

### חזקות עמודים 30 – 36

הפרק חזקות מוגש בשני סבבים:

- בסבב הראשון, הפרק עוסק בפעולת החזקה כאשר בסיס החזקה הוא מספר חיובי או אפס ומעריך החזקה הוא מספר טבעי.  
בסבב זה תיעשה הרחבה של סדר פעולות החשבון כולל פעולת החזקה.  
התלמידים יכירו את פעולת השורש כפעולה הפוכה לפעולת העלאה בחזקה.
- בסבב השני, הפרק יעסוק בפעולת החזקה כאשר בסיס החזקה יכול להיות גם מספר שלילי. מעריך החזקה הוא מספר טבעי.

החזקה והשורש הן פעולות חשבון. פעולת החזקה מוצגת בשלב זה רק למעריך שהוא מספר טבעי, החזקה היא כפל חוזר של בסיס החזקה. התלמידים למדו לראות את פעולת הכפל במספרים טבעיים כחיבור חוזר של אותו איבר, בדרך דומה תוצג פעולת החזקה (למעריך טבעי) ככתיב מקוצר של תרגיל כפל בו כל הכופלים שווים, ובהמשך תוצג הפעולה באופן פורמאלי.  
לאחר העיסוק במושג החזקה, בחישובים ובזיהוי המעריך והבסיס. יש הרחבה של הסכמי סדר פעולות החשבון גם לפעולת החזקה. מבין הפעולות המוכרות לתלמיד החזקה היא הראשונה בסדר פעולות החשבון.  
באופן צורת הכתיבה של פעולת החזקה טמון קושי. בפעולת החזקה הפעולה אינה רשומה, אלא, נרמזת בצורת הכתיבה של התרגיל.  
מקור לטעויות שכיחות אצל תלמידים הוא הדרך שבה שלשות של מספרים "מאוחסנות" בזיכרון התלמיד, אשר שליפתן וקישורן נעשה באופן אסוציאטיבי.  
פעולת החזקה מתקשרת לכפל חוזר לכן לא מעט תלמידים ישלפו באופן אוטומטי את המכפלה בין בסיס החזקה לבין מעריך החזקה למרות שנחשפו להגדרת המושג. (למשל, השלשה הכפולית 3, 2, 6 תוביל לטעות 3<sup>2</sup> הם 6).

### **פעילות 1 עמוד 30**

פעילות לביצוע במליאת הכתה - מטרת פעילות זו היא להציג את פעולת החזקה ולבסס את המושגים "חזקה", "בסיס החזקה", ו"מעריך החזקה". בהצגת הפעולה חשוב להקפיד על קריאה נכונה של התרגיל, על כתיבה נכונה של פעולת החזקה, להציג מעבר מכתובה מפורטת לכתובה מקוצרת בכתיב חזקות ולהיפך. כמו כן יעשה חיזוק ההבחנה בין איברי הפעולה והבנת תפקיד כל מרכיב בפעולה. למשל, בחזקה 5<sup>3</sup>, איברי הפעולה הם 5 ו-3 ולכל איבר תפקיד בפעולה, המספר 5 הינו בסיס החזקה והמספר 3 הינו מעריך החזקה. בתרגום פעולת החזקה לכפל חוזר גורם המכפלה הינו 5 והמספר 3 אינו מופיע בתרגיל הכפל אלא, מרומז, מספר זה מציין את מספר הכופלים במכפלה. (כמו בתרגום פעולת כפל לחיבור חוזר).  
בפעילות זו מושם דגש על אופן קריאת התרגיל ושימוש במילה "בחזקה" המבטאת פעולה. כמו כן מושם דגש על מעבר מכתבי חזקות לכפל חוזר של אותו גורם.  
בנוסף להכרות עם פעולת החזקה כפי שמופיע בפעילות 1, רצוי במסגרת הדיון במליאת הכתה להציג תרגילים אשר מטרתם למקד את תשומת הלב להבדל בין תרגילים בהם מופיעים אותם מספרים בפעולות שונות והם נושאים תפקידים שונים. לדוגמה, התרגילים 4<sup>3</sup> ו- 4<sup>3</sup>.  
יש לשים דגש מיוחד על חזקות בהן המעריך הוא 1. בחזקות אלה יש קושי קונספטואלי. כיצד נתרגם את החזקה ל"כפל חוזר"? יש גורם אחד ופעולת הכפל אינה מופיעה. חשוב להמליץ שכל מספר בחזקת 1 נותן את המספר עצמו.

**תרגיל 1:** מטלת זיהוי – מטרת התרגיל לבסס את ההבחנה בין פעולת החזקה לבין פעולות שונות. למשל, כפל וחילוק.

**תרגיל 2:** מטלת זיהוי – מטרת התרגיל ביסוס החזקה (במעריך טבעי) ככפל חוזר. חשוב לשים לב לכך ששברים יש לכתוב בסוגריים. בסיס החזקה הוא השבר (מונה ומכנה) ומעריך החזקה מתייחס לכל השבר. נדגים סעיפים בהם צפויה שגיאה אצל תלמידים: בסעיף ד' עשויים תלמידים לשגות ולקבוע ששני הביטויים שווים כיוון שמקשרים בין כפל חוזר למילה "פעמים". בסעיף ה' התלמידים יסמנו שוויון בין  $3^2$  לבין 6 בגלל הנטייה לשליפה אוטומטית של "שלשות" מספרים, המאוחסנים בזיכרון התלמיד ונשלפים לעיתים מבלי לבחון את הפעולה.

**תרגיל 3:** מטלת ביצוע, חישוב חזקות שונות על ידי תרגום פעולת החזקה לכפל חוזר וחישוב.

**תרגילים 4-5:** מטלות זיהוי שמטרתן לבסס את המונחים בסיס חזקה ומעריך החזקה, כאשר מוקד ההתייחסות בתרגיל 4 הוא מעריך החזקה ובתרגיל 5 המוקד הוא בסיס החזקה.

**תרגילים 7-8:** מבססים את הבנת המושגים: חזקה, בסיס החזקה, מעריך החזקה, ואת המעבר מכתוב חזקות לתרגיל כפל חוזר ולהיפך מעבר מכפל חוזר של אותו גורם לכתוב מקוצר – כתיב חזקות.

**תרגיל 9:** חשוב להציג תרגיל זה במליאת הכתה ולסכם שוב אילו פעולות מקיימות את חוק החילוף ואילו פעולות אינן מקיימות את חוק החילוף. בסיכום יש להדגיש, כי פעולת החזקה אינה מקיימת את חוק החילוף ולדון במפורש בדוגמה של  $2^4$  ו-  $4^2$  מקרה שבו מתקיים שוויון למרות שחוק החילוף אינו קיים בחזקות.

**נחזור ונתרגל – חזרה על אומדן בכפל ובחילוק.**

### חזקות וסדר פעולות החשבון – עמוד 34

מומלץ תחילה לבצע חזרה במליאת הכתה על הסכמי סדר פעולות החשבון ולהוסיף להסכמים את מקומה של פעולת החזקה. לפעולת חזקה קדימות ראשונה.

מומלץ להדגים על הלוח תרגילים מורכבים בהם משולבת פעולת החזקה. חשוב להקפיד לקרוא את התרגיל, לבקש מהתלמידים לפרט את הפעולות המרכיבות את התרגיל, לקבוע את סדר הביצוע ולהציג שלב אחר שלב את מהלך הפתרון כאשר בכל שלב מצטמצמות פעולות עד להגעה לתוצאה סופית.

**תרגיל 10:** מהווה חזרה וסיכום של סדר פעולות חשבון כולל חזקה.

### שורש ריבועי עמודים 35 – 36

השורש מוצג כפעולה הפוכה לחזקה.

בשלב זה של הלמידה נעסוק בשורש ריבועי בלבד, כלומר, הפרק עוסק רק בפעולה הפוכה של ההעלאה בחזקת 2.

השורש מוגדר כשורש החיובי של המספר. למשוואה  $x^2=81$  יש שני פתרונות, האחד הוא  $\sqrt{81}$  והשני הוא  $-\sqrt{81}$ . קיימים שני מספרים אשר אם נעלה אותם בחזקת 2 נקבל 81 המספרים הם: 9 ו-(-9). אבל השורש של 81 הוא המספר 9 בלבד. לפעולת חשבון מתאים פתרון יחיד. פעולת השורש מוצגת בתוך הקשר של חישוב שטח ריבוע ומציאת אורך צלע חסרה.

**תרגיל 1:** פעילות להצגה במליאת הכתה. הסעיפים הראשונים עוסקים בחישוב שטח ריבוע, יציאה מידע מוכר והובלה לבניית ידע חדש.

חשוב להציג תחילה את חישוב שטח הריבוע כתרגיל חזקה.

לעיתים הצגת חישוב שטח הריבוע כתרגיל כפל (צלע כפול צלע) עשויה להוביל את התלמידים לטעות. כיוון שהפעולה היא כפל, התלמידים עשויים להציע לחשב את הצלע החסרה באמצעות פעולת חילוק כפעולה

ההפוכה לכפל. המטרה של תרגיל זה היא להובילם לפעולת השורש הריבועי כפעולה ההפוכה של חזקה שנייה.

בהמשך תוצג צורת הכתיבה המקובלת לפעולת השורש הריבועי. חשוב להציג במליאת הכתה את שתי הפעולות ההפוכות זו לזו ולכל תרגיל מתאים להציג את התיאור המילולי.

לדוגמה:  $25 = 5^2 \leftarrow$  חמש בחזקת 2 הוא 25

$\sqrt{25} = 5 \leftarrow$  השורש הריבועי של 25 הוא 5. חשוב לתרגל בעל פה מספרים שקל לחשב את השורש

הריבועי שלהם. כך התלמידים יוכלו לחזק את שליטתם בלוח הכפל.

בהזדמנות זו, התלמידים יכירו את מקש השורש הריבועי בלוח המקשים במחשבון המדעי.

**תרגיל 2:** מהוה תרגול ישיר של המודגם לעיל ללא צורך בשימוש במחשבון המדעי.

**תרגיל 3:** שימוש בפעולת החזקה ומציאת חוקיות. התלמידים צריכים לרשום מתחת לכל סרטוט את מספר הקוביות בכל מבנה ולתרגם את המספר לכתיב חזקות.

**תרגיל 4:** תרגיל העוסק במציאת חוקיות של סדרת חלקות ריבועיות של שתילים ומשלבת את פעולת השורש בהקשר הבעיה. רצוי לבקש מן התלמידים להמשיך את האיברים ולהוסיף עוד שני סרטוטים לצורך חיזוק הבנת החוקיות, שימוש בחזקה לתיאור השטח והשלמת הטבלה. בהשלמת הטבלה בולט הקשר בין מספר החלקה לבין שטחה, השלמת הטבלה מובילה לבניית ביטוי אלגברי לחישוב שטח חלקה.

רצוי לרשום את הטבלה על הלוח ולהשלים את החסר ביחד עם התלמידים, ההשלמה היא בכוון מאונך, (עמודות) מלמעלה למטה. כדי להוביל לפעולה ההפוכה (מציאת השורש) מתוך הטבלה, מומלץ להוסיף בשורה התחתונה מספרים המייצגים שטחים ולחפש בכוון ההפוך, מלמטה למעלה את אורך הצלע החסרה המיוצגת על ידי תוצאת פעולת השורש, תרגול בכוון זה יהווה הכנה למענה על סעיפים ד' ו-ה' אותם יש לחשב ללא סיוע בנתונים מתוך הטבלה.

**תרגיל 5:** תרגיל זה משלב בין מציאת חוקיות בסדרה הנתונה באמצעות סרטוטים של מבנים מקוביות לבין, תיאור החוקיות באמצעות ביטוי אלגברי תוך שימוש בפעולת החזקה. נדרשת כאן ראייה מרחבית והבנת מושג נפח קובייה. במידה ומתעורר קושי במניית הקוביות בכל מבנה, רצוי לבצע חזרה בסיסית על חישוב נפח או על הצגת הדרך למניית הקוביות כדי שהתלמידים יכלו למנות את מספר הקוביות בכל שכבה ולכפול במספר השכבות.

**הערה:** בשאלה כתוב "קוביה 1", "קוביה 2", וכו'. יכול להיות בלבול בין הקוביה היסודית המרכיבה את המבנה לבין המבנה עצמו שהוא בצורת קוביה. לכן, מומלץ לשנות זאת ולומר לתלמידים להתייחס ל"מבנה 1", "מבנה 2", וכו'.

**הפתרון מספר הקוביות בכל מבנה:**

$a$	6	5	4	3	2	1	מספר המבנה
$a^3$		$5^3$	$4^3$	$3^3$	$2^3$	$1^3$	מספר הקוביות
		<b>125</b>	<b>64</b>	<b>27</b>	<b>8</b>	<b>1</b>	

להשלמת הסעיפים א' ו-ב' ניתן להיעזר בטבלה. חשוב לוודא שהתלמידים קוראים את הטבלה נכון מלמעלה למטה ולהיפך מלמטה למעלה תוך שימוש מתאים במונחי הפעולות הנדונות.

**הערה:** הפרק הזה עוסק בחזקה שנייה ובשורש הריבועי. במקרה זה עוסקים בחזקה שלישית. בפתרון סעיפים ג', ד' אין צורך להשתמש במונח "שורש שלישית" ולהציג את צורת הכתיבה  $\sqrt[3]{1,000}$ ,  $\sqrt[3]{125}$ . אלא רק בניסוח המילולי "איזה מספר בחזקת 3 שווה ל-125?" או "איזה מספר כפול עצמו 3 פעמים שווה ל-1,000?" (בניסוח השני צריך לוודא שהתלמידים מבינים שהמספר חוזר על עצמו 3 פעמים ולא שסימן הכפל מופיע 3 פעמים).

**פתרונות לתרגיל 5:** סעיף א' מתוך הטבלה. סעיף ב' – הביטוי המתאים הוא  $15^3$ . מספר הקוביות הוא 3,375. סעיף ג' המבנה ה-5. סעיף ד' המבנה ה-10.

### **ישרים ניצבים עמודים 37 – 39**

הפרק עוסק בישרים ניצבים (מאונכים) ומתבסס על המושג זווית ישרה שנלמד בספר קפל חלק א' במסגרת הוראת המושג זווית.

מוקד ההתייחסות כאן הוא הזווית הישרה הנוצרת בין שני ישרים או בין שני קטעים. פרק זה מהווה הכנה לפרק העוסק בגובה של משולש.

בפרק שעסק בזווית ישרה, התלמידים התנסו בקיפולי נייר ובנו זווית ישרה. ניתן לחזור על אותה התנסות, להדגיש בצבע את שני הקטעים הנחתכים ולסמן את הזווית הישרה הנוצרת ביניהם. הזווית הנוצרת בין שני הקטעים תסומן בריבוע כסימן מזהה לזווית ישרה ולא בקשת כפי שנהוג לסמן זווית כלשהי בין שני קטעים. התלמידים יכירו את צורת הכתיבה המתמטית לתיאור ישרים מאונכים. יעשה שימוש במושגים השקולים: ישרים מאונכים וישרים ניצבים התלמידים יכירו את הכתיב המתמטי.

**תרגיל 1:** תרגיל זיהוי. התלמידים נדרשים לזהות קטעים מאונכים על ידי זיהוי גודל הזווית בין שני הקטעים. בחלק מהסרטוטים קשה לקבוע באופן ודאי על ידי על סמך הסתכלות ונדרש שימוש במתווך כגון דף נייר מקופל או "סרגל משולש" לצורך השוואה וזיהוי גודל הזווית בין הקטעים.

**סרטוט ניצב לישר נתון:** הפעילות מהווה הכנה לסרטוט גובה לצלע במשולש. פעילות זו מומלץ לבצע במליאת הכתה תוך שימוש בסרגל משולש ישר זווית גדול לצורך הדגמה.

**תרגיל 2:** תרגיל ביצוע. בתרגיל זה התלמידים מתנסים בסרטוט ישר המאונך לישר נתון העובר דרך נקודה נתונה באמצעות כלים כגון סרגל משולש ישר זווית או דף מקופל.

**תרגיל 3:** תרגיל זיהוי. התלמידים נדרשים לזהות קטעים מאונכים בתוך צורות הנדסיות מוכרות. בתרגיל זה מומלץ למקד את תשומת הלב לכך שישנם מקרים בהם שני הקטעים המאונכים הם "מרכיב" של הצורה למשל צלעות. וישנם מקרים בהם אחד משני הקטעים המאונכים הוא קטע בתוך הצורה.

### **גובה במשולש עמודים 39 – 49**

בגיאומטריה האוקלידית העיסוק במשולשים כולל גם עיסוק בקטעים מיוחדים במשולש. הקטעים בהם מטפלים לאורך לימודי הגיאומטריה הם גובה, תיכון, חוצה זווית, ואנך אמצעי. לכל אחד מקטעים אלה יש תפקיד משמעותי בלימוד תכונות נוספות של הצורות הגיאומטריות. לדוגמה, מציאת מרכז מעגל חוסם (מפגש אנכים אמצעיים) וחוסם (מפגש חוצי הזוויות), נקודת המפגש של התיכונים המחלקת אותם ביחס של 1:2, וכדומה. הגובה במשולש (ולאחר מכן במקבילית ובטרפז) משמש בין היתר לחישוב השטח. בנוסף, ידוע מן הספרות המקצועית ומניסיון מצטבר שיש להרבה תלמידים קשיים במושגים אלה, הנובעים משני מקורות:

1. קונפליקט בין דימוי המושג לבין המושג הגיאומטרי הרחב.

2. נטייה להחליף בין הקטעים השונים או חלק מתכונותיהם.

טיפול שיטתי ויסודי בכל אחד מהמושגים, הנוגע בכל אחד מהקשיים המאפיינים את המושג, עשוי למנוע חלק מהקשיים. מכאן הטיפול המקיף והאינטנסיבי במושג.

על פי שיקול דעת המורה ניתן ללמד את המושג כפי שהוא מופיע בספר, או לחלק את הפעילויות למקבצים קטנים יותר וללמד באופן ספיראלי.

מושג הגובה נלמד מהדוגמאות אל המושג הכללי. לתלמידים מוצגות דוגמאות לגבהים במשולש חד-זוויות (בסעיף 1) ו"אי דוגמאות" – כלומר דוגמאות לקטעים שהם אינם גבהים במשולש (בסעיף 2). בדיון יש לעמוד על המשותף לכל הקטעים המודגשים בסעיף 1 ולנסות לזהות מהן התכונות המהותיות שמשותפות לכל הקטעים האלה אך חלקן חסרות בקטעים המודגשים בסעיף 2. למשל, במשולש הימני בסעיף 2, אומנם יש זווית של 90 מעלות בין הקטע המודגש לאחת הצלעות במשולש - תכונה שמשותפת לכל הקטעים בסעיף

1, אך לא מתקיימת תכונה אחרת המשותפת אף היא לכל הקטעים בסעיף 1. התכונה שבה קטע יוצא מקדקוד במשולש. מכאן ניתן לשער שהתכונה הזו היא תכונה מהותית לגובה. יש לעודד את התלמידים לנסות לתאר מהו הגובה. בסיום הדיון חשוב לסכם את שלוש התכונות: הגובה יוצא מקדקוד במשולש, הגובה מגיע אל הצלע שמול הקודקוד, הגובה מאונך לצלע זו. בתיאור הגובה אנו משתמשים בניסוחים שונים. למשל, קטע היוצא מקדקוד במשולש אל הצלע שמולו.....; קטע שקצהו האחד בקודקוד של המשולש וקצהו האחר על הצלע שממול.... בשלב הראשון נחשפים התלמידים לגבהים במשולשים חדי-זוויות בלבד. בהמשך נרחיב את הסכמה הראשונית שנוצרה אצלם אל המושג השלם. העמדת המשולש במצבים שונים ביחס לשולי הדף, מטרתה לבנות מושג גמיש יותר לגובה (ולא רק "אב טיפוס"). הנושא "שלושה גבהים במשולש" מטופל בהמשך.

פעילות זו מומלץ לבצע במליאת הכתה. לאחר הדיון תוצג ההגדרה כפי שמופיעה בספר ויודגשו שלושת המרכיבים לגובה:

- יוצא מקודקוד של המשולש
- מגיע אל הצלע שמול לקודקוד
- יוצר זווית ישרה

חשוב לפרק לתלמידים מתקשים את ההגדרה למרכיביה ולהקפיד בכל מקרה לבדוק האם קיימים כל התנאים העונים על ההגדרה, חשוב להמליץ זאת ולבקש מן התלמידים שיאמרו זאת, מכיוון שהמללה תורמת להטמעת הנלמד באופן מובן.

בבניית המושג בספר מוצגים תחילה רק גבהים שנמצאים בתוך המשולש. אך בסכום ובהכללה לא מוזכר שהגובה חייב להיות בתוך המשולש. בהמשך יטופלו המקרים בהם הגובה מתלכד עם צלע או נמצא מחוץ למשולש.

#### תרגילים 4 – 6 עמודים 40 – 41:

תרגילים אלה עוסקים בזיהוי קדקוד מול צלע וצלע מול קדקוד ומהווים מוכנות למושג הגובה במשולש ולביצוע בניית הגובה במשולש.

**תרגיל 4:** סעיף 1- רצוי לבקש מהתלמידים לצבוע את הצלע ממול לקודקוד הנתון ואת הקודקוד באותו צבע, **תרגילים 5-6:** תרגילי ביצוע המצריכים זיהוי תחילה וכתובה של שם הקדקוד ושם הצלע שמולה.

בתרגיל 4 סומנו עבור התלמידים קודקוד או צלע, והתלמידים נדרשו להתאים לנתון צלע או קדקוד. בתרגילים 5 ו-6 התלמיד מובל ומכוון להבין שלכל קודקוד יש צלע מולו. בהמשך זה יוביל להבנה שמכל קדקוד ניתן להוריד גובה.

רצוי להמליץ לתלמידים לסמן באותו צבע את הקודקוד והצלע המתאימה הנמצאת ממול. חשוב לבקש מהתלמידים שירשמו את שמות הצלעות ולכל צלע את שם הקודקוד ממול.

לדוגמה בתרגיל 6: הקודקוד D נמצא מול הצלע EF.

הקודקוד E נמצא מול הצלע DF.

הקודקוד F נמצא מול הצלע ED.

כך נוכל לסייע בידי התלמיד לפתח הסתכלות מעמיקה על השלם תוך ראייה בוחנת וממוקדת על כל פרטיו.

#### **גובה במשולש חד זווית**

בפרק שלפנינו נרחיב את העיסוק בגבהים בתוך משולש כביסוס לקראת השימוש בהקשר של חישובי שטח והשוואת שטחים.

תחילה נעסוק במשולש חד זווית. במשולש חד זווית ניתן להעביר שלושה גבהים בתוך המשולש. תהליך הבניה נעשה מאופן מדורג. בשלב הבא נעסוק במשולש ישר זווית בו שתיים מהצלעות הן גבהים של המשולש, ולבסוף נעסוק במשולש קהה זווית בו שני גבהים נמצאים מחוץ למשולש.

הפעילות המוצגת בעמוד 41 מיועדת להקניה במליאת הכתה ומטרתה לפתח ולחזק מיומנות של סרטוט תוך הקפדה על ביצוע התהליך בהתאם להנחיות הנתונות בפעילות ושמידה על דיוק בעבודה. בפעילות זו נעזרים התלמידים באמצעים העומדים לרשותם כמו סרגל משולש ישר זווית או סרגל ארוך שפינותיו ישרות, ניתן להיעזר בכל מתווך אחר שפינותיו ישרות (למשל ספר). חשוב להקפיד שהתלמידים יסרטטו במחברתם משולש גדול, יבחרו קודקוד כלשהו, יסמנו את הצלע שמול הקודקוד הנבחר, ויעבירו את הגובה לצלע לפי ההנחיה בספר.

#### תרגילים 7 – 9 עמוד 42

התלמידים צריכים להעתיק למחברת משולשים ולסרטט גובה.

**תרגיל 7:** נתונים משולשים המסורטטים על דף משבצות, מומלץ להתבונן במשולשים הנתונים ולדון מהו הגובה שקל יותר להעביר. ומדוע? נוח יותר לסרטט גובה שמתלכד (או מקביל) עם קווי המשבצות, גובה שמקביל לשולי הדף.

**תרגיל 8:** בשונה מתרגיל 7 שם התלמיד אמור לבחור את הגובה שנוח לו להעביר. בתרגיל זה מוכתב לתלמיד לאיזו צלע להעביר את הגובה.

**תרגיל 9:** מהווה חזרה על זיהוי גובה במשולש על פי סימון מוסכם של זוויות ישרה, על פי בדיקת קיום תכונותיו וכמו כן הקפדה על שיום נכון של הצורה וחלקיה. יש לדון במפורש בהבדל בין מושג הגובה בחיי היום-יום לבין זה הקיים בגיאומטריה. למשל, הקטע המודגש בסעיף ב' איננו "מלמעלה למטה" ובכל זאת הוא גובה. הקטע המודגש הוא גובה כי הוא יוצא מקודקוד במשולש, אל הצלע שמולו, ומאונך לצלע זו.

#### כמה גבהים במשולש? עמוד 43

פעילות זו באה להרחיב את הבנת מושג הגובה במשולש. מכל קודקוד ניתן להעביר גובה לצלע ממול ומכאן שבכל משולש ניתן להעביר שלושה גבהים. תחילה מסרטטים את אותו משולש 3 פעמים ומעבירים בכל פעם גובה מקודקוד אחר. בתרגיל 10 מסרטטים באותו סרטוט את כל שלושת הגבהים. שלושת הגבהים נפגשים בנקודה אחת. תכונה זו לא מטופלת בשלב זה.

**תרגיל 10:** התלמידים מתנסים בסרטוט שלושה גבהים במשולש, תחילה יסרטטו את אותו משולש שלוש פעמים ובכל משולש יעבירו גובה אחר ובשלב הבא יסרטטו את שלושת הגבהים באותו משולש, כך יוכלו לראות היטב את השלם וחלקיו. חשוב להנחות את התלמידים בביצוע המשימה באופן ברור ומובנה. תחילה יסרטטו משולש גדול כדי למנוע אי דיוקים בעבודה ובו יעבירו את שלושת הגבהים. דוגמה להנחיות ביצוע מפורט:

- בחרו קודקוד וסמנו אותו בצבע.
- הדגישו באותו הצבע את הצלע ממול.
- העבירו גובה מהקודקוד הנתון לצלע ממול, היעזרו בסרגל ארוך או סרגל משולש.
- רשמו במילים ובכתיב מתמטי את הגובה ותכונותיו.
- חזרו על פעולות אלו עבור קודקוד אחר ובצעו את המשימה באותו משולש.

בתום הפעילות תנוהל שיחת סיכום "מה למדנו?"  
**נחזור ונתרגל-** חזרה על מציאת פתרון משוואה. בדיון יש להדגיש את הדרך למצוא את הפתרון על ידי הצבה וחישוב. חלק מהתלמידים נוטים לפתור תחילה את המשוואה ואז לבחור את המספר המתאים.

#### גובה במשולש ישר זווית עמודים 44 – 45

הרחבת מושג הגובה במשולשים מיוחדים.

יש לבצע את הפעילות הלכה למעשה. במשולש ישר זווית הגבהים מתלכדים עם הניצבים. יש קונפליקט בין דימוי המושג שנוצר בפעילות קודמת (הגובה בתוך המשולש) ובין דימוי המושג כפי שנוצר בחיי היום-יום שהגובה הוא "מלמעלה למטה", לבין הגובה במקרה זה.

עד כה ראו התלמידים שהגובה עובר בתוך המשולש. יש קטעים שהם הצלעות ויש קטעים שהם הגבהים. במקרה זה הגובה הוא צלע של המשולש. קטע אחד שמשמש בשני תפקידים. קושי נוסף הוא בכך שגם נקודת ה"התחלה" של הקטע וגם נקודת ה"סיום" של הקטע הן קודקודים של המשולש. וכן כל אחד מהניצבים יכול לשמש כ"צלע מול הקדקוד" כאשר הניצב האחר הוא הגובה. בשונה ממשולש חד זוויות שבו לא יכול להיות "היפוך תפקידים" בין הגובה והצלע אליה הוא יורד. תהליך הבניה של הגבהים יוביל למסקנה שהגבהים לניצבים מתלכדים עם הניצבים. יש להמליץ את התהליך ולסכם בצורה מפורשת את הקונפליקט והמסקנות. כיוון שקיים קושי לסרטט משולשים ישרי זוויות המונחים במצבים שונים על הלוח. רצוי להכין משולשים גדולים מנייר או מבריסטול ולהדביקם על הלוח באופנים שונים ולהדגים עליהם את הפעילות. רצוי להציג בפני התלמידים משולש ישר זווית, להזכיר את תכונותיו: למשולש יש זווית אחת ישרה, המסומנת בריבוע קטן, ושתי זוויות אחרות חדות. הצלע הגדולה נקראת יתר ושתי הצלעות האחרות נקראות ניצבים. התלמידים יסרטטו במחברתם משולש ישר זווית ויבצעו את הפעילות במחברת במקביל להדגמה על הלוח. תחילה מעבירים גובה מקודקוד הזווית הישרה אל הצלע ממול, היתר. במקרה זה אין קונפליקט, הגובה מתאים לדימוי המושג. חוזרים על אותו מהלך במשולש ישר זווית אחר ומסמנים בו קודקוד של אחת הזוויות החדות, מדגישים את הצלע ממול (ניצב) ומעבירים גובה כפי שלמדו. כאן רצוי לרכז את הכתה לדיון והדגמה על הלוח. התהליך יוביל למסקנה שהקטע שסרטטנו מתלכד עם אחד הניצבים של המשולש ישר הזווית.

**תרגילים 11 – 12:** מטלת זיהוי ומטלת ביצוע. בתרגיל 11 נבקש מהתלמידים לנמק בכל סעיף מדוע קבעו שהקטע הוא גובה או שאיננו גובה. למשל, בסעיף ב' הקטע המודגש איננו "בתוך המשולש" ובכל זאת הוא גובה. שכן הוא מתחיל בקדקוד של המשולש, הוא מסתיים בצלע שמול והוא מאונך לצלע זו. בסעיף ו' המשולש הוא אומנם ישר זווית, ובמשולש ישר זווית יש צלעות שהן גם הגובה. במקרה זה הקטע המסומן הוא היתר, אין פה זווית ישרה עם אחת הצלעות. כפעילות מסכמת ומקשרת לסעיף קודם התלמידים ידרשו לסרטט במחברתם משולש ישר זווית גדול ובו יעבירו את שלושת גבהיו וידגישו אותם בצבעים שונים. התלמידים יעזרו בתהליך המתואר בספר בעמוד 45 ובהנחיות הקודמות לצורך ביצוע המשימה. בתום הפעילות יקבלו משולש בו נפגשים שלושת הגבהים בקודקוד הזווית הישרה. בסוף עמוד 45 מוצג סיכום מה למדנו? חשוב לשחזר את תהליך העבודה על מנת לשקף לתלמידים את תוכן העשייה שיוביל להבנה מעמיקה.

### **גובה במשולש קהה זווית עמודים 46 – 49**

הנושא מוגש באופן מדורג מהקל אל הכבד, בסעיפים קודמים התלמידים למדו לזהות ולבנות גבהים במשולש אופייני טיפוס שאינו מעורר קושי, לאחר שהמושג נבנה הוצג הגובה במשולש ישר זווית אשר העלה קושי בשל דימוי המושג שלשלושת הגבהים עוברים בתוך משולש וכאן הורחבה ההתייחסות למושג גובה במשולש גם לגובה המתלכד עם צלע של המשולש. בפרק זה יכירו התלמידים משולשים בהם שני גבהים יפלו מחוץ למשולש, היבט זה עשוי לעורר קושי אצל התלמידים גם בשל הקושי הטכני בסרטוט גובה למשולש קהה זווית. עד כה סרטטו גובה לצלע וכעת יצטרכו לסרטט גובה המשך הצלע, כאשר המשך הצלע אינו חלק מן המשולש המקורי.

מומלץ להכין דגמים מנייר בריסטול של משולשים שונים (חד זווית, ישרי זווית, וקהי זווית), ולהשתמש בדגמים של המשולשים או לסרטט משולשים שונים על הלוח. נערוך חזרה על מה שנלמד בנושא סרטוט גבהים במשולש, כאשר המשולש הוא חד זווית, או ישר זווית. לאחר מכן יוצג המשולש קהה הזווית עליו יסרטטו את הגבהים. נתחיל עם הגובה הנמצא בתוך המשולש (הגובה היורד מהקדקוד של הזווית הקהה) ונמשיך עם הגבהים מחוץ למשולש. יש "לפתח" על ידי המללה את ההסתכלות המובילה למסקנה שהגובה "נופל" מחוץ למשולש. כמו כן נעסוק בטכניקת הסרטוט בעזרת הסרגל המשולש.

בסוף התהליך נציג לתלמידים את הגדרת הגובה במשולש.  
גובה במשולש הוא קטע שקצהו האחד בקדקוד של המשולש וקצהו האחר על הצלע שממול או על המשכה, והוא מאונך לצלע זו או להמשכה.  
(ניתן גם להשתמש בניסוחים חלופיים כגון הגובה הוא קטע היוצא מקדקוד במשולש אל הצלע שמולו או להמשכה, ומאונך לה).

#### תרגילים 13 – 15 עמודים 48 – 49

התרגילים עוסקים במשימות זיהוי גובה במשולשים שונים כולל הנלמד בסעיפים קודמים.  
**תרגיל 13 – נתבונן תחילה:** יש לעודד את התלמידים להתבונן במשולשים ולקבוע מבלי לסרטט, אלא על פי סוג המשולש (חד זוויות / קהה זווית) באילו מקרים הגבהים יפלו בתוך המשולש, באילו שני גבהים חיצוניים. בתרגילים מושחרים קטעים המאונכים לקטעים אחרים, התלמידים צריכים לזהות באילו מקרים הקטע המודגש הינו גובה במשולש ובאילו מקרים הקטע הנתון אינו גובה במשולש.  
**תרגיל 14:** מטלת זיהוי, האם הקטע המודגש הוא גובה במשולש? בכל סעיף יש לבקש מהתלמידים לנמק את החלטתם.  
**תרגיל 15:** היבט נוסף של הגובה. הגובה מחלק את המשולש לשני משולשים. בכל אחד ממשולשים אלה קטע זה הוא גם גובה וגם אחד הניצבים.  
בתרגיל זה מוצגים שלושה סרטוטים בהם מודגשים שלושת המשולשים שהתקבלו כתוצאה מסרטוט הגובה. התלמידים צריכים לרשום את שמות המשולשים בהם הקטע הנתון הינו גובה.

#### **סיכום "מה למדנו?"**

כפי שצוין בתחילת הפרק נושא הגובה קשה לחלק מהתלמידים. בעיקר בשל הקונפליקט בין דימוי המושג לבין המושג הגיאומטרי הרחב. הפעילויות בעמודים הקודמים תוכננו כך שתהיה התייחסות לקשיים המאפיינים את המושג. יש לבצע את הסיכום במליאת הכיתה. יש לחזור על הגדרת הגובה ולהדגיש כי הגובה יכול להיות בתוך המשולש, להתלכד עם צלע במשולש או להיות מחוץ למשולש.  
במשולש חד זוויות כל הגבהים בתוך המשולש.  
במשולש ישר זווית שני גבהים מתלכדים עם הניצבים (כל גובה לאחד הניצבים מתלכד עם הניצב האחר) הגובה היוצא מקדקוד הזווית הישרה (הגובה ליתר) עובר בתוך המשולש.  
במשולש קהה זווית, הגובה היוצא מקדקוד הזווית הקהה נמצא בתוך המשולש. שני הגבהים האחרים מחוץ למשולש.  
כמו כן יש להדגיש כי לכל משולש יש שלושה גבהים.  
במידת האפשר ניתן להתייחס לנקודת המפגש של הגבהים. כל שלושת הגבהים במשולש נפגשים בנקודה אחת.

#### **שטח משולש עמודים 50 – 59**

התלמידים חזרו ולמדו בספר הקודם חישוב שטח מלבן. שטח משולש ישר זווית נגזר מתוך שטח מלבן. תחילה יש חזרה על חישוב שטח מלבן כשנעזרים במשבצות לחשוב שטח. חישוב שטח משולש ישר זווית על ידי מחצית שטח המלבן ומכאן מקילים לשטח משולש ישר זווית המתקבל על ידי מחצית מכפלת שני הניצבים.

**תרגילים 1 – 2:** התרגילים עוסקים בחישוב שטח משולש כשנתונים לקוחים מתוך דף משבצות עליו הוא מופיע. בתרגיל 2 לא נתון ניצב אלא, קטע מקביל לו השווה בגודלו.

דוגמה בעמוד 51 להצגה במליאת הכתה.

פעילות זו מדגימה חישוב שטח מצולע על ידי חלוקתו למלבן ומשולש. קביעת מידות כל צורה יעשה מתוך הנתונים בסרטוט. יעשו חישובי שטחים חלקיים השטח המתאים לשטח המצולע המצולע מתקבל מחישוב סכום השטחים החלקיים.

מטרת הדוגמה ותרגיל 3 היא להביא לסכמה המפורשת כי שטחה של צורה שווה לסכום השטחים של הצורות המרכיבות אותה וכן כי ניתן לחשב שטח צורה על ידי פירוק החלקים והרכבתם מחדש בדרך שנוחה לחישוב. לחילופין ניתן לחשב שטח צורה על ידי השלמה לצורה שנוח לחשב את שטחה ושימוש בהפרש שטחים.

**תרגיל 3:** מטרתו לבסס את המיומנות של חישוב שטח מצולע על ידי חלוקתו לצורות משניות. המשימה תבוצע על פי השלבים בהאים:

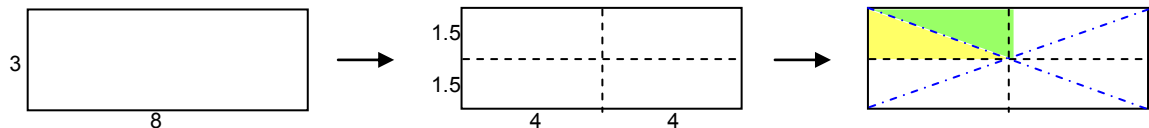
- מציאת מידות הצורה יילקח מתוך המשבצות בסרטוט.
- חישוב שטח של כל חלק לחוד.
- סכום השטחים החלקיים למציאת שטח המצולע.

**תרגיל 4:** תרגיל ביצוע – חישוב שטח משולש ישר זווית כשמידותיו נתונות.

**תרגיל 5:** תרגיל השוואתי הדורש חשיבה והבנה. ניתן להפכו למשימת חקר קטנה. בתרגיל זה נתונים מלבן ומשולש ולכל צורה מצוינים מידותיהם. כדי להקל על קשיים צפויים רצוי מאוד לבקש מן התלמידים לסרטט במחברת מלבן שמידותיו זהות למידות המלבן נתון. התלמידים יעבדו בזוגות, יסרטטו מספר משולשים ישרי זווית חופפים למשולש הנתון ויגזרו אותם. (בשאלה 1 יגזרו 5-6 משולשים ובשאלה 2 יכינו 9-10 משולשים). התלמידים צריכים להניח את המשולשים בתוך המלבן ולראות כמה משולשים כאלו נחוצים כדי לכסות את המלבן. (ניתן לגזור משולש אחד להעתיק ולכסות באמצעות סרטוט).

תלמידים המסוגלים לדמיין תוך התבוננות והסתמכות על נתוני הצורה ואינם זקוקים לגזירה כדי לענות על המשימה יש לעודדם ולבקש הנמקה מילולית.

בהתאם לכיתה יש לעסוק בדיון בקשר בין מספר המשולשים ליחס בין אורכי הצלעות. למשל, בסעיף 1: על פי מה שנלמד בעבר, אילו היה מלבן שצלעותיו 4 ו-3 ס"מ כמו הניצבים של המשולש, היו מכסים אותו בדיוק שני משולשים. את המלבן הנתון ניתן לחלק לשני מלבנים שמידותיהם 3x4 ס"מ. לכן ניתן לכסות אותו ב-4 משולשים. באופן דומה בסעיף 2: ניתן לחלק את המלבן לארבעה מלבנים שמידותיהם 1.5x4 ס"מ (כל צלע של המלבן היא פי 2 מצלע המשולש), לכן 8 משולשים יכסו את המלבן. יש להדגים זאת בעזרת סרטוטים.



**פתרונות תרגיל 5:** סעיף 1: א. ניתן לכסות את המלבן ב-4 משולשים נתונים ושטח המשולש מהווה רבע משטח מלבן נתון זה. ב. שטח המלבן 24 סמ"ר. ג. שטח המשולש 12 סמ"ר.  
סעיף 2: א. ניתן לכסות את המלבן ב-8 משולשים כמו המשולש הנתון בסרטוט. שטח המשולש הנתון מהווה שמינית משטח המלבן הנתון. ב. שטח המשולש הוא 3 סמ"ר - שמינית משטח המלבן ( $24:8=3$ ).

### **כיצד נחשב שטח משולש שאינו ישר זווית עמודים 52 – 54**

הפעילות בעמודים 52-53 מדגימה חישוב שטח משולש על ידי חלוקה למשולשים ישרי זווית שאת שטחם יודעים לחשב. החלוקה של המשולש לשני משולשים ישרי זווית היא על ידי העברת גובה. חישוב שטח משולש ישר זווית למדו התלמידים בפרק קודם. כמו כן למדו התלמידים שניתן לחשב שטח צורה המורכבת ממספר חלקים. ומכאן נוביל את התלמידים לחישוב שטח משולש כסכום שטחי שני משולשים ישרי זווית המרכיבים אותו. בהמשך נכליל לנוסחה ונסייע בידי התלמידים להתנתק מן המוחשי ולחשב את השטח ללא תלות במשולשים ישרי זווית.

ביצוע הפעילות כפי שמוצגת בדוגמה במליאת הכתה תוביל את התלמידים להשגת המטרה.

**תרגיל 6 עמוד 53:** התרגיל מכוון לעבודה מדורגת, תחילה רק מחלקים משולשים נתונים לשני משולשים ישרי זווית.

**"נתבונן תחילה"** – אחד מהעקרונות לעבודה עם אוכלוסייה זו הוא "נתבונן תחילה" – לפני הביצוע, נתבונן, ננתח, נתכנן, ורק אז נבצע.

**תרגיל 7 עמוד 54:** תרגיל זה מטרתו לפתח את ההסתכלות על הצורה, לבחון אותה ולהחליט על פי שיקול דעת מיהו הקודקוד ממנו העברת הגובה תהיה קלה יותר. המשולשים נתונים במצגים שונים אך הם מסורטטים על רקע משובץ מה שיכול לסייע בידי התלמיד לקבוע על סמך הסתכלות. אפשר להרחיב תרגיל זה ולבקש בכל סרטוט לרשום את שם הקודקוד הנבחר, שם הצלע ממול ומידות הגובה הנקבעות על פי מספר המשבצות.

### **שטח משולש שאינו ישר זווית עמודים 55 – 59**

עד כה התלמידים עסקו בפעילויות הקודמות כמוכנות לחישוב השטח. בדוגמה 1 עמוד 55 מתואר התהליך שיש לבצע כדי לחשב שטח משולש ומומלץ להציג זאת במליאת הכתה. חישוב שטח משולש נעשה על ידי חלוקתו לשני משולשים ישרי זווית. חישוב שטח כל משולש ישר זווית על ידי מחצית מכפלת הניצבים. שטח המשולש הנתון יתקבל על ידי סכום שני שטחי המשולשים החלקיים. בעמוד 56 יש המשך של ההקניה "הרכבה" מחדש של המשולש המקורי. כאן הפעילות מכוונת לפעולה ההפוכה לפעולה שנעשתה בסעיפים הקודמים. תחילה פרקו משולש לשני משולשים ישרי זווית ומצאו את שטחו של המשולש על ידי סכום שטחי חלקיו, כאן פעילות זו יוצאת מהמשולשים המפורקים ומרכיבה את השלם מחדש, מאחדת אותם ומובילה למציאת שטח ללא חלוקת המשולש לשני משולשים ישרי זווית. כסיכום: חישוב שטח משולש כלשהו יעשה על ידי מחצית מכפלת צלע משולש בגובה לאותה הצלע.

**תרגיל 8 עמוד 55:** פעילות מסכמת ונשענת על הידע שנרכש בפעילויות הקודמות. בתרגיל זה מוצגים הנחיות מפורטות לביצוע המשימה. חשוב לבצע זאת במחברת כך יוכלו התלמידים לפתח את מיומנות ביצוע טכני.

**תרגילים 9-10 עמוד 57:** בתרגיל 9 התלמידים נדרשים לחשב שטח באמצעות הנוסחה, כאשר הנתונים נלקחים מתוך הסרטוט. בכל סרטוט יש נתון נוסף המהווה גורם מסיח. התלמידים צריכים לזהות את הצלע והגובה לצלע. ורק בעזרת נתונים אלו, עליהם לבצע חישוב שטח משולש. **תרגיל 10:** תרגיל ביצוע המצריך זיהוי הנתונים הרלוונטיים לחישוב שטח. בכל סרטוט יש נתון נוסף, בחלק מן המקרים, נתון נוסף זה אינו נחוץ כלל.

**עמודים 58-59** פעילות מסכמת: הפעילות עוסקת בחישוב שטח צורות מורכבות באמצעות סכום שטחים חלקיים, כאשר בכל סרטוט יעשה ישום הנלמד במציאת שטח משולש בדרכים שונות. הדוגמה המוצגת נועדה להצגה ולדין במליאת הכתה. בדוגמה נתון מרובע על רקע משובץ, ויש למצוא את שטח הצורה. הפעילות מציגה שתי הצעות שונות לחישוב השטח והדין יוביל לכך שבשתי הדרכים התקבלה אותה תוצאה.

**תרגיל 11:** תרגילי ביצוע תוך שימוש בנוסחה לחישוב שטח. בתרגיל מתוארת בעיה בהקשר מציאותי.

**תרגיל 12:** התלמידים נדרשים לחשב שטח של צורה מורכבת על ידי חישוב סכום שטחים חלקיים, כאשר הנתונים השלמים ו/או החלקיים נלקחים מתוך הסרטוט.

**תרגיל 13:** נתונים שני מרובעים על איזור משובץ, התלמידים נדרשים לחשב שטח על ידי חלוקת כל מרובע לשטחים אותם הם יודעים לחשב כשהמידות נלקחות מתוך הסרטוט.

**תרגיל 14:** תרגיל ביצוע זה שונה מקודמיו. כאן לראשונה נתונים מידות המשולש ללא סרטוט. תלמידים הזקוקים לסרטוט עזר כדי לענות על התרגיל ניתן לעודד אותם לכך. חשוב לשים לב לכך שכל סעיף מתייחס להיבט אחר. סעיף א' – חישוב שטח של משולש כלשהו באמצעות הנוסחה.

בסעיף ב' – חישוב שטח משולש ישר זווית על ידי מחצית מכפלת הניצבים.  
בסעיף ג' – נדרשת ביצוע פעולה הפוכה: נתון שטח משולש ואורך וצלע. התלמידים נדרשים לחשב את אורך הגובה לצלע הנתונה. לסעיף זה מצורף סרטוט מתאים כאמצעי עזר לפתרון התרגיל.

$$\frac{12 \cdot x}{2} = 84 \rightarrow 6x = 84$$

ניתן לפתור שאלה זו באמצעות המשוואה:  $6x = 84$   
ניתן לפתור שאלה זו גם ללא משוואה. הפתרון ללא משוואה קשה יותר לחלק מהתלמידים (שטח המשולש 42 סמ"ר ← מחצית המכפלה של הצלע בגובה הם 42 סמ"ר ← המכפלה 84 סמ"ר. אורך הצלע 12 ס"מ ← הגובה 84:12 ← הגובה 7 ס"מ.

### **תיכון במשולש עמודים 60 – 63**

הפרק הועבר לכיתה ח'.