

# חוקרים יצירות אומנות: חתך הזהב

שכבת גיל

חטיבת ביניים

חטיבת עליונה

## תקציר הפעילות

בפעילות זו התלמידים יתחלקו לקבוצות ויתחרו בזיהוי דוגמאות ליחס הזהב ביצירות אומנות מוכרות. התלמידים ימדדו קטעים בכל תמונה, ויחפשו קטעים שהיחס ביניהם שווה ליחס הזהב (או ליחסים נתונים אחרים). הפעילות מתבססת על היכרות קודמת עם יחס הזהב, לרבות הגדרה גיאומטרית והקשר לסדרת פיבונאצ'י.

## משך הפעילות

שיעור אחד

## מטרות הפעילות

- ליישם את הידע הקשור לחתך הזהב.
- להיחשף לחיבור בין מתמטיקה ואומנות.

## מושגים מתוכנית הלימודים

מתמטיקה, אלגברה, סדרות, פיבונאצ'י, חתך הזהב, יחס הזהב

## מיומנויות

רפלקטיביות לתהליך הלמידה, יישום ידע, שיתוף פעולה

## אופי הלמידה

צוותים

## סוג הפעילות

- פעילות לסיכום הנושא

- "הקסם של מספרי פיבונאצ'י": <https://bit.ly/T7VCQP>
- "דברים שלמדתי היום – סדרת פיבונאצ'י": <https://bit.ly/2ACQRXx>

## הכנות לקראת הפעילות

- להדפיס כמה עותקים (לפחות 4) של תמונות של יצירות אומנות (למשל - המונה ליזה) ושל מבנים מפורסמים (למשל - הפרתנון או הטאג' מהאל).
- לדאוג שיהיה סרגל ומחשבון בכל קבוצה.
- לדאוג למקורן בכיתה לצפייה בסרטונים.
- הפעילות מתבססת על ידע קודם לגבי חתך הזהב: הגדרה גיאומטרית והקשר לסדרת פיבונאצ'י. לכן יש לוודא שהתלמידים למדו את הנושא. בתור הקדמה לפעילות, אפשר לבצע את הפעילות "לומדים: הקסם של סדרת פיבונאצ'י".

## מה עושים?

### רגע לפני שמתחילים:

- סדרת פיבונאצ'י היא אחת הסדרות המפורסמות במתמטיקה: 1,1,2,3,5,8,13,21,34,55,89.....
- כל איבר בסדרה, החל באיבר השלישי, הוא סכום של שני האיברים הקודמים לו. תוכלו לצפות בסרטון הבא, שמציג כמה דברים שאולי לא ידעתם על החוקיות של סדרת פיבונאצ'י: <https://bit.ly/T7VCQP>.
- היחס בין כל שני איברים עוקבים בסדרה הולך ומתקרב למספר 1.618. מספר זה נקרא גם "יחס הזהב", והוא נפוץ מאוד בטבע, כפי שתוכלו לראות בסרטון הבא: <https://bit.ly/2ACQRXx>.
- אפשר לתאר את יחס הזהב גם בצורה גיאומטרית: זהו יחס סימטרי ומיוחד המתקבל בחלוקת קטע AB לשני קטעים:  $AC < CB$ , כך שמתקיים  $\frac{AB}{CB} = \frac{CB}{AC}$  (היחס בין הקטע השלם לחלק הגדול שווה ליחס בין החלק הגדול לחלק הקטן).

התחלקו לקבוצות: בכל קבוצה יהיו בין שניים לארבעה תלמידים. בפעילות ארבעה שלבים. בכל שלב, כל קבוצה תקבל תמונה של יצירת אומנות מפורסמת או של מבנה מפורסם. דרושות לפחות ארבע תמונות, כך שבכל שלב כל קבוצה תקבל תמונה שונה מהתמונות שקיבלה עד לאותו שלב.

### שלב ראשון

חפשו בכל תמונה קטעים המחולקים לפי היחס 1:1.618 ("יחס הזהב"). סמנו בכל פעם את קצוות הקטע (A,B) ואת הנקודה C המחלקת את הקטע AB לפי יחס זה, וכתבו בצורה ברורה את חישוביכם.

כל זיהוי נכון של יחס הזהב יזכה את הקבוצה בנקודה אחת. מספר הקטעים שזוהו נכונה בכל תמונה ייכתב על הלוח. התלמידים יכולים לבנות טבלה שבה יפרטו מידה של קטע מסוים ואת המידות של שני החלקים שלו, ואז יחשבו את היחס בין החלקים. חישובים אלו עשויים להיות אפילו פשוטים יותר בעזרת שימוש בגיליון ממוחשב (למשל Google Sheets או Excel). כדאי לבצע סיבוב ניסיון אחד עם התלמידים, כדי לוודא שהבינו את הפעילות וכיצד לרשום את תוצאותיהם, לפני שממשיכים לשלב הבא של התחרות. השיפוט יכול להתבצע על ידי המורה או על ידי נציג אחד מכל תמונה.

### שלב שני

קבלו מהמורה תמונה אחרת וחפשו גם בה קטעים המחולקים לפי יחס הזהב. כתבו את קצוות הקטע ואת חישוביכם בדומה לשלב הראשון. עם זאת, קבוצה תקבל נקודות רק אם מספר הדוגמאות שמצאה גדול או שווה למספר הרשום על הלוח עבור אותה תמונה.

סביר שרוב הקבוצות יצליחו למצוא יותר דוגמאות ליחס הזהב לעומת המצב בסיום השלב הראשון.

### שלב שלישי

קבלו מהמורה תמונה שלישית וחפשו בה קטעים המחולקים לפי היחס  $1:1.414$  (היחס  $1:\sqrt{2}$ ). כתבו את קצוות הקטע ואת חישוביכם בדומה לשלבים הקודמים. כמו בשלב הקודם, קבוצה תקבל נקודות רק אם מספר הדוגמאות שמצאה גדול או שווה למספר הרשום על הלוח עבור אותה תמונה. היחס הנ"ל נמצא בשימוש באומנות כבר מהמאה ה-4 לפנה"ס, לרוב כדי לתאר מידות אידיאליות של גוף האדם.

### שלב רביעי

קבלו מהמורה תמונה רביעית וחפשו בה קטעים המחולקים לפי היחס  $1:1.325$  ("היחס הפלסטטי"). כתבו את קצוות הקטע ואת חישוביכם בדומה לשלבים הקודמים. כמו בשלב הקודם, קבוצה תקבל נקודות רק אם מספר הדוגמאות שמצאה גדול או שווה למספר הרשום על הלוח עבור אותה תמונה.

היחס הנ"ל נכנס לשימוש החל מהמאה ה-20, על ידי האדריכל ההולנדי האנס ואן דר לאן (van der Laan), שעיבב לפיו את מנזר הקדוש בנדיקטוסברג בהולנד.

לסיכום הפעילות, חשוב להדגיש לתלמידים את הסכנה בהסקה על סמך בחירה נקודתית של תוצאות שמתאימות להשקפה שלנו והתעלמות מתוצאות אחרות:

**שימו לב:** הדפוסים שמצאנו בשני השלבים הראשונים לא מעידים על כך שהאדריכלים והאמנים הקדומים הסתמכו על יחס הזהב ביצירות שלהם יותר מאשר על יחסים אחרים. למעשה, זהו מיתוס שגוי (אך נפוץ בימינו). זהו מקרה פרטי של הכשל הלוגי "קטיף דובדבנים": בחירה נקודתית של תוצאות שמתאימות להשקפה שלנו, והתעלמות מתוצאות אחרות. כמו כן, זהו מקרה של "בעיית השוואות המרובות": כשמבצעים מספר רב של מדידות, הסיכוי להגיע למסקנה שגויה באחת מהן לפחות גדל באופן ניכר.