

מקבלים השראה מהטבע: מה זה ביומימיקרי?

שכבת גיל

יסודי: כיתות ה', ו'

תקציר הפעילות

הפעילות מחולקת לשני חלקים. בחלק הראשון הלומדים יקראו קטע מידע קצר שמסביר מה זה ביומימיקרי. הם יצפו במליאה בסרטונים המציגים את המצאת הצמדן (סקוץ'), ולאחר מכן יעלו ללוח השיתופי המקוון לינויט (Linoit) מוצרים שונים שמשתמשים בצמדנים ואת הצורך שהביא לפיתוחם. בחלק השני של הפעילות מוצעות שתי פעילויות לבחירה: האחת, צפייה בסרטון המציג המצאות שונות שהומצאו בהשראת הטבע. הלומדים יבחרו שלוש המצאות מהסרטון ויכתבו את הצורך, הבעיה הטכנולוגית, ההמצאה ומקור ההשראה. בפעילות השנייה מוצעות תשע כרטיסיות שעל הלומדים לארגן לפי הצורך, הבעיה הטכנולוגית, הפתרון הטכנולוגי ומקור ההשראה מהטבע.

משך הפעילות

2-3 שיעורים

מטרות הפעילות

- להכיר את תחום הביומימיקרי.
- ללמוד על פתרונות טכנולוגיים שנותנים מענה לצרכים ולבעיות יומיומיות.
- לפתח חשיבה יצירתית ורוח המצאה.

מושגים מתוכנית הלימודים

ביומימיקרי, טכנולוגיה, פתרונות טכנולוגיים, פיתוח בר קיימא

מיומנויות

הבניית ידע, טיפול במידע, יישום ידע, יצירתיות, פרזנטציה, רפלקטיביות לתהליך הלמידה, שיתוף פעולה, שימוש בייצוגים שונים

אופי הלמידה

- יחידים
- צוותים
- כיתתי

סוג הפעילות

- פעילות לפתיחת הנושא
- פעילות להקניית הנושא

קישור לסרטון

כל אחד מהסרטונים הבאים:

- מדע היום, "אדהיזור מבוסס על זיקית": <http://bit.ly/2TMg8pF>
- כאן מדע, "הכדורגל | נעלי פקקים – איך זה עובד?" <http://bit.ly/2Xwzb8l>
- Arque: "Artificial biomimicry – inspired tail for extending innate body functions": <http://bit.ly/2kpi1Ml>

הכנות לקראת הפעילות

- לקרוא הקדמה על ביומימיקרי ולצפות בסרטונים המוצגים בפעילות.
- לארגן מחשב מרכזי, מקרן ורמקולים, חיבור לאינטרנט להקרנת הפעילות.
- להכין לוח שיתופי מקוון, לינויט, לעבודה בחלק הראשון של הפעילות [קישור לאתר](#).
- מומלץ לצפות בסרטון הדרכה לשימוש באתר לינויט: "סרטון הדרכה - לוח מודעות באתר Linoit": <http://bit.ly/2KHK8B0>.
- לבחור את הסרטונים המתאימים לצפייה בכיתה בחלק הראשון של הפעילות.

סרטונים המספרים את הסיפור של המצאת הצמדן:

- "Natural velcro": <https://bit.ly/3tMgdM4>
- "Who invented velcro?" <https://bit.ly/3gzWawl>
- "The story of the Velcro brand": <https://bit.ly/3tAzOhW>
- "The story of the invention of velcro 'hook and loop'": <https://bit.ly/2QN2Nk0>
- "Who invented Velcro brand fasteners": <https://bit.ly/3v1SE1N>
- "Velcro makes the world go round": <https://bit.ly/3dvCt7b>
- "An invention inspired by nature": <https://bit.ly/3sqz2Tu>

סרטונים המציגים את תהליך הייצור של הצמדן וכיצד הוא פועל:

- "Velcro tape – the making of Japan": <https://bit.ly/3vc2PB9>
- "How does velcro work?" Design Squad: <https://bit.ly/3tPZZRX>

• לבחור הצעה לפעילות בחלק השני של הפעילות. מוצעת אפשרות להדפיס כרטיסי פעילות. לחצו על הקישור [נספח](#).

ביומימיקרי: רקע

מאז ומעולם האדם התבונן בטבע וקיבל ממנו השראה. ביומימיקרי (ביו = חיים, מימזיס = חיקוי: חיקוי החיים) הוא ענף מדעי מחקרי אינטרדיסציפלינרי, שמשלב בין תחומי מדע שונים להנדסה וטכנולוגיה. מדענים ומהנדסים צופים בתופעות טבע שונות: מהתצפיות הם לומדים כיצד לחקות דפוסים, מנגנונים ומבנים בטבע כדי לפתור בעיות טכנולוגיות וצרכים אנושיים שונים, ולפתח מוצרים הנשענים על עקרונות דומים. בדרך זו אפשר למצוא דרכים מקיימות לפיתוח מוצרים "ידידותיים" יותר לסביבה.

דוגמה לפיתוח מבוסס ביומימיקרי נראית כבר בעבודתו של לאונרדו דה וינצ'י, בן המאה ה-15. דה וינצ'י צפה רבות בבעלי חיים כמו ציפורים, דגים מעופפים, עטלפים וחרקים, וכך עקב אחרי דפוסי התעופה שלהם ונחשף לפתרונות הטבעיים לתעופה. דה וינצ'י תיעד את תצפיותיו בשרטוטים מדוקדקים, שמהם קיבל השראה לפתח מכונות וכלי טיסה. הכתוב מבוסס על מידע המובא באתר הביומימיקרי הישראלי: <http://bit.ly/2EalpiR>

מה עושים?

חלק א': מה זה ביומימיקרי?

מומלץ שכל לומד יקרא בעצמו את קטע המידע.

קראו את קטע המידע הבא:

ביומימיקרי (ביו = חיים, מימיקרי = חיקוי) למידה וחיקוי מהטבע. זהו תחום החוקר את הטבע למטרות פתרון בעיות אנושיות (לפי הגדרת מילון מילוג). כבר משחר ההיסטוריה האדם התבונן בטבע, שסיפק לו השראה לבניית כלים ומוצרים שונים. גם כיום מדענים ומהנדסים צופים בתופעות טבע שונות, חוקרים אותן ומקבלים מהן השראה ורעיונות לתכנון ולפיתוח מוצרים שנותנים פתרון מדעי או טכנולוגי לבעיות שונות.

אחת ההמצאות הידועות ביותר, שהומצאו בהשראת מנגנון הפצת הזרעים של צמח הלפפה הקוצנית, היא הצמדן (סקוץ'). מהנדס שוויצרי בשם ז'ורז' דה מסטראל טייל עם כלבו בשדות. בשובו הביתה הוא שם לב שקוצים רבים נצמדו לפרוות הכלב. כשניסה להוריד את הקוצים, הבין לב שקל מאוד להסיר אותם וגם לחבר אותם חזרה לפרווה של הכלב וגם על הבגד שלו. כשבחן את הקוצים מתחת למיקרוסקופ, דה מסטראל גילה שלקוצים יש מבנה מיוחד הבנוי בצורת קרסים, שנקשרים למשטחים רכים כמו פרווה או צמר של בעלי חיים ובדים.



תמונת הקוצים מתחת למיקרוסקופ

תמונה: [velcro](https://www.velcro.com)



קוצים נדבקים על בגדים

תמונה: [shutterstock.com](https://www.shutterstock.com)

דה מסטראל הגה רעיון לפתח מוצר שמבוסס על עקרון הקרסים של הקוצים, ושימש להצמדת משטחים וחפצים. הוא פיתח את הצמדן הבנוי מרצועה אחת מכוסה בקרסים ורצועה שנייה מכוסה בלולאות. כשמצמידים את שתי הרצועות הקרסים נצמדים בלולאות והרצועות נשארות צמודות זו לזו. כדי להפריד את הרצועות די במשיכה קלה והקשר בין הרצועות משתחרר. בשנת 1950 ייסד דה מסטראל מפעל בשם ולקרו (Velcro), שייצר צמדנים למוצרים שונים. המוצר קיים עד היום.



ז'ורז'



הצמדן בנוי מרצועת קרסים ורצועת לולאות
תמונות: [shutterstock.com](https://www.shutterstock.com)

מבוסס על המקורות הבאים:

- ד"ר ארז גרטי, "חקיינות בשירות בספורט", מכון דוידסון: <https://bit.ly/3egCY3X>
- "מה בין הסקוטש?" אתר הבינומיקרי הישראלי: <https://bit.ly/2RE3Raq>

1. צפו במליאה באחד או יותר מהסרטונים הבאים, לפי הנחיית המורה.
בחרו את הסרטונים המתאימים לצפייה בכיתתכם.
סרטונים המספרים את הסיפור של המצאת הצמדן:

- "Natural velcro": <https://bit.ly/3tMgdM4>
- "Who invented Velcro?" <https://bit.ly/3gzWawl>
- "The story of the Velcro brand": <https://bit.ly/3tAzOhW>
- "The story of the invention of velcro 'hook and loop'": <https://bit.ly/2QN2Nk0>
- "Who invented Velcro brand fasteners": <https://bit.ly/3v1SE1N>
- "Velcro makes the world go round": <https://bit.ly/3dvCt7b>
- "An invention inspired by nature": <https://bit.ly/3sqz2Tu>

הסרטונים באנגלית מצריכים תיווך. קיים תרגום באנגלית: התרגום האוטומטי בעברית אינו מדויק.

סרטונים המציגים את תהליך הייצור של הצמדן וכיצד הוא פועל:

- "Velcro tape -the making of Japan": <https://bit.ly/3vc2PB9>
- "How does velcro work?" Design Squad": <https://bit.ly/3tPZZRX>
- "How velcro works close up": <https://bit.ly/3dOF4t8>



תמונה: shutterstock.com

2. חשבו על חפצים ומוצרים שונים בסביבתכם שיש בהם צמדנים. חפשו גם ברשת האינטרנט. השתמשו במילות מפתח שונות: "צמדן", "סקוטש", "סקוץ'", "ולקרו". אפשר לעבוד ביחידים, בזוגות או בצוותים קטנים.

צרו פתקית בלוח השיתופי המקוון לינויט ([קישור לאתר](#)) וכתבו בה את הדברים הבאים:

- שם המוצר.
- הצורך שהביא לפיתוח המוצר.
- העלו תמונה של המוצר או של הצורך.

לדוגמה:

שם המוצר: נעליים עם צמדנים (במקום שרוכים).

הצורך: לנעול נעליים בקלות ובמהירות בכל גיל.

צפו בסרטון הדרכה לשימוש בלוח המודעות באתר לינויט במידת הצורך:

<http://bit.ly/2KHK8B0>

מוצרים נוספים לדוגמה:

שימושים ביתיים כמו בגדים, נעליים, חגורות, תיקים, כובעים, טיטולים, משחקי קליעה למטרה, מתלים, הדבקת תמונות או חפצים על לוחות בד; וגם שימושים תעשייתיים, רפואיים, צבאיים ועוד.

תוכלו למצוא עוד רעיונות באתר ולקרו. לחצו על [הקישור](#).

3. דונו במליאה: מה היתרונות של למידה וחקוי מהטבע כדי להמציא מוצרים חדשים ולפתור בעיות קיימות?

בעלי חיים וצמחים התפתחו לאורך שנים רבות של אבולוציה. ההתאמות שלהם לסביבה מאפשרות להם להתקיים ולשרוד ולהתאים את עצמם באופנים שונים לסביבתם. לעיתים אפשר ללמוד מהתאמות אלו ולקבל מהן השראה, כדי לפתור בעיות שונות במקום להמציא המצאות חדשות יש מאין.

- בטבע חומרים נוצרים ואנרגיה מתחדשת.
- בטבע אין תוצרי לוואי מזהמים או רעילים.
- בטבע חומרים ואנרגיה ממוחזרים, מה שמביא לחיסכון בחומרים ואנרגיה.
- בטבע אין הצטברות של פסולת.
- קיימת התאמה בין מבנים שונים בטבע לתפקידם.
- בטבע קיים מגוון גדול של משאבים.

מבוסס על המקורות הבאים:

- ד"ר ארז גרטי, "חקיינות בשירות בספורט", מכון דוידסון: <https://bit.ly/3egCY3X>
- "מה בין הסקוטש?" אתר הביומימיקרי הישראלי: <https://bit.ly/2RE3Raq>

חלק ב': ביומימיקרי בפעולה

להלן שתי הצעות לפעילות. פעלו לפי הנחיית המורה. בחרו את הפעילות המתאימה לכיתה.

הצעה ראשונה

1. בסרטון הבא מוצגות המצאות שונות שנוצרו בהשראת הטבע.
צפו בסרטון: "ננוטכנולוגיה – ביומימטיקה": <http://bit.ly/2VfBiwH>
מומלץ לצפות בתרגום באנגלית ולתווך ללומדים.
2. התחלקו לקבוצות על פי הנחיית המורה. מומלץ 4–5 לומדים בקבוצה.
בחרו מתוך הסרטון שלוש המצאות שפותחו בהשראת הטבע.
צרו טבלה וכתבו בה את הפרטים האלה:

- הצורך
- הבעיה הטכנולוגית
- ההמצאה (הפתרון הטכנולוגי) והשימושים שלה
- כתבו והסבירו מה היה מקור ההשראה מהטבע.

תוכלו להיעזר גם במקורות מידע נוספים למציאת מידע שראיתם בסרטון:

· "תיאורי מקרה של ביומימיקרי", אתר הביומימיקרי הישראלי: <https://bit.ly/3njMKqo>

· "ביומימיקרי", אתר דוידסון: <https://bit.ly/2QgoAB5>

· "מה למדו מהנדסי רכבות מהשלדג?" אנציקלופדיית אאוריקה: <https://bit.ly/3sL6cNE>

· "איך טיול בטבע הביא להמצאת הסקוץ'?" אנציקלופדיית אאוריקה:

<https://bit.ly/2QIGtYZ>

· "לרחף בחשיכה בהשראת העטלפים", אתר הידען: <https://bit.ly/3ejVzwa>

דוגמה לשיבוץ בטבלה:

הצורך	הבעיה הטכנולוגית	ההמצאה: הפתרון הטכנולוגי ושימושים	מקור ההשראה מהטבע
להגיע ממקום גבוה למקום נמוך.	כיצד להגיע בבטחה ממקום גבוה למקום נמוך?	מצנח: מתקן המאפשר לעצמים המחוברים אליו נחיתה רכה ואיטית על הקרקע. שימושים: הצנחת טייסים, כוחות הצלה וביטחון ממטוסים. מאפשר להוביל ציוד, מים, מזון ותרופות לאזורים שקשה להגיע אליהם. בנוסף משמשים להצנחת חלליות ולוויינים וגם כפעילות נופש ופנאי.	זרעי צמחים המופצים על ידי הרוח. הסבר: לזרעים של צמחים המופצים על ידי הרוח יש שערות זעירות, שהופכות אותם קלים לנשיאה ממקום למקום, ולנחיתה רכה על האדמה.

3. בחרו המצאה אחת והציגו אותה בכיתה בדרך יצירתית: ציור, הצגה, שיר, כרזה.

4. כתבו משהו חדש שלמדתם בפעילות. מה הפתיע אתכם? מה הייתם רוצים להמשיך לחקור?

הצורך	הבעיה הטכנולוגית	ההמצאה: הפתרון הטכנולוגי ושימושים	מקור ההשראה מהטבע
לעוף מרחקים	- כיצד אפשר לעוף כמו ציפורים? - כיצד אפשר להגיע למרחקים ארוכים באמצעות תעופה?	מטוס: כלי תחבורה אווירי המשמש להטסת אנשים וסחורה למרחקים.	גוף הציפור (חזה, ראש וכנפיים). הסבר: גוף הציפור בעל צורה אווירודינמית המקטינה את החיכוך עם האוויר.
לייצב כלי טיס באוויר	כיצד כלי טיס יכול להישאר יציב בשמיים?	מסוק: התעופה שלו איטית בעל יכולת לעלות ולרדת בצורה מדויקת בשטח נתון ולהישאר במקום בזמן התעופה. לכן מתאים ככלי תחבורה אווירי המשמש להטסת אנשים, כוחות הצלה וביטחון, וכן לפינוי פצועים ממקום למקום.	מעוף השפירית. הסבר: התנועה הייחודית של כנפי השפירית מאפשרת לה להישאר במקום בזמן התעופה.
תעופה חרישית לצורכי צילום ואיסוף מידע	באיזה אופן אפשר לאסוף מידע בחשאי ובביטחון?	מטוסים זעירים כלי טייס זעיר ללא טייס, המשמש את כוחות הביטחון וההצלה לאסוף	תעופת חרקים הסבר: התבוננות ומחקר על אופן התעופה של

		מידע ולצלם ולמדוד נתונים שונים.	חרקים יכול ללמד כיצד לפתח מטוסים זעירים.
עיוורים יוכלו ללכת ברחוב בנוחות ובבטחה	כיצד נסייע לעיוורים ללכת ברחוב בבטחה?	מקל הליכה אלקטרוני: מקל שמגלה מכשולים באמצעות מכ"ם (מגלה כיוון ומרחק) ומתריע עליהם.	סונאר העטלף. הסבר: בחושך העטלף פולט גלי קול הפוגעים בעצמים בסביבה ומוחזרים חזרה כמו הד. על פי אופי הגל שחזר, העטלף מרכיב במוחו תמונה של הסביבה וכך הוא מנווט בה.
להצמיד משטחים וחפצים שונים זה לזה	כיצד אפשר להצמיד בקלות משטחים וחפצים שונים זה לזה ולהפרידם?	צמדן: אביזר המשמש להצמיד בין משטחים וחפצים שונים.	קוצים של צמחים. הסבר: הקוצים נצמדים לפרווה של בעלי חיים ובדים בעזרת קרסים זעירים.
ייצור צבעים לא רעילים וחסכוניים במשאבים ובאנרגיה	באיזה אופן נוכל לייצר בדים צבעוניים ללא שימוש בחומרי צביעה?	בדים שהצבע שלהם משתנה מזוויות ראייה שונות. משמשים בתעשיית הצבעים, בדים, מוצרים קוסמטיים נקיים מחומרים רעילים ומסכים שטוחים צבעוניים, הדורשים פחות אנרגיה להפעלה.	כנפי פרפר מורפו כחול הסבר: על כנפי הפרפר יש גבשושיות היוצרות שכבות שונות. כאשר קרני האור פוגעות בהן הן "נשברות" בגבול שבין השכבות ומחזירות את האור בצבעים שונים בהתאם לזווית שממנה מסתכלים.

להפחית רעש של רכבות	באיזה דרך נהפוך את הרכבת המהירה לשקטה יותר?	הרכבת המהירה היפנית נוסעת במהירות של מעל 300 קמ"ש. יש לה מבנה אווירודינמי המאפשר לה להיות שקטה במיוחד.	מבנה המקור של השלדג. הסבר: השלדג צולל במהירות גבוהה מהאוויר אל המים, הוא שולה דגים וכך משיג את מזונו. בזכות מקורו המחודד הכניסה אל המים חלקה ושקטה.
קירור וחימום מבנים בהשקעה מועטה של אנרגיה	כיצד אפשר לקרר ולחמם מבנים גדולים בהשקעה מועטה של אנרגיה?	מבנה בעל מערכת תעלות ופתחי אוורור. המבנה בעל מערכת התעלות ופתחי אוורור פנימיים שמזרימים אוויר, ממזגים ומחממים את האוויר בפנים בצורה יעילה ובהשקעה אנרגטית נמוכה.	קן הטרמיטים. הסבר: הטרמיטים בונים קינים עם פתחי אוורור. האוויר שנכנס דרכם מתקרר מתחת לאדמה, וכך מקרר את הקן. הטרמיטים עצמם פותחים וסוגרים את הפתחים כדי לשמור על טמפרטורה יציבה.

הצעה שנייה

1. התחלקו לקבוצות על פי הנחיית המורה. מומלץ 4–5 לומדים בקבוצה.
2. קבלו מהמורה כרטיסיות וארגנו אותן לפי הסדר הזה: הצורך, הבעיה הטכנולוגית, הפתרון הטכנולוגי ומקור ההשראה מהטבע. מוצעות תשע כרטיסיות. מומלץ לתת לכל קבוצה 2–3 כרטיסיות בהתאם לכמות הקבוצות. ערכת הכרטיסיות מופיעה בנספח [קישור](#).
3. בחרו נושא אחד והציגו אותו בכיתה. הנחו את הלומדים להציג את המוצר שפותח ואת מקור ההשראה מהטבע וגם את הצורך ואת הבעיה הטכנולוגית שהביאו לפיתוח המוצר.
4. צפו במליאה בסרטון: "ננוטכנולוגיה – ביומימטיקה": <http://bit.ly/2VfBiwH>
5. חשבו על תהליך הלמידה שהיה בפעילות. כתבו: מה הפתיע אתכם, ומה הייתם רוצים להמשיך לחקור?

1.

**כיצד להגיע בבטחה ממקום
גבוה למקום נמוך?**

**להגיע ממקום גבוה
למקום נמוך**

**הפצת זרעי צמחים
על ידי הרוח**



תמונה: ויקיפדיה

הסבר:

לזרעים של צמחים המופצים על ידי הרוח יש שערות זעירות, שהופכות אותם קלים לנשיאה ממקום למקום, ולנחיתה רכה על האדמה.

מצנח



תמונה: ויקיפדיה

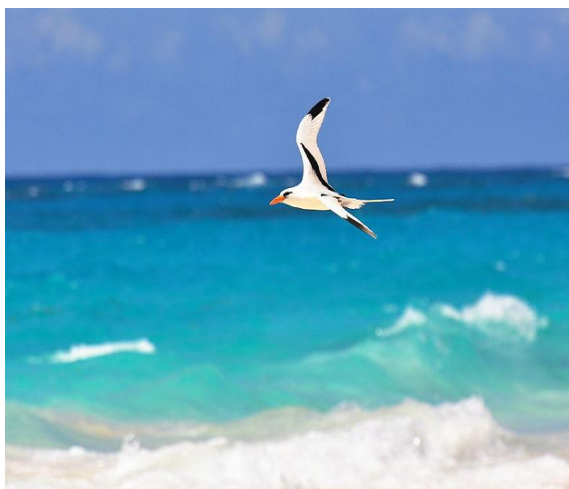
מתקן המאפשר לעצמים המחוברים אליו נחיתה רכה ואיטית על הקרקע. שימושים: הצנחת טייסים, כוחות הצלה וביטחון ממטוסים. מאפשר להוביל ציוד, מים, מזון ותרופות לאזורים שקשה להגיע אליהם. מצנחים משמשים גם להצנחת חלליות ולוויינים וגם כפעילות נופש ופנאי.

. כיצד אפשר לעוף כמו
ציפורים?

. כיצד אפשר להגיע
למרחקים ארוכים
באמצעות תעופה?

לעוף למרחקים

גוף הציפור
(חזה, ראש וכנפיים)



תמונה: ויקיפדיה

הסבר:

גוף הציפור בעל צורה אווירודינמית
המקטינה את החיכוך עם האוויר.

מטוס



תמונה: ויקיפדיה

כלי תחבורה אווירי המשמש
להטסת אנשים וסחורה למרחקים.

לייצב כלי טיס באוויר

**כיצד כלי טיס יכול להישאר
יציב בשמיים?**

מסוק



תמונה: ויקיפדיה

התעופה שלו איטית בעל יכולת
לעלות ולרדת בצורה מדויקת
בשטח נתון ולהישאר במקום בזמן
התעופה. לכן מתאים ככלי
תחבורה אווירי המשמש להטסת
אנשים, כוחות הצלה וביטחון, וכן
לפינוי פצועים ממקום למקום.

מעוף השפירית



תמונה: ויקיפדיה

הסבר:

התנועה הייחודית של כנפי השפירית
מאפשרת לה להישאר במקום בזמן
התעופה.

**באיזה אופן ניתן לאסוף
מידע בחשאיית ובבטחה?**

**תעופה חרישית לצורכי
צילום ואיסוף מידע**

תעופת חרקים



תמונה: ויקיפדיה

הסבר:

התבוננות ומחקר על אופן התעופה של
חרקים יכולים ללמד כיצד לפתח
מטוסים זעירים.

מטוס זעיר



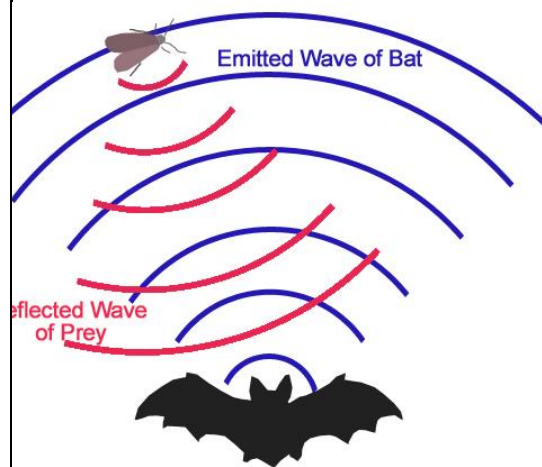
תצלום מסך מהסרטון: "ננוטכנולוגיה - ביומימטיקה"

כלי טיס זעיר ללא טייס, המשמש
את כוחות הביטחון וההצלה לאסוף
מידע ולצלם ולמדוד נתונים שונים.

**כיצד נסיע לעיוורים ללכת
ברחוב בבטחה?**

**עיוורים יוכלו ללכת
ברחוב בנוחות ובבטחה**

סונאר העטלף



איור: ויקיפדיה

הסבר:

בחושך העטלף פולט גלי קול הפוגעים בעצמים בסביבה ומוחזרים חזרה כמו הד. לפי אופי הגל שחוזר, העטלף מרכיב במוחו תמונה של הסביבה וכך הוא מנווט בה.

מקל הליכה אלקטרוני



תצלום מסך מהסרטון: "[ננו טכנולוגיה - ביומימטיקה](#)"

מקל שמגלה מכשולים באמצעות מכ"ם (מגלה כיוון ומרחק) ומתריע עליהם.

**כיצד אפשר להצמיד
בקלות משטחים
וחפצים שונים זה לזה, או
להפריד ביניהם?**

**להצמיד משטחים
וחפצים שונים זה לזה**

קוצים של צמחים



תמונה: shutterstock.com

הסבר:

הקוצים נצמדים לפרווה של בעלי
חיים ובדים בעזרת קרסים זעירים.

צמדן



תמונה: shutterstock.com

אביזר המשמש להצמיד בין
משטחים וחפצים שונים.

**באיזה אופן נוכל לייצר בדים
צבעוניים ללא שימוש בחומרי
צביעה?**

**ייצור צבעים לא רעילים
וחסכוניים במשאבים
ובאנרגיה**

כנפי פרפר מורפו כחול



תמונה: shutterstock.com

הסבר:

על כנפי הפרפר יש גבשושיות היוצרות שכבות שונות. כאשר קרני האור פוגעות בהן הן "נשברות" בגבול שבין השכבות ומחזירות את האור בצבעים שונים בהתאם לזווית שממנה מסתכלים.

**בדים שהצבע שלהם
משתנה מזוויות ראייה
שונות**



תמונה: morphotex

משמשים בתעשיית הצבעים, בדים, מוצרים קוסמטיים נקיים מחומרים רעילים ומסכים שטוחים צבעוניים, הדורשים פחות אנרגיה להפעלה.

**באיזה דרך נהפוך את
הרכבת המהירה לשקטה
יותר?**

**להפחית רעש של רכבות
מהירות**

מבנה מקור השלדג



תמונה: ויקיפדיה

הסבר:

השלדג צולל במהירות גבוהה מהאוויר אל המים, שולה דגים וכך משיג את מזונו. בזכות מקורו המיוחד הכניסה אל המים חלקה ושקטה.

רכבת המהירה היפנית



תמונה: ויקיפדיה

רכבת נוסעת במהירות של מעל 300 קמ"ש. בעלת מבנה אווירודינמי המאפשר לה להיות שקטה במיוחד.

**כיצד אפשר לקרר ולחמם
מבנים גדולים בהשקעה
מועטה של אנרגיה?**

**קירור וחימום מבנים
בהשקעה מועטה של
אנרגיה**

קן הטרמיטים



תמונה: ויקיפדיה

הסבר:

הטרמיטים בונים קינים עם פתחי אוורור, שדרכם נכנס אוויר. האוויר מתקרר מתחת לאדמה, וכך מקרר את הקן. הטרמיטים עצמם פותחים וסוגרים את הפתחים כדי לשמור על טמפרטורה יציבה.

מבנה בעל מערכת תעלות ופתחי אוורור



תמונה: אתר הביומימיקרי הישראלי

המבנה בעל מערכת התעלות ופתחי אוורור פנימיים שמזרימים אוויר, ממזגים ומחממים אותו בפנים ביעילות ובהשקעה אנרגטית נמוכה.