החי ודירות המגורים (מקור: http://www.archdaily.com/84444/update-house-8-big/)



הגג החי על רקע בניינים בדרום קופנהגן (מקור: http://www.archeb.com/2010/10/8-big-architects.html)



הגג החי של המבנה (צילום: עינת גזית, החברה להגנת הטבע)

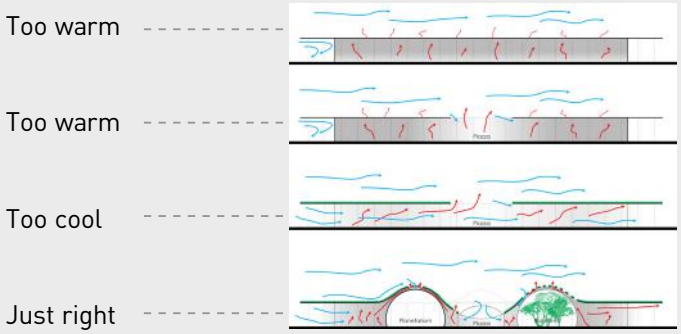


מבני ציבור - אקדמיה

California Academy of Sciences , Golden Gate Park, San Francisco

מבנה האקדמיה למדעים, קלפורניה. תוכנן על ידי Architects Renzo Piano Building Workshop.

המבנה נחנך בשנת 2008 בסן פרנסיסקו. זהו מבנה שחורט על דגלו, "לחקור, להסביר ולהבין את עולם הטבע". הגג החי מכיל מיני צמחייה מקומית המושכת את בעלי החיים מהסביבה. כמו כן הגג החי של המבנה אינו דורש השקייה מלאכותית. על מנת לחסוך באנרגיה ולהשתמש במשאבי הטבע באופן חכם ונכון, חלונות זכוכית בגג מאפשרים את התאורה הטבעית בתוך החלל המרכזי של המבנה בשעות היום. הגג החי של האקדמיה לוקח חלק במערכת האקו–לוגית של סן פרנסיסקו על ידי שתילת מינים מקומיים עליו. הוא אף משתמש במערכת האקולוגית על מנת לייצר את הזרימה של האוויר בתוך המבנה ויוצר רשת עשירה של מערכות ברות קיימא. (מקור:
A blog for ARCH 3230 | Systems, Sites, and Buildings | Fall 2011 at the University of Virginia
http://imk2dd.wordpress.com/2011/11/08/assignment-4-independent-research-california-academy-of-sciences/).



דיאגרמה לתכנון זרימת האוויר במבנה (מקור: אוניברסיטת וירג'יניה)



הגג החי של האקדמיה למדעים, ממבט על (מקור: אוניברסיטת וירג'יניה)



הגג החי של האקדמיה למדעים, מבט צידי על מרכז הגג (מקור: אוניברסיטת וירג'יניה)



הקדמה
מגוון ביולוגי
תרומה לסביבה
תרומה למבנה
אדם ואדריכלות
בעת העתיקה
פרויקטים בארץ ובעולם
מדריך להקמה
מקורות והערות

מבני ציבור - ארכיון

Danish State Archives, Copenhagen

מבנה הארכיון הלאומי של דנמרק, קופנהאגן. תוכנן על ידי PLH Architects, עם עיצוב נוף על ידי Schornherr. הגג נבנה בשנת 2009.

הארכיון הלאומי של דנמרק בקופנהגן מראה כיצד מרפסת גג יכולה להיות "רחוב ירוק וחי" לקישור רחובות העיר, וכולל גינה ציבורית ומסלול מחזור. הגג החי ומסלול המחזור בו מוסיף חיים לחלק העליון של בניין הארכיון הלאומי של דנמרק. מרפסת הגג משתרעת על שטח של כ 7,200 מ"ר ומשמשת כחלק ממסדרון בוטני ירוק המחבר שני אזורים במרכז קופנהגן. מסדרון "הר–חוב הירוק" מתחבר עם בניינים סמוכים אחרים כדי לספק ציר עירוני ירוק. הגן מספק אזור שקט, המעוצב בלב העיר ובסמוך לאזור הנמל.

קיים שטח של גינה בנתיב העיקרי המתווה את אורכו של הפרויקט. אזורי נטיעה מוגבהים ואזורי מנוחה ורגיעה לטובת הציבור מרפדים את הדרך והם נועדו להציג מגוון רחב של חברות צומח שונות.



הגג החי ובו שבילי מעבר להולכי רגל (צילום: עינת גזית, החברה להגנת הטבע)





עקעק מבקר בגג החי, העשוי מקטעים בעלי אופי צמחייה שונה (צילום: עינת גזית, החברה להגנת הטבע)



מבני ציבור - בית ספר

בית הספר אור תורה סטון בירושלים

עיריית ירושלים יזמה פיילוט גגות ירוקים בבתי ספר בעיר, הראשון בהם הוא בית הספר אור תורה סטון, בשכונת רמות. הגג תוכנן על ידי האדריכל אריה קוץ, סטודיו אדריכלות נוף ובוצע על ידי חברת רב-נוי. גודל הגג: 400 מ"ר.

אחת ממטרות הפרויקט הייתה שיתוף תלמידי בית הספר בתהליך. תלמידים מהכיתות הבוגרות העבירו הצעות תכנון לאדריכל, לאחר שקיבלו הדרכה מס-טודנטים מ"בצלאל", והצעות אלו השפיעו על התכנית הסופית של הגג. בנוסף, כיתת הנגרות של בית הספר הקימה את דק העץ. הגינה מורכבת משלושה חלקים:

1. החלק החיצוני הוא גג חי ללא השקייה, עם קרקע טבעית, אשר בה נשתלו גיאופיטים.

2. במרכז הגינה, חלקה שתולה של צמחים חסכוניים במים, בתוך מצע פרלייט.

3. חלק זה מיועד להתנסות התלמידים, בתוך מצע טוף.

תהליך עבודה היה, בדיקת איטום ושיפועים ולאחר מכן תיקון האיטום ובדיקת הצפה נוספת. הנחת יריעות. סימון השבילים ובניית הדק. מילוי מצעי גידול: פרלייט, טוף ואדמה. הנחת אבני המדרך. חיפוי הפרלייט בטוף והנחת צנרת השקיה, לבסוף שתילה.



הגג החי ודק העץ בבית הספר אור תורה סטון, ירושלים (צילום: חברת רב-נוי)



הגג החי שנה לאחר השתילה, בית הספר אור תורה סטון, ירושלים (צילום: חברת רב-נוי)



הקדמה
מגוון ביולוגי
תרומה לסביבה
תרומה למבנה
אדם ואדריכלות
בעת העתיקה
פרויקטים בארץ ובעולם
מדריך להקמה
מקורות והערות

מבני ציבור - מרכז מבקרים

מרכז המבקרים - גני רמת הנדיב

על תכנון המבנה אחראי המשרד עדה כרמי מלמד אדריכלים. אדריכל הנוף אמיר בלום, ממשרד מילר-בלום ושות' היה אחראי על תכנון הנוף של מתחם מרכז המבקרים ואזורי החניה והשירות.

הגג המשופע, מהווה גם את קירות המבנה, ולו שתי חזיתות ארוכות הנושאות עליהן גינון שונה באופיו: החזית הדרומית בשיפוע של 20%, פונה אל פארק הטבע וממשיכה את מראה צמחי הבר בפיזור אקראי, מאזור החנייה ועד לרום הגג. שדרה כפולה של עצי זית בולטת על הרקע הטבעי, ומתווה את הציר הראשי המחבר בין נקודת המוצא למסלולי ההליכה בפארק, לבין הכניסה הראשית לגנים, דרך טיפוס וירידה משני צידי מבנה מרכז המבקרים. האדמה לרגלי עצי הזית מתכסה בעונת הקיץ בעלווה רעננה של גפן בר, ובחורף מרבד ורוד של רקפת מצויה מלווה את השדרה.

החזית הצפונית בשיפוע של 30% פונה אל גני הזיכרון, ומתחברת אל צמחיית התרבות שבגנים. בניגוד למפנה הגג הדרומי, כאן השתילה היא בגושים גדולים של שיחים וצמחי כיסוי נמוכים.

הקרקע נאספה במהלך עבודות הקמת מרכז המבקרים. עם השלמת האיטום של הגג נפרשה עליו האדמה, לאחר שעורבבה בקומפוסט תוצרת רמת הנדיב ושברי סלע מקומי שנגרס באתר הבניה. בניגוד למצע קל, האופייני לגינות גג, נעשה כאן שימוש בתערובת קרקע בתמהיל הקרוב לזה המצוי בטבע. עומק הקרקע על גג המבנה משתנה בהתאם לחלל הפנימי. בחלק הדרומי של המבנה המאכלס את האודיטוריום, כיתות הלימוד והגלריה, נשמר מינימום של 60 ס"מ. בחלק הצפוני של המבנה, המכיל מנהרת שרות בלבד עומק הקרקע רב ואף מתחבר אל האדמה במקומות מסוימים. על פי עומק הקרקע נקבעה צורת הצומח: עצים, שיחים או צמחי כיסוי.

גינון בשיפוע - בעוד שאחוזי שיפוע מתון של 5% הכרחיים לניקוז, שיפוע חזק עלול לסחוף עמו את הקרקע והצמחייה גם יחד. שורשי הצמחים הם שאוחזים את הקרקע. גג זה מתקיים בעזרת השקייה מלאכותית.



הגג החי במרכז המבקרים ברמת הנדיב ממבט על (מקור: מרכז המבקרים, רמת הנדיב)



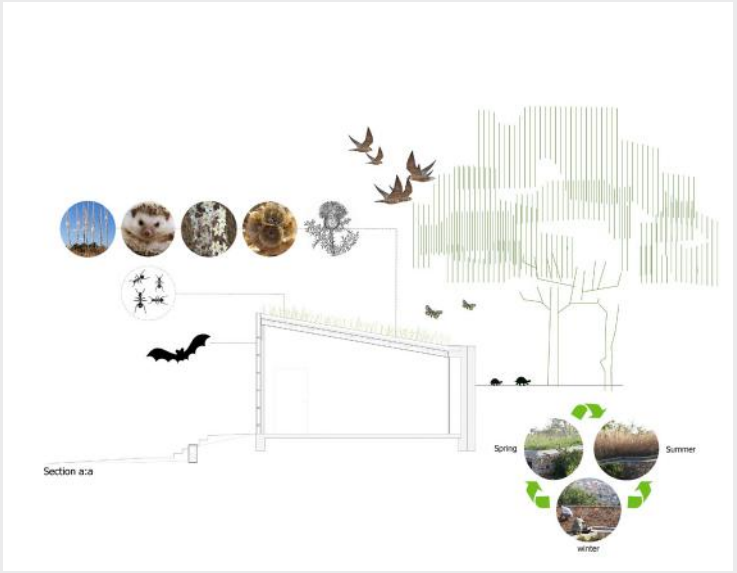
הגג החי ברמת הנדיב, חתך רוחב באחת מהכיתות במרכז המבקרים - ניתן לשים לב לשיפועים בשני צידי החתך, הם הנושאים את הגג הצומח (מקור: מרכז המבקרים, רמת הנדיב)

מבני ציבור - תחנת מחקר

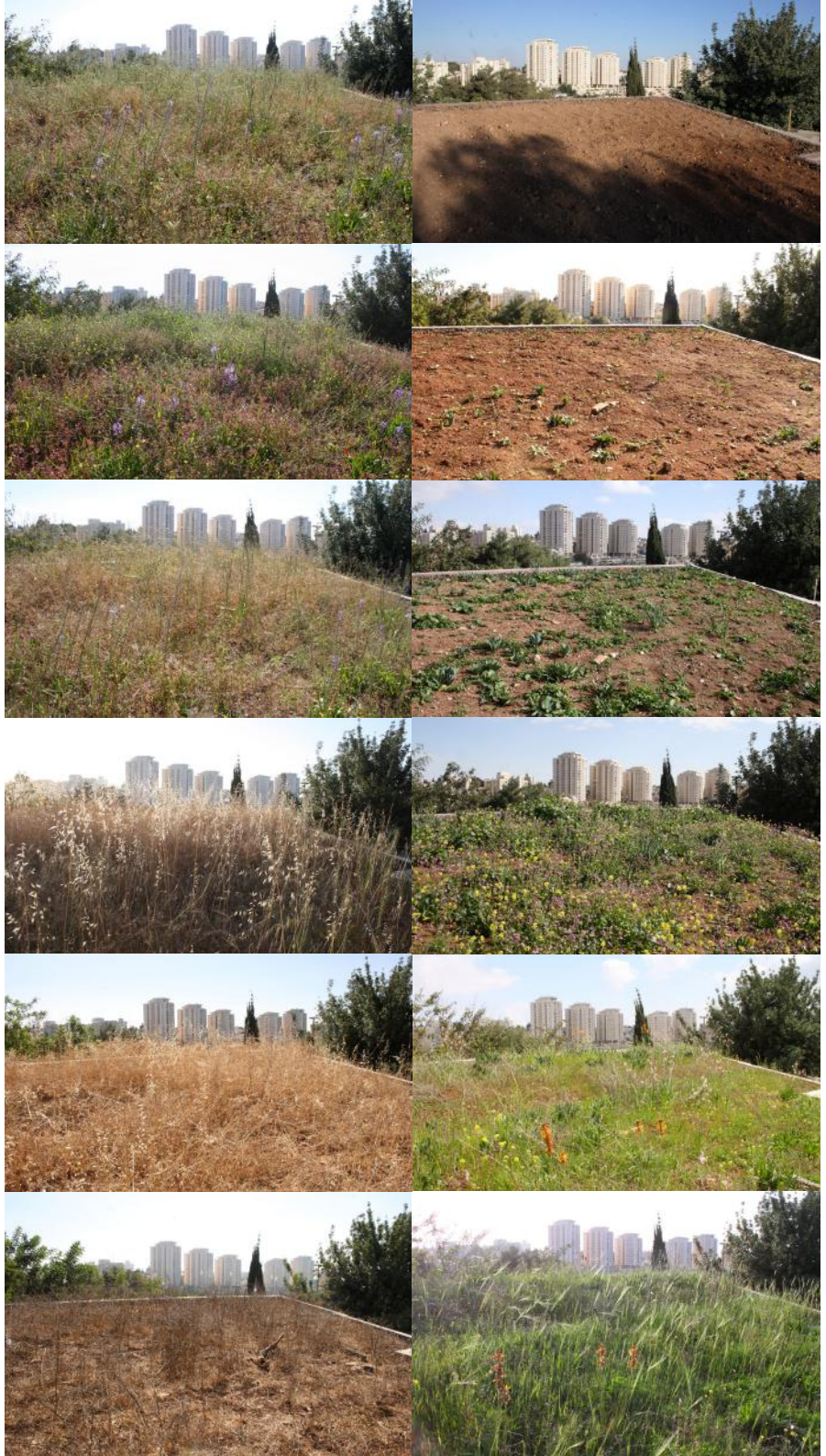
התחנה לחקר ציפורי ירושלים

הגג החי בתחנה הוקם בשנת 2008 במסגרת שיפוץ של מרכז מבקרים שתוכנן על ידי משרד וינשטיין - ועדיה אדריכלים. שטח הגג כ-100 מ"ר.

הגג מבוסס על קרקע מקומית בעומק של כ-20 סנטימטרים וצמחי בר מהסבי-בה הים תיכונית. חברת הצומח מורכבת משלד של גיאופיטים, כ- 700 בצלים. מינים גדולים כמו חצב ובן חצב יקינטוני ומינים קטנים כמו אירוס ארץ ישראלי וסתוונית היורה. בנוסף נזרעו על הגג מגוון גדול של חד-שנתיים. הגג פורח כמעט תשעה חודשים בשנה ללא מערכת השקייה.



במהלך השנתיים הראשונות של חייו, תועד הגג מאותה הזוית בכל חודשי השנה - תמונות נבחרות (צילום: עמיר בלבן, החברה להגנת הטבע)







גגות חיים

הקדמה

מגוון ביולוגי

תרומה לסביבה

תרומה למבנה

אדם ואדריכלות

בעת העתיקה

פרויקטים בארץ ובעולם

מדריך להקמה

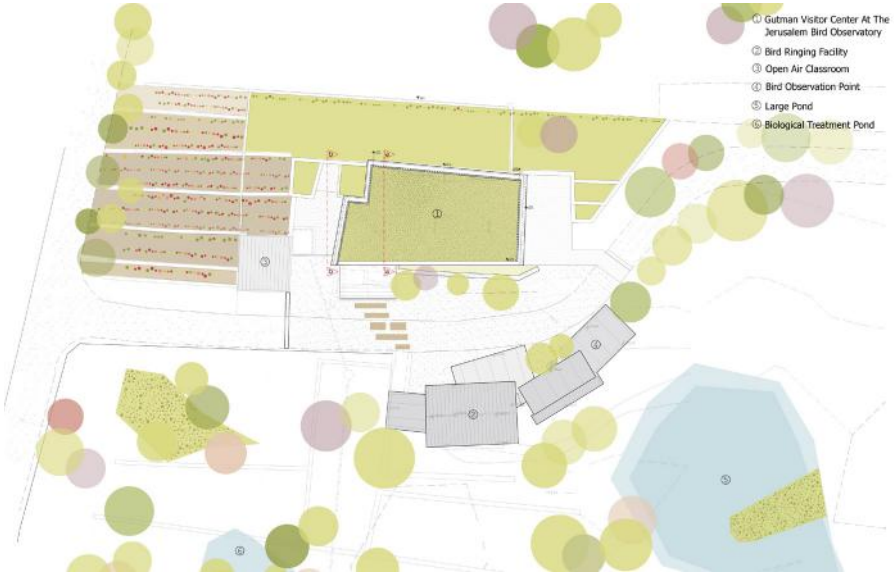
מקורות והערות

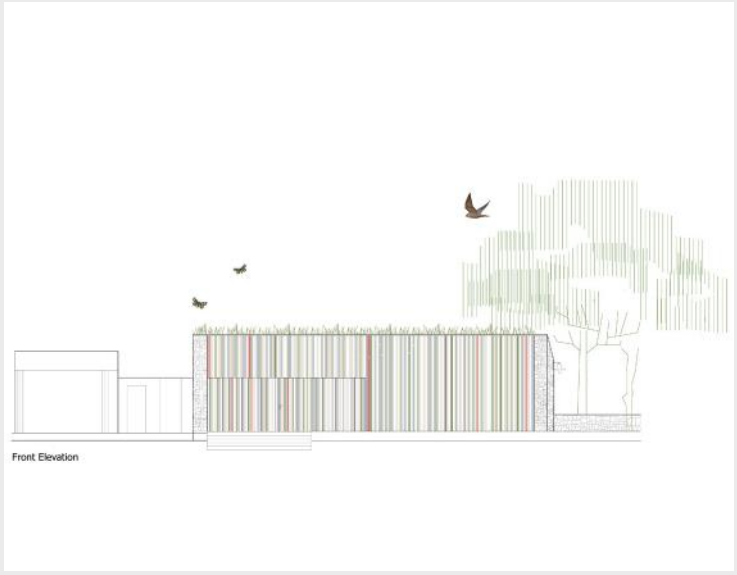
במהלך השנים הופיעו מינים חדשים שהופצו על הגג על ידי הרוח והציפורים. חלק מהמינים שפחות התאימו לתנאי הגג נעלמו והוחלפו באופן טבעי על ידי מינים עמידים לתנאי הקרינה והיובש. מינים מצליחים על הגג הם הצורית גבוהה, מיני בצלים קטנים ותלתן הארגמן.

מערכת הצומח משמשת מגוון גדול של חרקים, זוחלים וציפורי שיר. הגג והמ–בנה החי משולבים במערך ההדרכה באתר ומשמשים כאמצעי הדגמה מוחשי לקבוצות המבקרים הרבות.



על הגג החי בתחנה לחקר ציפורים נצפו עד כה 118 מיני צמחייה מקומית, לכל אורך השנה, רשימת מיני הצומח בעמוד 36 (צילום: עמיר בלבן, החברה להגנת הטבע)





חתך, חזית ותוכנית מבנה הגלריה והתחנה לחקר ציפורי ירושלים, ניתן לראות בכל אחד מהמסמכים התייחסות לסביבה המקיפה את המבנה (מקור: וינשטיין - ועדיה אדריכלים)





הגג החי ביקב הרי גליל - יראון (צילום: עמיר בלבן, החברה להגנת הטבע)



הגג החי ביקב הרי גליל - יראון - מבט אל עבר הכניסה (צילום: עמיר בלבן, החברה להגנת הטבע)

מבני תעשייה - יקב

יקב הרי גליל - יראון

את המבנה תכננו במשרד וינשטיין - ועדיה אדריכלים כחלק ממרתף החביות שנחנך בשנת 2011.

המטרה הייתה לתת חלק פראי ולא מטופל שיתן ניגוד למבנה המסודר והמו–דרני. אורי טירולר, מנכ"ל יקב הרי גליל, מספר על הגג החי שלהם: "הגג נמצא מעל מרתף החביות ולא נעשתה כל התקנה, הנחנו אדמה וזרקנו מעט זרעים של גיאופיטים: תורמוסים, נוריות, וכל מה שהרוח הביאה אתה. ייתכן וגם האד–מה שהבאנו הייתה מלאה זרעים. לאחרונה התקנו מערכת טפטוף מוצנעת, היות שבגלל שהאדמה אינה עמוקה - 15 ס"מ, היא מתחממת מאוד מהר באביב והגג קמל הרבה לפני הטבע מסביב".



תקריב הצמחייה על הגג החי ביקב הרי גליל - יראון (צילום: עמיר בלבן, החברה להגנת הטבע)



הקדמה
מגוון ביולוגי
תרומה לסביבה
תרומה למבנה
אדם ואדריכלות
בעת העתיקה
פרויקטים בארץ ובעולם
מדריך להקמה
מקורות והערות

מבני תעשייה - מפעל

Ford River Rouge Complex

את המבנה תכננו במשרד האדריכלים William McDonough + Partners.

המבנה עומד במרכזה של פעולת התחדשות של קומפלקס נהר הרוז' ההים-טורי של פורד. המבנה מספק לעובדים אור טבעי שופע ואוויר צח ומשחזר את בית הגידול הטבעי של האתר. בתוך המפעל, ריצוף עץ מפחית את הלחץ על כפות הרגליים ורגליהם של העובדים תוך שימוש במוניטורים על מנת להבטיח כי אזורי עבודה יקבלו אור במהלך היום. הגג החי של המפעל בשטח של כ-10 דונם של צמחיה הוא הגדול ביותר מסוגו בארצות הברית. הגג החי נועד לספק יתרונות אסתטיים ותפעוליים שכוללים שיקום של בית הגידול הטבעי, בידוד תרמי ואקוסטי יעיל, שיפור איכות האוויר והמים.

פורד אסף צוות מנוסה של מומחים לאיכות הסביבה, פיתוח וייצור הכוללים אדריכל קיימות, ויליאם מקדונויו, שסיפק שירותי תכנון רעיוניים ושיתף פעולה כדי להוביל את הגישה הירוקה של החידוש.

החידוש כולל פתרונות מתקדמים לניהול מי נגר עילי, ייצור אנרגיה ושיקום קרקע.

על מנת להחזיר את האיזון אקולוגי באתר, השתמשו במספר אסטרטגיות מה-מתקדמות בעולם. נשתלו יותר מ- 1,500 עצים, 10,000 ו- שיחים. כמו-כן מעל 100,000 צמחים רב שנתיים, עשבי נוי וגפנים ניטעו כדי למשוך ציפורי שיר וליצור בתי גידול לחיות הבר.

על הגג המבנה יש קינון של חופמי אמריקאי.



הגג החי של מפעל פורד (מקור: http://www.greenroofs.com/projects/pview.php?id=12)



ביצים של חופמי אמריקאי על הגג החי של מפעל פורד (מקור: http://www.greenroofs.com/projects/pview.php?id=12)



תשתיות - מעברים אקולוגיים

מעבר עילי לבעלי חיים, מעבר רצף, או מעבר אקולוגי הם מושגים המשמשים בעולם התכנון וכוונתם לגישור מעל כביש או מסילה. הגישור בדרך כלל יתבצע בכיוון הנגדי לתשתית האורך ומטרתו לחבר ולשמש מעבר לשטחים הפתוחים משני צידי הכביש או המסילה, שטרם בנייתם היו מחוברים ליחידה רציפה אחת של שטח. ישנה חשיבות עליונה בבניית מעברים עיליים שכן אחת ההשפעות הדראסטיות ביותר של הכבישים הינה קיטוע בתי גידול. אנו מייחסים למעברים אקולוגיים חשיבות רבה וכן חושבים כי גגות חיים יכולים בקנה מידה קטן לשמש אף הם "מעברים אקולוגיים" וכן לייצר את המשך הרצף של בתי הגידול בסביבה בה הם נבנים.

למעשה למרות שמדובר במעברים אקולוגיים, הם מתפקדים כגגות חיים לכל דבר הכוללים שכבת אדמה מנותקת ממפלס הקרקע המקורי ומערכת צומח מקומית.

מעבר אקולוגי - כביש 70

ב- 2012 נערך טקס חגיגי לציון השלמת הקמת המעבר האקולוגי כחלק מהקמת קטע 18. תפקידה לאפשר רצף תנועה לבעלי חיים בין מורדות הכרמל לבין הר חורשן ורמות מנשה. המעבר האקולוגי נועד לאפשר לבעלי החיים המצויים משני עברי כביש 70 לעבור מצד לצד ללא פגע.



צבי ארץ ישראלי ומשפחת חזירי בר - מתועדים עוברים במעבר האקולוגי בכביש 70 (מקור: רשות הטבע והגנים)



מעבר אקולוגי - כביש 70 (מקור: חברת כביש חוצה ישראל)



מעבר אקולוגי - כביש 70 (מקור: חברת כביש חוצה ישראל)



הקדמה
מגוון ביולוגי
תרומה לסביבה
תרומה למבנה
אדם ואדריכלות
בעת העתיקה
פרויקטים בארץ ובעולם
מדריך להקמה
מקורות והערות



מעבר אקולוגי - כביש 6 (מקור: חברת כביש חוצה ישראל)



מעבר אקולוגי - כביש 6 (מקור: חברת כביש חוצה ישראל)

מעבר אקולוגי - כביש 6

המעבר האקולוגי בכביש 6 אחד המעברים האקולוגיים הגדולים ביותר שנבנו עד היום. נבנה באחת מיחידות הנוף החשובות ברמות מנשה.



תן, דרבן, גירית ושועל - מתועדים עוברים במעבר האקולוגי בכביש 6 (מקור: רשות הטבע והגנים)



6. מדריך בשלבים להקמת גג חי

המדריך מבוסס על הניסיון המצטבר בתכנון וליווי של שני גגות חיים בתחנה לחקר ציפורי ירושלים ויקב יראון. שני הגגות תוכננו ע"פ עקרונות דומים: שימוש בקרקע מקומית ומערכת צומח מבוססת על שלד של גיאופיטים וזריעה של חד שנתיים מקומיים.

תיאור שלבי ההקמה מבוסס על תיעוד הקמת הגג בתחנה לחקר ציפורי ירושלים והתפתחות המערכת הטבעית מיום הקמתו.

תכנון הנדסה

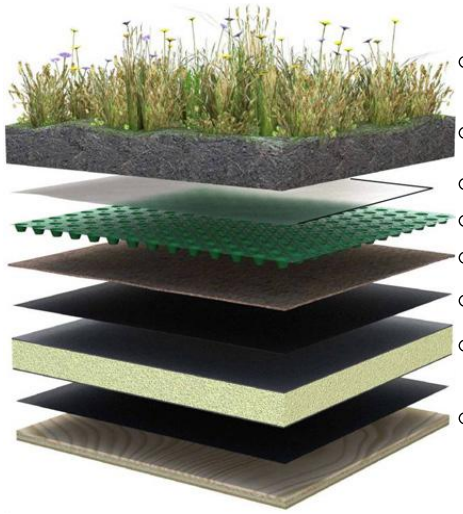
בכל פרויקט בינוי יש לחשב את העומסים הצפויים עם תוספת מערכת הקרקע והצומח בתוספת מים ואף שלג באזורים גבוהים. עומסי הגג החי: עומס גג חי שעומק מצעו בין 10 ל-15 סנטימטרים יהיה כ-150 ק"ג למ"ר בעוד שעומס גג חי שעומק מצעו מגיע ל-25 סנטימטרים יכול להגיע גם ל-650 ק"ג למ"ר (על פי התקן הישראלי גגות שטוחים מתוכננים לעומס שימושי של 150 ק"ג למ"ר).

איטום

כמו בכל גג, לאיטום יסודי חשיבות רבה. בגגות חיים יש לבצע בדיקת איטום באופן יסודי (על ידי הצפה או המטרה בגג משופע).

מערכת נשיאה

בשוק קיימות מספר מערכות המיועדות לנשיאת גגות ירוקים. מערכות אלו כוללות יריעות ומשטחי ניקוז מסוגים שונים. ניתן להתאים את מערכת הנשיאה לאגירה של מים או להולכה מהירה של מי הגשם אל המרזבים. בגגות חיים מערכת הנשיאה מנקזת ומתמודדת עם פעילות שורשים בעיקר בחורף. מערכות נשיאה טיפוסיות כוללות: יריעה גיאוטכנית, משטח ניקוז ויריעה נגד חדירת שורשים. ניתן להתקין מערכות נשיאה שכוללות בסיס להתקנת תשתיות הנדסיות מסוגים שונים כגון תאים פוטו-וולטאים וכדומה. אין בעיה לשלב מתקנים הנדסיים מכל סוג על הגג. תוספת של אזורים מוצלים מאפשרת יצירת מגוון בתי גידול.



שכבות ביצוע גג חי (מקור: www.yorkecoconstruction.co.uk/index.php?page=Green-Roofs)

1. בידוד תרמי, יריעות איטום



2. הנחת בד גיאוטכני



3. מערכת ניקוז ועליה יריעת חסם שורשים



4. קיבוע יריעת חסם השורשים



5. פיזור אדמה מקומית על הגג



6. פיזור האדמה לכדי שכבה אחידה



התקנת שכבות הגג (צילום: עמיר בלבן, החברה להגנת הטבע)



הקדמה
מגוון ביולוגי
תרומה לסביבה
תרומה למבנה
אדם ואדריכלות
בעת העתיקה
פרויקטים בארץ ובעולם
מדריך להקמה
מקורות והערות

מצע הגידול

מצע הגידול הנפוץ בגינון על גגות הוא פרלייט, מצע קל ששומר על לחות לאורך זמן. בשונה מגגות ירוקים בגגות חיים יש יתרון לשימוש בקרקע מקומית. הקרקע מתאימה למיני צומח אופייניים לאזור ויאפשרו קליטה עתידית של מינים שמופצים באופן טבעי. יש להקפיד שכל מצע גידול יגיע ללא מטען זרעים. על כן, את הקרקע יש להביא ממקור מוכר ורצוי מעומק של חצי מטר ויותר. כך תימנע הפצה לא מבוקרת של זרעים לא רצויים, בעיקר מינים פולשים.

עומק הקרקע המומלץ

עומק הקרקע יקבע את מגוון הצומח שיתבסס על הגג החי. מהניסיון בגג של התחנה שבה עומק הקרקע נע בין 25 ל-5 סנטימטרים נצפתה התנוונות של גיאופיטים גדולים באזורי הקרקע שעומקם מתחת ל-20 ס״מ. ההתנוונות באה לידי ביטוי בפריחה מוגבלת, גובה תפרחת נמוך ועד להעלמות מוחלטת (עירית גדולה). על כן, בגגות חיים חדשים אנו שואפים לעומק קרקע של 30-40 סנטימטרים לפחות. עומק שבו גם לגיאופיטים הגדולים יש סיכוי לקיים מחזור שנתי מלא כולל פריחה.



הגג החי בתחנה לחקר ציפורים לאחר סיום פיזור האדמה, מוכן לשתילה (צילום: עמיר בלבן, החברה להגנת הטבע)



נבט ראשון של תורמוס הרים (צילום: עמיר בלבן, החברה להגנת הטבע)





סימון מערך הגיאופיטים לפני זריעת החד שנתיים (צילום: עמיר בלבן, החברה להגנת הטבע)



מתנדבי התחנה שותלים גיאופיטים (צילום: עמיר בלבן, החברה להגנת הטבע)

זיהוי אזורי צימוח

ישנם גגות שקרינת השמש על הגג איננה אחידה, אזורים מוצלים על ידי עצים או מתקנים הנדסיים (קולטים, מזגנים וכדומה). באזורים מוצלים אלו ניתן לא–קלם מינים של צומח חובבי צל שזקוקים לפחות אור. באזורים רבים יש גם דישון מוגבר על ידי עלווה וחומר אורגני שמגיע מלשלשת ציפורים. באזורים אלו הצמחייה גבוהה יותר והפריחה שופעת.

בחירת מיני צמחים

אחת המטרות העיקריות של הגג החי הוא לשמש מקלט לצמחים מקומיים. כדי שהגג יהווה מוקד משיכה בכל ימות השנה חשוב לתכנן את הרכב הצומח באופן שבו הפריחה תתפרש על כמה שיותר מחודשי השנה. הכנת טבלה של מועדי הפריחה של הגיאופיטים והחד שנתיים תאפשר יצירת מחזור פריחה שי–תפרש על כתשעה מחודשי השנה. ההרכב כולל מבשרי סתיו, פריחה חורפית, אביב וקיץ.

תכנון מערכת צומח

מערכת הצומח על גג חי מתוכננת ללא השקייה. המערכת מבוססת על שלוש קבוצות עיקריות של צמחים:

א. גיאופיטים - בצלים מקומיים המסוגלים לאגור מים במהלך החורף.
ב. חד שנתיים - מגוון עשבוניים ומיני פרחים.
ג. שיחים רב שנתיים - מיני שיחים המסוגלים לאגור מים בעלווה (כדוגמת צורית גבוהה).

את הרכב חברת הצומח ניתן לתכנן בהתאם לאזור הגיאוגרפי: ים תיכוני, מד–ברי או חופי. חשוב לזכור שגג חי מתנקז ומתייבש מהר יותר מסביבתו, על כן יש תמיד לבחור במינים עמידים המתאימים לקצה היובשני של בית הגידול.

לעומק הקרקע משמעות גדולה לגבי יכולתם של מיני גיאופיטים לשרוד ולפ–רוח. ככל שהגיאופיט גדול יותר הוא זקוק לקרקע עמוקה יותר:
מהניסיון שנצבר בגג התחנה לחקר ציפורי ירושלים, עומק מומלץ לגיאופיטים גדולים כגון חצב מצוי ובן חצב יקינטוני הוא מעל 30 סנטימטרים, לגיאופיטים בינוניים וקטנים כגון נרקיס מצוי, סיתוונית, כרכום ומיני אירוסים קטנים העו–מק המומלץ הוא כ-20 סנטימטרים.

הקדמה
מגוון ביולוגי
תרומה לסביבה
תרומה למבנה
אדם ואדריכלות
בעת העתיקה
פרויקטים בארץ ובעולם
מדריך להקמה
מקורות והערות

אופן השתילה

העונה המומלצת להקמת גג חי היא במהלך הקיץ. רצוי לסיים את הקמת הגג לקראת הסתיו, לפני הגשמים הראשונים. שלבי השתילה כוללים:

הטמנת גיאופיטים

את הגיאופיטים רצוי לשתול בעומקים ובדגם האופייני לכל מין. במהלך השתילה רצוי לסמן את ריכוזי המינים השונים כדי לקבל תמונה כללית של דגם השתילה.

זריעת פרחי בר (חד שנתיים)

הזריעה מתבצעת עם תערובת זרעים ממינים מקומיים אותם ניתן לרכוש במשתלות המתמחות בצמחי בר ישראלים. חשוב להזמין זרעים מהמרחב הגיאוגרפי הקרוב כדי למנוע הפצה של מטען גנטי זר. את הזרעים מדללים עם חול ים וזורעים בדגם הרצוי.

שתילת רב שנתיים

ישנו קושי לאקלם שיחים רב שנתיים בגג החי עקב תנאי היובש. שימוש בפלגים (שתילים קטנים) בסיוע השקייה מצומצמת יכולים להוות פיתרון לקליטתם. אחד המינים שהצליחו להיקלט היטב בגג הוא הצורית הגבוהה שמסוגלת לאגור מים בעלווה ולשרוד את הקיץ היבש.

ריהוט ביולוגי

"ריהוט ביולוגי" מתאר מגוון אמצעי שמשמשים ליצירת מיקרו בתי גידול נוספים על הגג. הריהוט ביולוגי כולל: מערומי אבנים, ענפים מתים או משטחי חצץ. כל אלו יוצרים מגוון נוסף של בתי גידול שמספקים מקומות מסתור ורבייה.





שתי דוגמאות לריהוט ביולוגי שמעשירות את בתי הגידול על הגג (צילום: עמיר בלבן, החברה להגנת הטבע)





הטמנת גיאופיטים וזריעת חד שנתיים (צילום: עמיר בלבן, החברה להגנת הטבע)



לטאה זריזה על רהיט ביולוגי - גזע עץ על הגג החי בתחנה לחקר ציפורי ירושלים (צילום: עמיר בלבן, החברה להגנת הטבע)







לשלשת של ציפור וקורי עכביש, סימני חיים ראשונים (צילום: עמיר בלבן, החברה להגנת הטבע)







דבורה יחידאית על עיריוני, צרעת צר בטן וחצב, זבוב וצפורנית מצרית (צילום: עמיר בלבן, החברה להגנת הטבע)

תחזוקה כללית

תחזוקת גגות חיים מצומצמת ביותר. הטיפול היחיד הוא בדיקת המרזבים לקראת החורף. במידה ומצטבר חומר, זה עלול להעיד על תפקוד לקוי של מערכת נשיאת הצומח. רצוי גם לעשב מדי כמה שנים את אזורי האגרגט המשמשים לניקוז יעיל בין אזור האדמה לדפנות הגג.

השקייה

ככלל גגות חיים אינם זקוקים להשקייה. ניתן במידה ורוצים להגיע למופעי פריחה מקסימאליים להשקות מספר פעמים מסוף הסתיו ועד לסוף האביב בעזרת המטרה. כדי למנוע פגיעה בחברת הצומח המקומית אין להשקות את הגג בחודשי הקיץ. השקיה בעונת היובש תפגע במטען הזרעים המקומיים ובבצלים המצויים בתרדמת הקיץ.

דישון

אחת התופעות הבולטות בגג החי של התחנה הוא ניקוז יעיל ושטיפה של חומרי מזון מהקרקע. כתוצאה, חלק מהצמחים מתפתחים לאט, לגבהים נמוכים ולא תמיד הפריחה בשיאה. פיזור גזרי עץ ואבנים משפר את המצב באופן נקודתי. ככל הנראה ישנם תהליכים אורגניים מוגברים במקומות אלו. מניסוי ראשוני על גג התחנה נראה שדשן בשחרור איטי מסייע לגיאופיטים ולדגנים להגיע לצימוח גבוהה מהרגיל ולפריחה מוגברת.

מגוון ביולוגי

הגג החי מושך מגוון רב של יצורים קטנים ובזה טמון היתרון הגדול שלו בסביבה העירונית. מיומו הראשון מתחיל תהליך התנחלות שמגיע לשיאו באביב.

חרקים

חרקים הם הקבוצה הדומיננטית על הגג החי. הגג החי מושך מגוון גדל והולך של פרוקי רגליים ממינים שונים בהתאם להתפתחות מערכת הצומח. כדי להגיע למיצוי מלא של כושר הנשיאה של הגג כדאי לתכנן כמה שיותר מחזורי פריחה: סתיו, חורף, אביב וקיץ.



הקדמה
מגוון ביולוגי
תרומה לסביבה
תרומה למבנה
אדם ואדריכלות
בעת העתיקה
פרויקטים בארץ ובעולם
מדריך להקמה
מקורות והערות

מגוון מיני פרחים וכמויות גדולות של כל מין יבטיחו עושר גבוה של חרקים מעופפים שמסוגלים להגיע לגג. על הגג נצפתה התנחלות של נמלה בנאית, מספר מיני חגבים וחרגולים. כארבעה מיני פרפרי יום, לפחות ארבעה מיני עכבישים. מגוון חיפושיות בהן בלטה מושית השבע שהשלימה מחזור רבייה שלם על הגג.

אחת מהקבוצות הבולטות על הגג הן הדבורים היחידאיות שמשתמשות בגג באופן אינטנסיבי לשיחור מזון. הנוכחות שלהן מורגשת מיד עם תחילת הפרי–חה בחודש פברואר ועד סוף האביב ושוב בעת פריחת מבשרי הסתיו.

זוחלים

על הגג החי בתחנה מספר מיני זוחלים מלווי אדם כגון: חרדון מצוי, לטאה זרי–זה, שממית בתים ומניפנית מצויה. מינים אלו משתמשים באופן שגרתי בקירות המבנה ובגג עצמו. בנוסף, מערכת הצומח מספקת מזון למגוון רחב של זוחלים. תרומתו של הגג החי הוא ביצירת שדה ציד איכותי ועל-ידי כך מספר המינים והפרטים על בניין יכולה לגדול באופן משמעותי. אופי קירות הבניין משפיעים על הנגישות אל הגג. בגג התחנה לחקר ציפורי ירושלים נצפו עד כה:

זיקית מובהקת

לטאה זריזה

חרדון מצוי

מניפנית מצויה

שממית בתים

נחש טלוא ראש

זעמן מטבעות



גולם מושית השבע, מושית בוגרת, נמפית החורשף וחגב ב.מ על הגג החי בתחנה לחקר ציפורי ירושלים (צילום: עמיר בלבן, החברה להגנת הטבע)



זיקית מובהקת על הגג החי בתחנה לחקר ציפורי ירושלים (צילום: עמיר בלבן, החברה להגנת הטבע)





זכר ונקבת הצופית וכן דרור הבית מבקרים את גג התחנה לחקר ציפורי ירושלים (צילום: עמיר בלבן, החברה להגנת הטבע)

ציפורים

ציפורים פוקדות את הגג דרך קבע בדומה לשאר הקבוצות. גודל הגג ומגוון הצומח והחי יקבעו את מספר המינים ורמת השימוש בו. מערכת הצומח שעל הגג מספקת לציפורי התחנה מגוון מקורות מזון: צוף, חרקים וזרעים. בגג של התחנה לחקר ציפורי ירושלים נצפו 17 מינים שונים:

חגלה
יונת בית
צוצלת
חכלילית סלעים
שחרור
סבכי שחור כיפה
סבכי טוחנים
עלוית אפורה
חטפית אפורה
ירגזי
צופית
בולבול
עורבני
עורב אפור
פרוש מצוי
דרור בית
ירקון





יונקים

לא נצפו יונקים על הגג אך ניתן להניח שמינים כמו עכבר הבית וכן חולדה מצויה מגיעות לגג כמו בכל בית בסביבה עירונית.



גגות חיים

הקדמה

מגוון ביולוגי

תרומה לסביבה

תרומה למבנה

אדם ואדריכלות

בעת העתיקה

פרויקטים בארץ ובעולם

מדריך להקמה

מקורות והערות

מקורות

English

1. www.greenroofs.org - Green Roofs for Healthy Cities

2.http://science.howstuffworks.com/environmental/green-science/green-rooftop.htm

3. "Small green roofs", low-tech options for greener living, Nigel Dunnett, Dusty Gedge, John Little, Edmund C. Snodgrass, Timber press, Portland - London, 2011

4. "Green roofs", ecological design and construction, Earth Pledge, foreword by William McDonough, Aschiffer design book, 2005

5. http://www.toronto.ca/greenroofs/index.htm

6. 2009 Awards of Excellence: Big Sur, Extensive Residential

7. "Green Roofs as Urban Ecosystems Ecological Structures, Functions, and Services", ERICA OBERNDORFER, JEREMY LUNDHOLM, BRAD BASS, REID R. COFFMAN, HITESH DOSHI, NIGEL DUNNETT, STUART GAFFIN, MANFRED KÖHLER, KAREN K. Y. LIU, AND BRADLEY ROWE, Bioscience, www.biosciencemag.org, November 2007 , Vol.57 No.10

8. "Bees and green roofs" - Cities and the Environment 2009 Volume 2, Issue 1 Article 4, Digital Commons at Loyola Marymount University and Loyola Law School

9. "Wanielista Green roofs", Marty Wanielista and Mike Hardin, 2nd Research Symposium May 4th, University of Central Florida, 2006

10. ZinCo, http://www.zinco-greenroof.com/, projects

11.In situ measurements of sound propagating over extensive green roofs, Timothy Van Renterghem, Dick Botteldooren, Ghent University, Department of Information Technology, Belgium

12. A blog for ARCH 3230 | Systems, Sites, and Buildings | Fall 2011 at the University of Virginia - http://imk2dd.wordpress.com/2011/11/08/assignment-4-independent-research-california-academy-of-sciences/).

עברית

1. אתר המועצה הישראלית לבנייה ירוקה.

2. עצים כמפחיתי זיהום אוויר בערים, מעין חיים, "הקואליציה לבריאות הציבור", "אקולוגיה וסביבה", 2013, 4(2) 176-182.

3. מסמך מדיניות להקמה ותחזוקה של גינות על גגות וחזיתות בירושלים, יולי 2008.

4. "מעברים עיליים לבעלי חיים בישראל"- דותן רותם, אקולוג שטחים פתוחים, חטיבת מדע, רשות הטבע והגנים - פברואר 2012

5. "הקשר והזיקה בין מרחב הכביש לבין הסביבה המשיקה לו", חברת כביש חוצה ישראל בשיתוף עם רשות הטבע והגנים, ינואר 2013

6. "חלמיש - חקר ולימוד מקורות ישראל בשדה", החברה להגנת הטבע, בית הספר שדה כפר עציון, כתב עת לנושאי טבע וארץ במקורות ישראל, מס. 4, סתיו תשמ"ז, 1986חציר, "חציר גגות ודשא במקורות", מאיר אריאל

הערות



רשימת מיני צומח - הגג החי בתחנה לחקר ציפורים, ירושלים

אדום-
ארבע כנפות-מצויות
דמומית קטנת-פרי
כלנית מצויה
נורית אסיה
פרג אגסני
פרג זיפני

לבן-
אירוס ארצישראלי
סלסילה מצויה
שפרירה קשקשנית
ברוניקה לבנה
זמזומית מצויה
חבלבל השדה
חבצלת קטנת-פרחים
טוריים מצויים
ילקוט הרועים
כוכבית מצויה
נוצנית כדורית
נץ-חלב צרפתי
נזמית לבנה
עירית גדולה
צורית גבוהה
זערורית קטנה
קדד האנקולים
קרדריה מצויה
תגית מצויה
תלתן תריסני

לבן צהוב- כרכום חורפי
נרקיס מצוי
קחוון מצוי

כחול- ברוניקה מבריקה
גלעינית זעירת-פרחים
חבלבל עדין
חספסת שרועה
כדן נאה
מרגנית השדה
נוניאה קהה
עולש מצוי
תורמוס ההרים

צהוב- אזנב מצוי
לוטוס מצוי
אספסת מצויה
אספסת עדשתית
בקיית הכלאיים
זהבית דמשקאית
חמציץ נטוי
חרדל השדה
חרדל לבן
טופח מצוי
חרצית השדות
כוכבן מצוי
כליינית מצויה
לפתית מצויה
לשון פר-מצרית
מגלית גדולת-פרחים
מצלתיים מצויים
מרור הגינות
נורית ירושלים
ניסנית דו-קרנית
ניסנית זיפנית
סביון אביבי
עיריוני צהוב
צורית גבוהה
ציפורני-חתול מצויות
תלתן חקלאי

בורדו-
לוף ארצישראלי
אפון מצוי
טופח ריסני
שום גבוה

קרם-
גביעונית הלבנון
דבקת יהודה
חלבלוב מצוי
לופית מצויה
צלע-שור חרוזה

סגול-ורוד- בקייה תרבותית
בן-חצב יקינטוני
בן-חצב סתווני
בקיה ארץ-ישראלית
בקיה שעירה
גרניון עגול
זקן-סב מצוי
חלמית מצויה
כרמלית נאה
לשון-פר מצויה
מקור-חסידה חלמיתי
מקור-חסידה גזור
נזמית לופתת
סחלב פרפרני
סתוונית היורה
עשנן צפוף
פשתה שעירה
צהרון מצוי
ציפורנית מצרית
קרדה מכסיפה
רקפת מצויה
שום האבקנים
שערור שעיר
תורמוס ארץ-ישראלי
תלתן הארגמן
תלתן הפוך

ירוק-
בן-חיטה ביצני
ברומית הגגות
ברומית ספרדית
דגנין מצוי
זון אשון
חפורית מצויה
טבורית נטויה
טרשנית שרועה
ירבוז שרוע
כותלית יהודה
לחך מצוי
מרקולית מצויה
משערת זהובה
סיסנית הבולבוסין
סרפד צורב
עוקצר מצוי
שיבולת-שועל נפוצה
שעורת העכבר
שעורת התבור

הרשימה נערכה על פי תצפיות על הגג משך כל חודשי השנה, על ידי אבנר רינות, החברה להגנת הטבע.



