

נספח

תכנית דו-שנתית בהתמקצעות מורים

**תוכני ההתמקצעות:
סילבוס והערות כלליות**

תוכן עניינים - נספח

עמוד

| | |
|----|---|
| 3 | הקדמה |
| 5 | מבנה הסילבוס |
| 6 | מבנה המודולות |
| 8 | מודל הערכה של המורים המתמקצעים |
| 10 | פירוט המודולות |
| | מספרים ופעולות |
| 11 | המספרים השלמים |
| 13 | • מודולה מתקדמת |
| 20 | שברים פשוטים ועשרוניים |
| 22 | • מודולת בסיס |
| 25 | • מודולה מתקדמת |
| 31 | • מודולה מתקדמת יחס ואחוזים |
| 39 | • מודולה לצוותים הבית-ספריים בנושא מספרים ופעולות |
| 40 | גיאומטריה |
| 44 | • מודולת בסיס |
| 46 | • מודולה מתקדמת |
| 48 | • מודולה לצוותים הבית-ספריים |
| 52 | חקר נתונים |
| 54 | • מודולה מתקדמת |
| 64 | מודולת העשרה (לבחירה מתוך מבחר אפשרויות) |

תכנית דו-שנתית בהתמקצעות מורים למתמטיקה

בבית-הספר היסודי

הקדמה

ההכשרה מבוססת על 10 מודולות, כל אחת של 28 שעות. בנוסף תינתנה 20 שעות של הרצאות בנושאים שונים, סה"כ 300 שעות.

מבנה ההתמקצעות

I. ההכשרה היא בהיקף דיפרנציאלי של 244 שעות (8 מודולות + 20 שעות של הרצאה) עד 300 שעות (10 מודולות + 20 שעות של הרצאה).

הדיפרנציאציה בהיקף השעות בין המורים המתמקצעים תהיה על בסיס הידע הקודם של המורה המתמקצע בנושאים המתמטיים שיילמדו במהלך שנות ההכשרה.

ההכשרה מאורגנת במבנה של 5 סמסטרים:

- 2 סמסטרים בשנה א, כל אחד בהיקף של 14 שבועות.
- 1 סמסטר קיץ מרוכז, בהיקף של שבועיים, בקיץ שבין שנה א לשנה ב (או בכל זמן אחר שיקבע ע"י המוסד המכשיר ובתנאי שיהיה לפני השבוע השני של יוני בשנה ב ויקבל את אישור הוועדה).
- 2 סמסטרים בשנה ב, כל אחד בהיקף של 14 שבועות.
- 20 שעות של הרצאות בנושאים שונים. מתוכן 10 שעות בשנה א ו- 10 שעות בשנה ב.

ישנם 4 סוגים של מודולות: מודולות בסיס; מודולות מתקדמות; מודולות העשרה; מודולות לצוותים הבית-ספריים.

חלוקת המודולות:

- 2 מודולות בסיס,
- 5 מודולות מתקדמות,
- 1 מודולת העשרה,
- 2 מודולות לצוותים בית-ספריים.

המודולות המתקדמות, מודולת ההעשרה, והמודולות לצוותים הבית-ספריים הן חובה לכל מורה מתמקצע.

מורה מתמקצע יכול לקבל פטור ממודולות הבסיס על-פי הישגיו במבחן הכניסה. הפטור יכול להיות משתי מודולות הבסיס או מאחת.

בכל המודולות יש שילוב של תכנים מתמטיים ודידקטיים (אם כי בהיקפים והדגשים שונים).

המודולות רוכזו תחת הנושאים הבאים :

1. מספרים ופעולות

– מספרים שלמים

– שברים, יחס ופרופורציה, ואחוזים

2. גיאומטריה

3. חקר נתונים

4. נושאי העשרה

מבנה הסילבוס

הסילבוס מאורגן לפי התחומים המתמטיים של המודולות. כלומר, כל הסילבוסים למודולות בתחום מתמטי מסוים מופיעים בזה אחר זה.

1. מספרים ופעולות המספרים השלמים

- מודולה מתקדמת

בנושא המספרים השלמים ישנה רק מודולה מתקדמת. נושא המספרים השלמים משולב גם במודולה לצוותים הבית-ספריים ביחד עם הנושא שברים פשוטים ועשרוניים.

שברים פשוטים ועשרוניים

- מודולת בסיס
- מודולה מתקדמת
- מודולה מתקדמת בנושאים יחס ואחוזים
- מודולה לצוותים הבית-ספריים בנושא מספרים ופעולות

בנושא שברים פשוטים ועשרוניים יש 4 מודולות. מודולת בסיס ממנה ניתן לקבל פטור על סמך מבחן הפטור, 2 מודולות מתקדמות, ומודולה לצוותים הבית-ספריים.

2. גיאומטריה

- מודולת בסיס
- מודולה מתקדמת
- מודולה לצוותים בית-ספריים

בנושא הגיאומטריה יש 3 מודולות. מודולת בסיס, ממנה ניתן לקבל פטור על סמך מבחן הפטור, מודולה מתקדמת אחת, ומודולה לצוותים הבית-ספריים.

3. חקר נתונים

- מודולה מתקדמת

בנושא חקר נתונים ישנה רק מודולה מתקדמת.

4. נושאי העשרה

ישנן מספר הצעות למודולת העשרה. הבחירה בידי מרכז ההכשרה.

מבנה המודולות

המודולות בתחום מתמטי מסוים באות בזו אחר זו.

1. בתחילת כל תחום ישנו דף פתיחה בו מפורט מספר המודולות בתחום ותת החלוקה לקטגוריות המתאימות (בסיס, מתקדם, צוותים בית-ספריים, העשרה), רציונל המודולות בתחום, והמטרות.
2. בעמוד השני מופיעה טבלה בה ניתן מבט כללי על המודולות בתחום. מטבע הדברים הנקודות מוצגות בעמוד זה בתמציתיות. פירוט ניתן בעמודים העוקבים.
3. בעמודים הבאים מפורטים תוכני כל מודולה בתחום. הפירוט מוצג בשלוש עמודות. בעמודה הראשונה הנושאים בתחום, בעמודה השנייה התכנים, ובעמודה השלישית הערות בדיקטיקה, המלצות כלליות, ודוגמאות.
- בעמודת הנושאים מצוין בסוגריים מספר השעות המוצע לכל נושא (לדוגמה, משולשים (4)). כמובן שזו המלצה בלבד וכל מרצה או מרכז יחליטו על-פי השיקולים המקצועיים שלהם מהו מספר השעות המתאים וסדר ההוראה כל עוד סך כל השעות איננו חורג מ-28, והנושאים השונים טופלו. בעמודת התכנים ניתן פירוט מסוים של הנושאים.
- בעמודה השלישית יש פירוט הכולל הערות כלליות המסבירות את עמודת התכנים והערות דידקטיות ברמת הוראה בבית-הספר (כגון מאמרים לקריאה).
4. למרות המבנה החיצוני האחיד של המודולות ישנו הבדל בארגון העמודות בין המודולות הנובע מהתחום המתמטי. לדוגמה, במודולת הגיאומטריה הטבלה מאורגנת בארגון אורכי ורוחבי כך שהפירוט בעמודה 3 למשל, מופיע מול ההיגד בעמודה 2. במודולות אחרות, לדוגמה, מספרים שלמים, הטבלה מאורגנת רק בעמודות ללא ארגון רוחבי, בעיקר בגלל האופי הספיראלי של הנושא. לכן, למעשה כדאי לקרוא את הטבלה "בעמודות".
5. בכל מודולה הוקצו שיעורים למבחן. במודולות הבסיס המבחן בסיום לימוד המודולה הוא מבחן חיצוני במודולות האחרות המבחן פנימי.
6. הסילבוס משאיר לכל מרכז הכשרה מרחב מספיק להוראה על-פי עקרונות המרכז ותפיסתו את תהליך ההכשרה. המל"מ מצדו נענה לבקשה להכין חומרים למרכזי ההכשרה בנושאים השונים בהם הם יכולים להיעזר על-פי שיקול דעתם.

7. כל סילבוס כולל רשימת מקורות מומלצת. ברשימה ארבע קטגוריות:

– ספרים,

– פעילויות,

– מאמרים בעברית ובאנגלית,

– אתרים.

הקטגוריות אינן בהכרח מוציאות זו את זו, כמו כן ייתכן כי במודולות השונות החלוקה שונה במקצת בגלל התחום המתמטי. ליד חלק מהמקורות מופיעה הערה בה מובלט ההיבט המרכזי של המקור מנקודת המבט של הרלוונטיות לסילבוס.

8. בסילבוסים אין התייחסות מפורשת למקום בו יש לשלב כלים טכנולוגיים. ההנחה היא שמרכז ההכשרה יחשוף את המורים המתמקצעים במידת האפשר לסביבה עתירת טכנולוגיה.

מודל הערכה של המורים המתמקצעים

הערכת המורים המתמקצעים תתבצע על-ידי שני סוגים של כלי הערכה:

כלי הערכה חיצוניים,

כלי הערכה של מרכז ההכשרה.

1. כלי הערכה חיצוניים

א. מבחן פטור ממודולות בסיס – יחובר על-ידי גורם מרכזי חיצוני ויהיה משותף לכל המרכזים. ייבדק על-ידי מרכז ההכשרה.

ב. מבחן בתום מודולות בסיס – יחובר על-ידי גורם מרכזי חיצוני ויהיה משותף לכל המרכזים. ייבדק על-ידי מרכז ההכשרה.

ג. מבחן סיום – יחובר על-ידי גורם מרכזי חיצוני ויהיה משותף לכל המרכזים. המבחן יועבר, וייבדק על-ידי גורם מרכזי חיצוני משותף.

2. כלי הערכה של מרכז ההכשרה

א. מבחנים או עבודות שתינתנה בסיום כל מודולה שאינה מודולת בסיס.

ב. הערכה שוטפת של מרכז ההכשרה.

מבחן פטור ממודולות בסיס

מטרת מבחן הפטור ממודולות בסיס היא לאפשר למרכזי ההכשרה לקבוע מי מהמורים המשתלמים יהיה פטור ממודולות הבסיס – מודולה אחת או משתיהן. המבחן יחובר על-ידי גורם חיצוני ויהיה משותף לכלל מרכזי ההכשרה. המבחן יערך בתחילת חודש ספטמבר בתאריך משותף לכל המרכזים. הוא ייבדק במרכז ההכשרה ועל-פי תוצאותיו ייקבע מי מהמורים יהיה פטור ממודולת בסיס אחת או משתיהן. מבחן הפטור ממודולות בסיס יהיה מורכב משני חלקים בלתי תלויים, חלק אחד יבדוק ידע בסיסי בשברים, והחלק השני יבדוק ידע בסיסי בגיאומטריה. לכל חלק יינתן ציון נפרד.

כדי להיות פטור ממודולת בסיס על המורה לעבור בציון 85% את מבחן הפטור ממודולות בסיס בחלק הבודק את נושא מודולת הבסיס. כל מרכז הכשרה יקבל מחוון מדויק לגבי בדיקת מבחן הפטור ממודולות בסיס והקריטריון לפטור.

למבחן הפטור ממודולות בסיס יהיה מועד ב כמה ימים אחרי מועד א. למועד ב יורשו לגשת רק מורים שמסיבות מוצדקות לא יכלו לגשת למועד א. תוצאות הפטור ממודולות בסיס של שני המועדים יפורסמו במשותף לאחר מועד ב.

מורה שלא ניגש למבחן הפטור ממודולות בסיס יהיה חייב ללמוד את מודולות הבסיס.

מבחנים בסיום מודולות בסיס

בתום מודולת בסיס ייערך מבחן ידע חיצוני. ציון המעבר הוא 85%. מורה שלא עמד בציון המעבר יוכל לגשת למועד ב. במידה ויתקיים מבחן חיצוני במודולות בסיס בתום סמסטר ב ישמש מבחן זה כמועד ב והמורה יוכל להשתתף במבחן זה, במידה ולא יתקיים מועד ב ייגש המורה למבחן בספטמבר של השנה העוקבת, ביחד עם מורים המשתתפים במבחן הפטור ממודולות בסיס. ציון המעבר הוא 85%. מורה לא יוכל ללמוד מודולה מתקדמת בנושא מסוים (גיאומטריה או שברים) אם לא עמד בדרישות המעבר של מודולת הבסיס בנושא זה. מורה שלא עמד בדרישות המעבר גם במועד ב עניינו יובא לדיון לוועדה מיוחדת שליד וועדת ההיגוי של ההתמקצעות ויישקל המשך לימודיו.

מבחנים בסיום מודולות מתקדמות, העשרה, וצוותים בית-ספריים

בתום כל מודולה תתקיים הערכה של הישגי המורה המשתלם. ההמלצה היא לקיים מבחן (ולא עבודת סיום) במודולות המתקדמות ובמודולת העשרה. אין להרבות בעבודות סיום ככלי הערכה לסיכום מודולה. ציון מעבר במודולות מתקדמות, ומודולות העשרה הוא 60%. לכל מודולה יתקיים, במידת הצורך, גם מועד ב. במודולות לצוותים הבית-ספריים דרך ההערכה המומלצת היא פרויקט בית-ספרי. ציון המעבר בפרוייקט הבית-ספרי הוא 75%.

מבחן הסיום

מבחן הסיום ייערך בתום השנה השנייה, בשבוע השני לחודש יוני בתאריך משותף לכל מרכזי ההכשרה. המבחן יחובר על-ידי גורם חיצוני ויהיה משותף לכל מרכזי ההכשרה. המבחן ייבדק על-ידי גורם חיצוני שהוכשר לכך. השאלות הבודקות ידע דיסקטי תהיינה משולבות בשאלות הבודקות ידע מתמטי. ציון מינימום למעבר הוא הציון 75%. מורה שלא עבר את מבחן הסיום בציון של לפחות 75% לא יקבל אישור על סיום ההתמקצעות. יתקיים גם מועד ב למבחן הסיום.

ציון סיום ההתמקצעות של המורה המתמקצע

ציון סיום ההתמקצעות יורכב משקלול שני ציונים באופן הבא:

1. 70% מהציון יהיה הציון במבחן הסיום (בתנאי שהציון שקיבל המורה במבחן הסיום הוא לפחות 75%).
2. 30% מהציון יהיה הציון הפנימי של מרכז ההכשרה (בתנאי שהמורה עמד בדרישות המעבר של כל מודולה כמפורט לעיל).

פירוט המודולות

המספרים השלמים

מודולה מתקדמת

רציונל

העיסוק המרכזי בהוראת מתמטיקה בבית הספר היסודי הוא עולם המספרים. בעולם המספרים כוונתנו למספרים, פעולות החשבון בין מספרים, והיחסים ביניהם.

הנחת היסוד שלנו היא שהמורים המתמקצעים מכירים את שמות המספרים, הסדר ביניהם והייצוג שלהם בספרות ערביות. כמו כן, אנו מניחים שהם מכירים את המבנה העשורי וערך המקום.

בקורס זה המורים יעמיקו את ידיעותיהם במספרים השלמים, הפעולות והיחסים שביניהם, ככלילו רעיונות מתמטיים (בעזרת אלגברה), ויכירו דרכי עבודה עם תלמידים, קשיים שקיימים ברעיונות מסוימים, והיבטים מחקרניים מהספרות המקצועית.

מטרות

1. העמקה מתמטית בנושאים, מושגים, ומיומנויות הקשורות למספרים השלמים ;
2. הרחבות של רעיונות ותכונות המאפשרות פעילויות חקר והכללות אלגבריות ;
3. העמקה דידיקטית של הנושאים השונים, תוך התמקדות בדרכי הוראה דיפרנציאליות, תגבור לתלמידים מתקשים, העשרה לתלמידים מתקדמים ;
4. היכרות עם הספרות המקצועית העוסקת בהיבטים פסיכו-דידיקטיים של הרעיונות המתמטיים ;
5. התנסות בהפעלה בכיתה של רעיונות שטופלו במודולה, וניתוח סיטואציות שהמורים התנסו בהן¹.

¹ פעילות זו תתקיים במסגרת מודולה לצוותים בית-ספריים "מספרים ופעולות". גם במסגרת המודולה הנ"ל יכולות להתקיים פעילויות הקשורות להפעלה בכיתה.

מספרים שלמים - מבט כללי

| |
|--|
| מודולה מתקדמת – 28 שעות |
| 1. ספירה ומנייה (2 ש') |
| 2. שיטת הפוזיציה המבנה העשורי ואלגוריתמים (10 ש') ערך מקום, ייצוג ע"י חזקות של 10, היכרות עם מודלים שונים, הקשר שבין המבנה העשורי לבין אלגוריתמים חישוביים, ארבע פעולות חשבון, אלגוריתמים אלטרנטיביים ואלגוריתמים מקובלים: היכרות והצדקה, סדר פעולות, חוקי פעולות, אומדן. |
| 3. תכונות המספרים (4 ש') מספרים ראשוניים, מספרים פריקים, סימני התחלקות, הקשר שבין המבנה העשורי ל"סימני ההתחלקות", חזקות, גורמים ומחלקים של מספר. |
| 4. מספרים שליליים (2 ש') הרחבת תחום המספרים, היכרות אינטואיטיבית, הגדרת הפעולות תוך שמירה על העקביות. |
| 5. סיטואציות בעיה (8 ש') קישור בין פעולות בין מספרים לבין משמעויות וסיטואציות שונות, התמקדות בהיבטים הלשוניים של ניסוח בעיות, עיבוד סיטואציות מעוגנות הקשר(בעיות מילוליות) למודלים מתמטיים. בעיות המעודדות חקר, מיצוי אפשרויות, הכללות ומגוון של אסטרטגיות פתרון. |
| 6. הרחבות (היקף העיסוק בנושא זה יהיה בהתאם ליכולת הקבוצה הלומדת והתמחות מורי המורים) היבטים מתמטיים (אקסיומות פיאנו, חבורה, שדה), היבטים פילוסופיים או היסטוריים הקשורים להתפתחות המושגים שנדונו במודולה. |
| 7. מבחן (2 ש') |

מספרים שלמים - מודולה מתקדמת

| נושא | תכנים | דידקטיקה, המלצות ודוגמאות ¹ |
|---|--|--|
| 1. ספירה ומנייה (2 ש') | | תפיסות בהתפתחות יכולת ספירה ומנייה של ילדים (Gelman, 1978) (Wynn, 1990, 1992) |
| 2. שיטת הפוזיציה, המבנה העשורי ואלגוריתמים (10 ש') | <ul style="list-style-type: none"> - ערך מקום, ייצוג ע"י חזקות של 10: הבחנה בין שיטת הפוזיציה לבין המבנה העשורי. - לבחירה – עיסוק ודיון בבסיס שונה מ-10 כאמצעי להבנת המבנה העשורי. - ייצוג מספר טבעי על-ידי חזקות של 10. - היכרות עם מודלים שונים כגון: ציר המספרים, כמויות בתפזורת, כמויות מאורגנות (במקבצים של 10), תבניות ליי, וכו'. - ארבע פעולות החשבון במספרים שלמים לא שליליים (חיבור, חיסור, כפל וחילוק). - אלגוריתמים חישוביים והקשר בין האלגוריתמים לבין המבנה העשורי. | <p>בהבחנה בין שיטת הפוזיציה לבין המבנה העשורי מומלץ לנתח דוגמאות בסיסיות לשיטות המקיימות את השניים; מקיימות רק אחד מהשניים; לא מקיימות אף אחד מהשניים.</p> <p>הדיון בשיטות השונות לכתובת מספרים יהיה לאור מספר קריטריונים: מספר הסימנים, נוחיות החישובים, נוחיות בקריאה, ערך מקום, ובסיס.</p> <p>מומלץ להתייחס לקשיים שיש לתלמידים בתפיסת המבנה העשורי, וערך המקום (Gelman, 1978; Fuson, 1990; Carpenter, 1982)</p> <p>דיון בהיבטים דידיקטיים ובתכונות המספרים המודגשות בכל מודל. מה המגבלות והיתרונות של כל מודל.</p> <p>בהרחבה למספרים רציונליים (שברים עשרוניים) תהיה הסתכלות נוספת על המודלים והייצוגים שנתחו במסגרת זו.</p> <p>דוגמאות: על צג מחשבון כתוב 7895 בצעו פעולה אחת כך שספרת המאות תשתנה ל-9. הציעו אפשרויות שונות.</p> <p>פעילויות ה"מחשבון המקולקל": הקישו את המספר 898 במינימום הקשות כאשר במחשבון פעילים רק המקשים 0, 1, +, -, .</p> <p>לדעת לבצע ולהצדיק את האלגוריתמים הסטנדרטיים בארבע פעולות החשבון.</p> <p>לדעת לנתח ולהצדיק אלגוריתמים אלטרנטיביים.</p> <p>לדעת לנמק כל שלב במהלך פתרון על-ידי שימוש בחוקים המצדיקים אותו.</p> |

¹ על מורה-המורים המלמד מודולה זו לבחור 3-4 מאמרים מתוך אוסף המאמרים המופיע באתר של "מרכז המורים הארצי למתמטיקה בחינוך היסודי והקדם יסודי" <http://mathcenter-k6.haifa.ac.il/index.htm> במדור "מאמרים וכתבי עת" בסעיפים: "מספרים ופעולות", "עקרונות וגישות בחינוך מתמטי" ו"בעיות מילוליות". מאמרים אלו יינתנו ללומדים כקריאת חובה של ספרות מחקרית. בעמוד האחרון בתיאור מודולה זו מופיעה רשימה ביבליוגרפית (באנגלית) המיועדת למורי המורים, והפניה למספר אתרי אינטרנט הכוללים מבחר פעילויות וסימולציות מעניינות שיכולות להעמיק ולגוון את הוראת המודולה.

| דידקטיקה, המלצות ודוגמאות ¹ | תכנים | נושא |
|---|---|------|
| <p>לדעת להראות שהשלבים "שומרי שקילות". לדעת את המשמעות של כל צורת ייצוג. לדוגמה, בחילוק: לדעת מה משמעות השארית, לדעת להציג את המחולק על-ידי המנה, המחלק, והשארית (בדוגמה):</p> $2085:13 = 160(5)$ <p>המחולק שווה ל- $160 \cdot 13 + 5$ היכרות של שגיאות אופייניות: אלגוריתמיות, כמו: 28 $\frac{+17}{315}$ או מבניות, כמו: כפל תמיד מגדיל וחילוק תמיד מקטין (תוך התעלמות מתחום המספרים הנדון).</p> <p>בעיות אלגבריות המבוססות על הצגת מספר על בסיס 10 כסכום חזקות של 10 כגון: $a \cdot 100 + b \cdot 10 + c$</p> <p>הגדרת חוקי הפעולה וסדר הפעולות לשימור חד ערכיות התשובה.</p> <p>ל"גילוי" חוקי סדר פעולות החשבון ניתן להשתמש בפעילות חקר בהשוואה בין התוצאות המתקבלות במחשבון מדעי ומחשבון "פשוט".</p> <p>הקשר שבין הפעולות השונות, פעולות הפוכות.</p> <p>פירוט החוקים (חילוף, קיבוץ, פילוג) השימוש בהם בפתרון תרגילים או בעיות. שימוש בחוקי פעולות ל"פתרון בע"פ".</p> <p>דוגמאות לחקר נכונות תהליך הפתרון והחישובים בעזרת חוקי פעולות, למשל, האם נכון ש:</p> $36 \cdot 25 = 36 \cdot 100 : 4$ $17 \cdot 21 = 17 \cdot 20 + 1$ <p>בדקו, ונמקו. חקר בלוחות פעולה. במסגרת זו ניתן לשלב חקר לוחות פעולה לגבי הפעולות המוכרות ופעולות "מומצאות".</p> <p>הקשר בין שימוש בחוקי פעולות ליישומים.</p> | <p>– הכללות ו"הוכחות" אלגבריות לכל הנושאים</p> <p>– סדר פעולות וחוקי פעולות</p> | |

| דידקטיקה, המלצות ודוגמאות ¹ | תכנים | נושא |
|---|--|--|
| <p>בסיטואציות בעיה מומלץ מאמר של Schlieman (1988) על הקשר בין ידיעת חוק החילוף לבעיות מחיי היום-יום.</p> <p>אומדנים רצוי לשלב בתוך הוראת כל הנושאים שלעיל. האומדנים משמשים כצפי לתשובה (לפני הפתרון), כאמצעי לשיפוט תשובות שהתקבלו – בקרה, ובהקשרים יום-יומיים.</p> <p>דוגמאות :</p> <p>Operation Sense $57 \cdot 30 = 1710$ נתון כי $57 \cdot 60 ; 59 \cdot 30$ כמה הם ?</p> <p>Number Sense $5892 : ? = 20$ נתון כי לכמה בערך שווה המחלק ?</p> <p>Structure Sense $278 : 10 : 5 = 278 : 2 = 139$: חמוטל פתרה : $278 \cdot 10 : 5 = 278 \cdot 2 = 556$: שירלי פתרה : הסבירו.</p> | <p>– אומדנים</p> <p>רצוי לשלב בהוראת כל הנושאים הקודמים</p> <p>Operation Sense Number Sense Structure Sense</p> | |
| <p>היכרות והגדרה של המושגים השונים : מספר ראשוני, מספר פריק, גורם, מכפלה, מחלק, הסבר הבחירה להגדיר את 1 כלא ראשוני וכלא פריק.</p> <p>סימני ההתחלקות ינומקו על סמך כפל, חיבור, והמבנה העשורי. לנושא חשיבות במידה ומקשרים אותו לצורת הכתיבה של המספרים בשיטה העשורית. להרחיב להוכחות של טענות אריתמטיות פשוטות בתורת המספרים, כגון : מכפלה של שלושה מספרים עוקבים מתחלקת ב-6, וכדומה.</p> <p>היכרות עם קשיים של תלמידים במושגים הקשורים לראשוניות פריקות וסימני התחלקות (Zazkis, 1998) ניתן להשתמש בדוגמאות אלו לדיון במשמעות ההוכחה של טענות אריתמטיות. כדאי להרחיב להצגה אלגברית.</p> <p>החזקה כפעולה בינארית לא חילופית, 0,1 במעריך.</p> <p>לחזקה יש זוג פעולות הפוכות : שורש למציאת הבסיס ולוגריתם למציאת המעריך.</p> | <p>– מספרים ראשוניים</p> <p>– מספרים פריקים</p> <p>– גורמים (מחלקים של מספר)</p> <p>– כפולות</p> <p>– סימני התחלקות (לקשר להוכחות על סמך המבנה העשורי).</p> <p>– חזקות</p> | <p>3. תכונות המספרים (4 ש')</p> |

| דידקטיקה, המלצות ודוגמאות ¹ | תכנים | נושא |
|--|---|---------------------------------|
| <p>היכרות אינטואיטיבית עם המספרים השליליים ושימושים בחיי יומיום, כגון: טמפרטורה, גובה מעל פני הים, ועוד.</p> <p>הצגת המספרים השליליים על ציר המספרים תוך הצגת יחס הסדר. הפעולות תוך שמירה על העקביות בתכונות הפעולות.</p> | <p>– הרחבת תחום המספרים</p> <p>– היכרות אינטואיטיבית</p> <p>– הפעולות בין המספרים</p> | <p>4. מספרים שליליים (2 ש')</p> |
| <p>רצוי לשלב נושא זה גם בהוראת נושאים קודמים וגם לעסוק בו באופן ממוקד.</p> <p>למורי המורים מומלצים מאמרים פסיכו-דידקטיים העוסקים בנושאים: השפעתם של ידע מתמטי, ידע עולם, והתפתחות קוגניטיבית על דרוג הקושי של "בעיות חיבוריות":</p> <p>Nesher, Greeno, Riely (1982) בעיות הקשורות למבנים כפליים שונים:</p> <p>Vergnaud (1988) הקשיים הקיימים כתוצאה מהידע הקודם של התלמידים:</p> <p>Fischbein et al (1985) בעיות מילוליות שבמהלך פתרון יש להביא בחשבון אילוצי מציאות:</p> <p>Reusser & Stebler (1997) והיכרות עם היבטים כלליים של פתרון בעיות:</p> <p>Lester (1994)</p> <p>דוגמאות לבעיות המזמנות מבחר אסטרטגיות:</p> <p>דוגמה לבעיה המזמנת חקר תכונות: איך אפשר לחלק 100 אגוזים ל-5 ילדים כך שכל אחד יקבל מספר אי-זוגי של אגוזים?</p> <p>דוגמה לבעיה המזמנת מיצוי אפשרויות: נתון מספר 4 ספרתי: <u> </u>14<u> </u> בכמה דרכים שונות אפשר להשליים את ספרותיו כך שהמספר יתחלק ב-3?</p> <p>דוגמה לבעיה המקשרת בין תחומים שונים במתמטיקה: נתון מלבן, הציעו דרכים שונות לחלוקת המלבן לארבעה חלקים שווי שטח, בדקו בכל חלוקה שהצעתם האם גם ההיקף של כל אחד מהחלקים שווה.</p> <p>דוגמה לבעיה שיש להתייחס בה גם לאילוצי מציאות: הפרק התחיל בעמוד 24 והסתיים בעמוד 49. כמה עמודים יש בפרק?</p> | <p>בעיות יכולות להיות מוצגות במגוון דרכים: טקסט, תמונה, מספרים, גרפים.</p> <p>הבעיות נבדלות זו מזו ברמות מורכבות שונות, המורכבות נובעת מהיבטים מתמטיים, מהיבטים לשוניים, ומהיבטים הקשורים לניתוח והבנת הסיטואציות המתוארות.</p> <p>חלק מהבעיות קשורות לפעולות החשבון ולמשמעויות שונות, לדוגמה: כפל לבעיות של חיבור חוזר, לבעיות השוואה כיפולית, לבעיות של מכפלה קרטזית (חישובי שטח, נפח, קומבינטוריקה). יש חשיבות להתנסות בפתרון מאגר מגוון של בעיות מילוליות (חד-שלביות, דו-שלביות, רב-שלביות) תוך ניתוח הקשיים ורמת המורכבות של הבעיות השונות והקשיים הקיימים אצל ילדים.</p> <p>כמו כן, יש חשיבות בהתנסות במגוון של בעיות המזמנות מגוון אסטרטגיות כמו: מיצוי אפשרויות, חשיבה לאחור, הכללה, בעיות שבהן יש לקחת בחשבון "אילוצי חיים", ובעיות המזמנות קשר בין תחומים שונים במתמטיקה.</p> | <p>5. סיטואציות בעיה (8 ש')</p> |

| נושא | תכנים | דידקטיקה, המלצות ודוגמאות ¹ |
|--|--|--|
| 6. הרחבות (במידה ונותר זמן ובהתאמה לאינטראקציה שבין הקבוצה ומורי-המורים) | <ul style="list-style-type: none"> - היבטים מתמטיים : אקסיומות פיאנו, חבורה, שדה - היבטים פילוסופיים - היבטים היסטוריים | <p>אכסיומות פיאנו (תוך הבלטת העובדה שקיימות מערכות איזומורפיות). חבורה, שדה - היבט מתמטי שנותן מסגרת קונספטואלית לעיסוק בחוקים : חילוף, קיבוץ, פילוג, במושגים : איבר הופכי, איבר יחידה, סגירות, פעולות הפוכות. (באופן מיוחד טיפול ב- 0 וב- 1) במסגרת זו ניתן להציג את הרחבת עולם המספרים בקשר לצורך "חוץ מתמטי" וצורך "תוך מתמטי".</p> <p>את ההיבטים הפילוסופיים ו/או ההיבטים ההיסטוריים יבחרו מורי המורים על-פי תחומי התמחותם.</p> |

הערה כללית:

- מהלך ההוראה במודולה זו כולל ארבעה היבטים מרכזיים :
- א. מערכת המספרים, היחסים ביניהם והמבנה העשורי ;
 - ב. אלגוריתמים של פעולות החשבון ותכונותיהם ;
 - ג. חוקי פעולות (סדר, חילוף, קיבוץ, פילוג) ;
 - ד. סיטואציות בעיה (מהמציאות ומהמתמטיקה).
- מומלץ שארבעת ההיבטים יילמדו באופן משולב ותומך זה בזה.
הצגנו לעיל את התחומים השונים בנפרד על מנת להדגיש ולפרט את כל אחד מהתחומים.

רשימת מקורות מומלצת לקריאה למורים המשתלמים:

3 – 4 מאמרים מתוך המבחר הקיים באתר:

<http://mathcenter-k6.haifa.ac.il/index.htm>

במדור "מאמרים וכתבי עת",

בסעיפים: "מספרים ופעולות", "עקרונות וגישות בחינוך מתמטי" ו"בעיות מילוליות".
בחירת המאמרים תיעשה בידי מורה המורים מראש, על-פי ההדגשים שיבחר לתת במהלך הוראת המודול.

רשימת מקורות מומלצת למורי המורים:

Carpenter, T. P., Moser, M. J., & Romberg, T. (1982). *Addition and subtraction: a cognitive approach*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.

(חיבור וחיסור ובעיות מילוליות)

Fischbein, E., Deri, M., Nelo, M.S., & Marino, M.S. (1985). The role of implicit models in solving verbal problems in multiplication and division. *Journal for Research in Mathematics Education*, 16 (1), 3-17.

(פתרון בעיות כפל – אינטואיציות וקשיים)

Fuson, K.C. (1990). Conceptual structures for multiunit numbers: Implications for learning and teaching multidigit addition, subtraction and place value. *Cognition and Instruction Journal*.

(מספרים רב-ספרתיים וערך מקום)

Gelman, G. (1978). Counting in the preschooler: what does and does not develop. In R.S. Siegler (Ed.), *Children thinking: what develops*. NY: Lawrence Erlbaum.

(ראשית הספירה והמנייה)

Lester, F.K. Jr. (1994). Musing about mathematical problem-solving research 1970 – 1994. *Journal for Research in Mathematics Education*, 25 (6), 660-675.

(מבט כללי על המחקר בבעיות מילוליות)

Nesher P., Greeno, J. G., & Riley, M.S. (1982). The developmental of semantic categories for addition and subtraction. *Educational Studies in Mathematics*, 13, 373–394.

(היבטים קוגניטיביים של פתרון בעיות מילוליות חיבוריות)

Reuser, K., & Stebler, R. (1997). Every word problem has a solution – The social rationality of mathematical modeling in schools. *Learning and Instruction*, 7 (4), 309–327.

(מתמטיקה ומציאות)

Schliemann, A.D., Araujo, C., Cassunde, M.A., Macedo, S., & Niceas, L. (1998). Use of multiplicative commutativity by school children and street sellers. *Journal for Research in Mathematics Education*, 29(4), 422-435.

Vergnaud, G. (1988). Multiplicative Structure. In J. Hiebert, & M. Behr (eds.), *Number Concepts and Operations in the Middle Grades*, (pp. 141-161). Lawrence Erlbaum.

(מבנים כיפליים)

Wynn, K. (1990). Children's understanding of counting. *Cognition*, 36, 155-193.

(ראשית הספירה והמנייה)

Wynn, K. (1992). Children's acquisition of the number words and the counting system. *Cognitive Psychology*, 24, 220-251.

(ראשית הספירה והמנייה)

Zazkis, R. (1998). Odds and ends of odds and evens: an inquiry into students' understanding of even and odd numbers. *Educational Studies in Mathematics* 36, 73-89.

(זוגיות ואי-זוגיות)

אתרי אינטרנט מומלצים:

<http://www.cut-the-knot.org/algebra.shtml>

<http://illuminations.nctm.org/swr/list.asp?ref>

<http://www.mathforum.com/students/elem>

<http://online.edfac.unimelb.edu.au/485129/wnproj/main.htm>

שברים פשוטים ומספרים עשרוניים

מודולת בסיס אחת ומודולה מתקדמת אחת

רציונל

במסגרת לימוד נושא השברים תינתנה שתי מודולות :
מודולת בסיס ומודולה מתקדמת. כל החומר יילמד בצורה ספירלית, תוך חזרה והדגשים נוספים על החומר שנלמד בעבר.
הלימוד ישולב בהכרת דרכי הוראה שונות, בהכרת טעויות וקשיים של תלמידים.

המטרות

1. הרחבת והעמקת הידע המתמטי של המורים בנושא שברים ;
2. העמקה דידקטית של הנושאים השונים תוך התמקדות בדרכי הוראה דיפרנציאליות, תגבור לתלמידים מתקשים, העשרה לתלמידים מתקדמים ;
3. הכרת תכנית הלימודים, ספרי לימוד, עזרים ואמצעי המחשה שונים להוראת נושא השברים ;
4. היכרות עם הספרות המקצועית העוסקת בהיבטים השונים של הנושא (הגדרות, מושגים, קשיים, תפיסות מוטעות, הסברים של תלמידים) ;
5. ניתוח סיטואציות בעיה מתחומים שונים וקישור ביניהן לבין המתמטיקה הפורמאלית.

שברים פשוטים ומספרים עשרוניים - מבט כללי

| מודולת בסיס – 28 שעות | מודולה מתקדמת – 28 שעות |
|---|--|
| <p>1. משמעות השבר הפשוט (8 ש')</p> <p>חלק של שלם, חלק של כמות (קבוצה), מנת חילוק, נקודה על ישר המספרים, אופרטור.</p> | <p>1. ארבע פעולות חשבון בשברים פשוטים (8 ש')</p> <p>משמעויות ותכונות, אלגוריתמים וחוקיות, מודלים להבהרת המשמעויות, אומדן ושימוש במחשבון בביצוע תרגילים, פתרון בעיות כולל בעיות מורכבות, גילוי חוקיות והצדקות.</p> |
| <p>2. שקילות, סדר וצפיפות (4 ש')</p> <p>שקילות שברים, השוואת שברים, צפיפות שברים.</p> | <p>2. ארבע פעולות חשבון במספרים עשרוניים (12 ש')</p> <p>משמעות ותכונות לארבע הפעולות, אלגוריתם וחוקיות, המחשות וייצוגים להבהרת המשמעויות, אומדן ושימוש במחשבון בביצוע תרגילים, פתרון בעיות כולל בעיות מורכבות, גילוי חוקיות והצדקות.</p> |
| <p>3. חיבור, חיסור וכפל שברים פשוטים (4 ש')</p> | <p>3. מעבר משבר פשוט למספר עשרוני (4 ש')</p> <p>עיגול מספרים עשרוניים אין סופיים עד מקום מבוקש, מעבר משבר פשוט לשבר עשרוני ומעשרוני לפשוט כולל השבר מחזורי.</p> |
| <p>4. מספרים עשרוניים (8 ש')</p> <p>משמעות המספר העשרוני כהמשך לשיטת הבסיס העשרוני (קריאה וכתובה), סידור המספרים העשרוניים, קשר בין שברים פשוטים לעשרוניים, כפל וחילוק בחזקות 10.</p> | <p>4. מספרים רציונאליים ואי-רציונאליים (4 ש')</p> |
| <p>5. חיבור וחסור מספרים עשרוניים (4 ש')</p> | <p>5. הערכה (2 ש')</p> |
| <p>6. הערכה (2 ש')</p> | |

שברים פשוטים ועשרוניים – מודולת בסיס
(היקף 28 שעות)

| דידקטיקה, המלצות ודוגמאות | תכנים | נושא |
|---|--|------------------------------------|
| <p>- זיהוי וסימון חלק של שלם רציף בייצוגים דו-ממדיים מוכרים (כגון: עיגול, מלבן, ריבוע);</p> <p>- זיהוי וסימון חלק של שלם רציף בייצוגים דו-ממדיים לא מוכרים (כגון: סימטרי ואסימטרי: מרובע, עיגול, מלבן, משולש, משושה...);</p> <p>- זיהוי השבר כחלק משלם כאשר השלם הוא צורה תלת-ממדית (כגון: קובייה);</p> <p>- השוואת שברים (השלמים זהים);</p> <p>- שבר גדול מ-1;</p> <p>- פתרון בעיות מילוליות מתאימות למשמעות הנ"ל.</p> <p>- זיהוי חלק מתוך קבוצה (לא בהכרח האלמנטים בקבוצה שווים בגודלם: למשל קבוצה של ממתקים);</p> <p>- פתרון בעיות מילוליות שהמשמעות שלהן היא מציאת חלק משלם, כולל בעיות דו-שלביות המשלבות את המשמעות הקודמת;</p> <p>- השוואת גודל של חלקים שונים מאותה כמות ומכמויות שונות;</p> <p>- שבר גדול מ-1 בכל ההקשרים הנ"ל.</p> <p>- הקניית המשמעות באמצעות בעיות מילוליות, כולל בעיות שניתנות לייצוג מוחשי ולא מוחשי;</p> <p>- כתיבת מנת חילוק של שני שלמים כשבר, כולל שברים גדולים מ-1;</p> <p>- כתיבת בעיות מתאימות למשמעויות השבר.</p> <p>- מיקום השברים על ישר המספרים;</p> <p>- מיקומו של שבר בין שני מספרים שלמים: שבר קטן מ-1, גדול מ-1, או שווה ל-1.</p> | <p>השבר כחלק של שלם</p> <p>חלק של כמות (קבוצה)</p> <p>מנה של שני שלמים</p> <p>נקודה על ישר המספרים</p> | <p>1. משמעות השבר הפשוט (8 ש')</p> |
| <p>דוגמה: שליש של 2, המספר קשור לפעולה: $\frac{1}{3}$ של ...</p> | <p>השבר כאופרטור</p> | |

| דידקטיקה, המלצות ודוגמאות | תכנים | נושא |
|---|--|---|
| <p>בכל אחת מהמשמעויות הנ"ל יש לטפל ב: השוואת שברים, שברים גדולים מ-1, פתרון בעיות מילוליות מתאימות למשמעויות הנ"ל, השימוש בייצוגים שונים להמחשת המשמעויות.</p> | | |
| <ul style="list-style-type: none"> - סידור שברים לפי גודל; - השוואת שברים כולל שיטות לא שגרתיות (אין להסתפק בצמצום והרחבה); - השלמת שוויון בין שברים ע"י צמצום והרחבה; - מציאת שברים שונים בין שני שברים נתונים (בין שני שברים יש אין סוף שברים); - מציאת מרחק בין נקודות על ישר המספרים; - צפיפות מספרים רציונאליים. | <p>שקילות שברים השוואת שברים</p> <p>צפיפות שברים</p> | <p>2. שקילות, סדר וצפיפות (4 ש')</p> |
| <ul style="list-style-type: none"> - חישובים בסיסיים; - הבנת האלגוריתם של הפעולה; - השימוש במודלים להמחשת משמעות הפעולות; - קשר הפעולות עם סיטואציות בעיה. | <p>חיבור וחיסור שברים כפל שבר בשלם</p> | <p>3. חיבור, חיסור, וכפל שברים פשוטים (4 ש')</p> |
| <ul style="list-style-type: none"> - ידע מוקדם של המספרים הטבעיים בבסיס 10: פעולות החיבור והחיסור והקשר בין האלגוריתמים למבנה העשרוני כגון: בניית מספרים עשרוניים. דוגמה: בעזרת הספרות 5,4,0,8 ונקודה עשרונית, עליכם לבצע את המשימות הבאות: - בנו את המספר הגדול ביותר, הקטן ביותר, הקרוב ביותר ל-1, הקרוב ביותר ל-1/2. - בנו מספר שכאשר נכפול אותו ב-100 נקבל מספר הקרוב ביותר ל-50. - בנו שני מספרים שונים אשר סכומם יהיה קרוב ככל האפשר ל-60. - רשמו מספר בעל שלוש ספרות כאשר הספרה 5 עומדת במקום של העשיריות. - קריאת מספרים עשרוניים; - השלמת סדרות חשבוניות. - מיקום של מספרים עשרוניים סופיים על ישר המספרים; - סידור שברים עשרוניים לפי גודל; - השוואת מספרים עשרוניים; | <p>משמעות השבר העשרוני כהרחבה של שיטת בסיס 10</p> <p>סידור מספרים עשרוניים על ישר המספרים</p> | <p>4. מספרים עשרוניים (8 ש')</p> |

| דידקטיקה, המלצות ודוגמאות | תכנים | נושא |
|---|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> - בין שני שברים עשרוניים נתונים יש אין סוף שברים עשרוניים שונים ; - מציאת שבר מתאים לנקודה מסומנת על ישר המספרים ; - סימון מספרים עשרוניים על ישר נתון או סימון ערכי נקודות על ציר נתון. - המעבר בין שבר פשוט לשבר עשרוני ; - המעבר בין שבר עשרוני לבין שבר פשוט. - הגדלת והקטנת מספרים עשרוניים בחזקות 10, המלצה : כדאי לקשר עם נושא הרחבת וצמצום שברים עשרוניים ; - אומדנים של מספרים ופעולות ביניהם. | <p>קשר בין שברים פשוטים לעשרוניים</p> <p>הגדלה והקטנה בחזקות 10</p> | |
| | | <p>5. חיבור וחסור מספרים עשרוניים (2 ש')</p> |
| מבחן | | <p>6. הערכה (2 ש')</p> |

שברים פשוטים ועשרוניים – מודולה מתקדמת
(היקף 28 שעות)

| דידקטיקה, המלצות ודוגמאות | תכנים | נושא |
|---|---|---|
| <p>– משמעויות ותכונות של חיבור וחסור ;</p> <p>– אלגוריתמים וחוקיות (חילוף, קיבוץ): חיבור וחסור שברים בעלי מכנים זהים, מכנים שונים, מספרים מעורבים ושלמים כולל המרה ופריטה בחיבור וחסור שברים. רצוי לקשר עם המרה ופריטה בשלמים.</p> <p>– המחשות וייצוגים להבהרת המשמעויות ;</p> <p>– אומדן ושימוש במחשבון בביצוע תרגילים ;</p> <p>– פתרון בעיות כולל בעיות מורכבות ;</p> <p>– גילוי חוקיות והצדקות ;</p> <p>– מומלץ להשתמש באומדן להעריך ולבדוק תוצאות תרגיל של שני מספרים,</p> <p>דוגמה : בין אילו שני מספרים שלמים הנמצאים בין 6- 4 נמצא הסכום</p> $\text{של } 1\frac{1}{3} + 3\frac{3}{4} \text{ הצדק.}$ <p>– בהיבט הדידקטי : יש צורך בזיהוי וניתוח של : שגיאות של תלמידים בחיבור וחסור שברים ; השערות לקיומן ; אסטרטגיות פתרון אלטרנטיביות.</p> <p align="center">מאמר מומלץ :</p> <p>קורן, (2002). מודל העוגה המלבנית לשברים פשוטים, או : איך לחשב עם שברים ולהרגיש בלי.</p> | <p align="center">חיבור וחסור שברים</p> | <p align="center">1א. חיבור וחסור של שברים כולל מספרים מעורבים ושלמים (4 ש')</p> |
| <p>– משמעויות ותכונות של כפל וחילוק, למשל : קישור בין סוגי הגורמים למשמעויות השונות של כפל למשל : חיבור חוזר, שטח, חלוקה ;</p> <p>– אלגוריתמים וחוקיות (חילוף, פילוג, קיבוץ): פתרון תרגילי כפל של יותר משני גורמים, כולל צמצום בדרך. השימוש בצמצום והרחבה לצורך פתרון נוח והנמקות ;</p> <p>– ייצוגים והמחשות להבהרת המשמעויות ;</p> <p>– אומדן ושימוש במחשבון בביצוע תרגילים ;</p> | <p align="center">כפל שבר בשלם כפל שברים פשוטים כפל מספרים מעורבים צמצום בפעילות הכפל</p> | <p align="center">1ב. כפל וחילוק שברים פשוטים (4 ש')</p> |

| דידקטיקה, המלצות ודוגמאות | תכנים | נושא |
|---|--|------|
| <p>– פתרון בעיות כולל בעיות מורכבות שיבטאו משמעויות שונות ;</p> <p>– גילוי חוקיות והצדקות ; המלצה : יש לתת סיטואציות בעיה שמדגימות את המשמעויות השונות של פעולת הכפל והחילוק, ולקשר עם חיי יום-יום.</p> <p>דוגמה : חברו סיטואציה לתרגיל $\frac{2}{3} \times \frac{1}{4}$ שהמשמעות של הפעולה תהיה חלוקה.</p> <p>– העברת כפל מספר מעורב במספר מעורב לתבנית של האלגוריתם של הכפל ;</p> <p>– חשיבות לביצוע פילוג בחישובים פשוטים בעל-פה ;</p> <p>– משמעות החילוק של שלם בשבר היא חילוק להכלה ;</p> <p>– לדעת שחילוק שלם בשבר יסודי שקול לכפל במכנה (של השבר היסודי) – חילוק להכלה ;</p> <p>– משמעויות פעולת החילוק כחלוקת השלם ;</p> <p>– חיסור חוזר הפעולה הפוכה של הכפל ;</p> <p>– לדעת להצדיק את אלגוריתם הכפל בשברים ;</p> <p>– לדעת שחילוק בשבר שקול לכפל בשבר ההופכי, ולהצדיק ;</p> <p>– בחילוק במספר קטן מ-1 התוצאה גדולה מהמספר המחולק ;</p> <p>– השוואת תוצאות לפי משמעות הפעולה ;</p> <p>– הפעלת שיקולים בהשוואת תוצאות של תרגיל כפל וחילוק במספרים קטנים או גדולים מ-1 ;</p> <p>דוגמה : החליטו מבלי לחשב מי גדול יותר? $6 : \frac{1}{4}$ או $6 : \frac{3}{4}$</p> <p>– זיהוי וניתוח שגיאות של תלמידים בכפל וחילוק שברים, והשערות לקיומן ;</p> <p>– זיהוי וניתוח אסטרטגיות פתרון אלטרנטיביות.</p> <p>מאמר מומלץ : (Warrington & Kamii, 1998).</p> | <p>חילוק של שלם בשבר יסודי, שלם בשבר כלשהו, שבר בשבר</p> | |

| דידקטיקה, המלצות ודוגמאות | תכנים | נושא |
|--|---|--|
| <p>– פתרון תרגילי חיבור וחסור במאוזן ובמאונך עם שני איברים או יותר מחוברים בחיבור ;</p> <p>– פתרון משוואות ;</p> <p>– אומדן ושימוש במחשבון בביצוע תרגילים ;</p> <p>– פתרון בעיות כולל בעיות מורכבות ;</p> <p>– גילוי חוקיות והצדקות ;</p> <p>– שימוש במחשבון בביצוע חיבור וחסור מספרים עשרוניים ;</p> <p>– אומדן תוצאות ;</p> <p>דוגמה :</p> <p>בין אילו שני מספרים בין 7 ל-6 נמצא הסכום של : $3.54 + 3.008$? הצדק.</p> <p>בין אילו שני מספרים בין 6.9 ל-6.7 נמצא הסכום של : $3.54 + 3.2781$?</p> <p>– אלגוריתם הכפל ;</p> <p>– קישור עם כפל שלמים, כולל השימוש באומדן ;</p> <p>– התייחסות לתוצאות של תרגילי כפל ;</p> <p>דוגמאות :</p> <p>סמן את הנקודה בגורמי המכפלה כך שהתוצאה תהיה</p> <p>נכונה $0.15 = 3 \times 5$. האם יש לך דרכים נוספות?</p> <p>סמן את הנקודה במכפלה כך שהתשובה תהיה נכונה</p> <p>$35 = 5 \times 0.7$.</p> <p>בלי לפתור סמן $< >$ או $=$ בין שתי המכפלות</p> <p>52.4×13.7 5.24×137</p> <p>שבץ את הספרות 1,7,5,8 כשני גורמים במכפלה כך שהמכפלה תהיה קרובה למספר 10.</p> <p>סמן את הנקודה העשרונית בתשובה בעזרת השימוש באומדן $218 = 5 \times 4.36$.</p> <p>מצא זוג גורמים כך שהמכפלה תהיה נכונה.</p> <p>$0.24 = \underline{\hspace{2cm}} \times \underline{\hspace{2cm}}$</p> <p>– הצדקת מיקום הנקודה העשרונית ;</p> <p>– חוקי הפעולות חילוף קיבוץ פילוג.</p> | <p>חיבור וחסור של מספרים עשרוניים</p> <p>אלגוריתם של כפל שברים עשרוניים</p> | <p>2א. חיבור וחסור של מספרים עשרוניים (4 ש')</p> <p>2ב. כפל מספרים עשרוניים (4 ש')</p> |

| דידקטיקה, המלצות ודוגמאות | תכנים | נושא |
|---|--|---|
| <p>– פתרון תרגילים שונים בחילוק ;</p> <p>– קישור בין פעולת החילוק בשלמים לבין הפעולה בשברים ;</p> <p>– הקשר בין המחלק למחולק (הגדלת או הקטנת אחד מהם או שניהם והשפעתה על התוצאה) ;</p> <p>– קשרים בין תכונות הפעולות כפל וחילוק, והשוואת יחסים ;</p> <p>דוגמה : לסמן = או \neq</p> <p>513: 30 51.3 : 3</p> <p>1204: 40 12.04: 4</p> <p>נתון :</p> <p>122.1 : 3.3 = 37</p> <p>חשב בעל-פה</p> <p>12.21 : 330 =</p> <p>– פתרון בעיות מורכבות ;</p> <p>– גילוי חוקיות והצדקות ;</p> <p>– קישורים לתחומים אחרים – קניות ;</p> <p>דוגמה : חשב במחשבון $\frac{2}{3}$ ועגל עד המקום השני.</p> <p>מיין את השברים הבאים לסופיים ואין סופיים.</p> <p>$\frac{3}{4}, \frac{7}{25}, \frac{8}{60}, \frac{2}{125}, \frac{1}{5}$</p> <p>– לדעת את חוקי הפעולות : בפרט חוק הפילוג ;</p> <p>– קשר הפעולה בין קבוצות המספרים השלמים הרציונאליים והאי-רציונאליים ;</p> <p>המלצה : ניתן להשתמש במחשבון בביצוע כפל, חילוק וכתובת מספרים עשרוניים ;</p> <p>מאמר מומלץ : (קליין, ואחרים, 1998)</p> | <p>חילוק מספרים עשרוניים, כולל מיקום הנקודה העשרונית</p> | <p>2.ג.חילוק מספרים עשרוניים (4 ש')</p> |
| <p>– כתיבת שברים עשרוניים כשברים פשוטים ;</p> <p>– עיגול מספרים עשרוניים אין סופיים עד מקום מבוקש.</p> <p>מאמר מומלץ :</p> <p>(Kidron & Vinner,1983)</p> | <p>המעבר משבר עשרוני לשבר פשוט בשני הכיוונים (כולל מחזורי)</p> | <p>3. מעבר משבר פשוט לשבר עשרוני (4 ש')</p> |

| דידקטיקה, המלצות ודוגמאות | תכנים | נושא |
|---|-------|--|
| <ul style="list-style-type: none"> - מצפיפות לרציפות שני הכיוונים ; - על ישר המספרים יש מקום לעוד מספרים שונים מרציונאליים, למקם מספרים כאלה על ישר המספרים ; - מיון מספרים אי-רציונאליים לקבוצות שונות ; - דיון במקרים מיוחדים של מספרים אי-רציונאליים כגון $\sqrt{2}$ וגם π ; - השוואת מספרים אי-רציונאליים עם מספרים רציונאליים ; - הייצוג העשרוני של המספרים הרציונאליים והאי-רציונאליים. <p style="text-align: center;">הערות דידקטיות :</p> <ul style="list-style-type: none"> - כדאי לשלב אמצעי המחשה וייצוגים אלטרנטיביים להיבטים השונים בנושאים הנ"ל. - יש צורך לנתח סיטואציות הוראה ולמידה. - להדגיש שימוש בשיקולים מתמטיים ובתבונה במקום הפעלת חישובים. | | <p>4. מערכות מספרים רציונאליים ואי-רציונאליים (4 ש')</p> |
| מבחן | | <p>5. מבחן הערכה (2 ש')</p> |

מקורות לשתי המודולות בנושא שברים

ספרים

- צמיר, פי, ברקאי, רי, תירוש, חי ותירוש, די (2003). *שברים מחקרים ופעילויות*. אוני-תל-אביב.
- צמיר, פי, ברקאי, רי, תירוש, חי ותירוש, די (2003). *מספרים עשרוניים: מחקרים ופעילויות*. אוני-תל-אביב.
- תירוש, די (1996). *מתמטיקה מחקר והוראה*. תל-אביב: מכון מופת.
- Lamon S.J.(1999). *Teaching Fractions and Ratios for Understanding*. NY: Lawrence Erlbaum.
- N.C.T.M Year Book (2003)*. Reston,VA:NCTM.
- Streefland,L.(1991). *Fractions in Realistic Mathematics Education*. Dordrecht: Kluwer.

מאמרים

- ארנון, א' ונירנבורגר, רי, (1998) סוגי אלגוריתמים בהוראת שברים. *מספר חזק*, 16, 11 – 16.
- לינצ'בסקי, ל', ותובל, חי (1992) תפקיד המודלים כאמצעי מסייע למתקשים בחשבון: ניתוח מושג השבר. *מגמות*, ל"ה, 96-109.
- קורן, מי (2002) מודל העוגה המלבנית לשברים פשוטים, או איך לחשב עם שברים ולהרגיש בלי. *מספר חזק* 2000, 4, 16-23.

- Reys,B.J., Kim, O.K., & Bay J.M. (1999). Establishing Fraction Benchmarks. *Mathematics Teaching in Middle School*, (May 1999).

פעילויות

- בשני הספרים הראשונים ברשימת המקורות מופיעות הצעות רבות לפעילויות בנושא השברים.

אתרים

- <http://mathcenter-k6.ac.il/index.htm> לחינוך יסודי
- האתר של מרכז המורים הארצי לחינוך יסודי באוניברסיטה חיפה. באתר יש מבחר גדול של מאמרים באנגלית ועברית והפניות לאתרים נוספים בנושא של שברים פשוטים ומספרים עשרוניים.
- <http://math.galim.org.il>
- האתר הוא סביבה מתוקשבת ללימוד שברים. במדריך למורים באתר יש התייחסות רחבה לנושאים מתודיים בהוראת שברים. יש ניצול רחב של Applets בתרגום לעברית בנושא שברים.
- <http://forum.swarthmore.edu/library/topics>
- האתר בשפה אנגלית עם הפניות למרבית האתרים העוסקים בהוראת המתמטיקה, כמו כן יש התייחסות לשאלות של תלמידים.

יחס ואחוזים מודולה מתקדמת

רציונל

יכולת החשיבה הפרופורציונית היא חיונית - הן בתחומי דעת עיוניים רבים, והן בתחומים שמחוץ להקשר הבית-ספרי. לכן, על המורים לפתח יכולת להתמודד עם מגוון תופעות המבוססות על שינוי לפי יחס קבוע - הן ברמה האינטואיטיבית הבלתי פורמאלית, והן ברמה הפורמאלית. חשוב שהוראת הנושא תיעשה תוך הבלטת הקשרים בין יחס, אחוזים ומספרים רציונליים.

מעבר לטיפול התוכני המתמטי, חשוב להדגיש את הנקודות הבאות:

- קשרים בין נושאי היחס והאחוזים ובין נושאים מתמטיים אחרים;
 - היבטים יישומיים של נושאי היחס והאחוזים;
 - היבטים דידיקטיים של למידה משמעותית של נושאי היחס והאחוזים.
- השימוש בגיליון אלקטרוני בתחום זה נוח ויעיל במיוחד. יכולת הגיליון להציג כמויות גדולות של זוגות מספרים היוצרים יחס קבוע וכן גרף מתאים, ממחישה ומעמיקה את ההבנה של תהליכי שינוי לפי יחס ישר או יחס הפוך.

בעקבות ממצאים מחקריים המצביעים על קשיים רבים בהפעלת חשיבה פרופורציונית גם בקרב אנשים בוגרים, נקדיש תשומת לב במסגרת המודולה הזאת להיבטים האינטואיטיביים-איכותיים, בנוסף להיבטים חישוביים ופורמאליים של הנושא.

מטרות

- העמקה בהיבטים אינטואיטיביים, גיאומטריים וחישוביים של נושאי היחס והאחוזים;
- פיתוח יכולת הזיהוי של מצבים המבוססים על יחס ישר ויחס הפוך;
- היכרות עם ייצוגים ציוריים, גיאומטריים, מספריים, גרפיים ואלגבריים של יחס ופרופורציה;
- היכרות עם הקשרים בין מושגי האחוז והיחס, ובין מושגים מתמטיים אחרים;
- התמודדות עם סיטואציות-בעיה מורכבות המבוססות על מושגי היחס והאחוז;
- העמקה דידיקטית של הנושאים השונים, תוך התמקדות בדרכי הוראה דיפרנציאליות, תגבור לתלמידים מתקשים ולתלמידים מתקדמים;
- היכרות ראשונית עם הספרות המקצועית העוסקת בהיבטים פסיכו-דידיקטיים של חשיבה פרופורציונית ושל תפיסת מושג האחוז;
- הכרת תכנית הלימודים וספרי לימוד בהקשר לנושא.

יחס ואחוזים - מבט כללי

| מודולה מתקדמת – 28 שעות |
|--|
| <p>1. מושגים בסיסיים בנושא היחס (6 ש')</p> <ul style="list-style-type: none">- היבטים איכותיים וייצוגים ראשוניים ;- היבטים חישוביים וכמותיים ;- חלוקת כמות נתונה לפי יחס נתון ;- יחס בין חלקים ויחס בין חלק לשלם ;- שאלות פשוטות בנושא היחס. |
| <p>2. מושגים בסיסיים בנושא האחוז (4 ש')</p> <ul style="list-style-type: none">- הכרות אינטואיטיבית וייצוגים ראשוניים ;- שימוש באחוזים להשוואת חלקים מתוך כמויות שונות ;- מציאת הכמות השלמה, האחוז, או תמורת האחוז על סמך שני הנתונים האחרים ;- שאלות פשוטות באחוזים, כולל הגדלה והקטנה של כמות באחוז נתון. |
| <p>3. חזרות והרחבות מושג היחס (10 ש')</p> <ul style="list-style-type: none">- סוגי יחס : יחס כגודל חדש – rate (למשל, מהירות, צפיפות), יחס בין גדלים מאותו סוג – ratio (למשל, קנה מידה) ;- ייצוגים שונים של מושג היחס ;- יחס ישר ויחס הפוך ;- קנה מידה של הקטנה והגדלה ;- שאלות מורכבות בנושא יחס. |
| <p>4. חזרות והרחבות מושג האחוז (6 ש')</p> <ul style="list-style-type: none">- קשרים בין מושג האחוז ובין מושג היחס ;- ייצוגים שונים של מושג האחוז ;- שינויים המבוססים על מציאה של "אחוז מאחוז" ;- שאלות מורכבות באחוזים. |
| <p>5. הערכה (2 ש')</p> <ul style="list-style-type: none">- מבחן |

יחס ואחוזים – מודולה מתקדמת

| דידקטיקה, המלצות ודוגמאות | תכנים | נושא |
|---|--|---|
| <p>- דוגמאות להיבטים איכותיים: הגדלה / הקטנה של תמונה, צורות דומות / לא דומות, "צורות הבונות את עצמן" (למשל, 4 משולשים חופפים בונים משולש דומה בעל יחס דמיון של 1:2 לעומת המשולש המקורי).</p> <p>- דוגמאות להיבטים כמותיים: זיהוי או מציאה של זוגות מספרים ביחס נתון.</p> <p>- מומלץ להשתמש בייצוגים שונים (טבלאות מספרים, שברים, צביעת שטחים, נקודות במערכת צירים) ובסיטואציות מגוונות (חלקים מן השלם, חלקים מכמויות, תערובות, הגדלת תמונות דומות).</p> <p>- רצוי להשתמש באביזרים, ביישומונים (applets) ובגיליון אלקטרוני.</p> <p>- במפגשים הראשונים, אין צורך להדגיש שיטות חישוביות למציאת כמות חסרה בפרופורציה, אלא לאפשר התנסות במגוון דרכים.</p> <p>- במשך המודולה, מומלץ להביא דוגמאות רבות של שימוש במושג היחס בחיי היום-יום ובתחומי דעת שונים – למשל, הסתברות, משקל סגולי, צפיפות אוכלוסין.</p> | <p>- היבטים איכותיים וייצוגים ראשוניים;</p> <p>- היבטים חישוביים וכמותיים;</p> <p>- חלוקת כמות נתונה לפי יחס נתון;</p> <p>- יחס בין חלקים ויחס בין חלק לשלם;</p> <p>- שאלות פשוטות בנושא היחס.</p> | <p>1. מושגים בסיסיים בנושא היחס (6 ש')</p> |

| דידקטיקה, המלצות ודוגמאות | תכנים | נושא |
|--|---|--|
| <p>- פעילויות העוסקות במושגים ראשוניים בנושא האחוזים ניתן למצוא במאגרי פעילויות למורים ובספרי לימוד לחטיבת הביניים.</p> <p>- מומלץ להשתמש בייצוגים שונים (צביעת שטחים, דיאגרמות עוגה, שברים, מספרים עשרוניים, טבלאות מספרים) ובסיטואציות מגוונות (ריצופים, הנחה והתייקרות, מכונות צילום, תערובות).</p> <p>- דוגמאות לשימוש באומדן ותובנה : צביעה מקורבת של חלק משטח לפי אחוז נתון, מעברים מקורבים בין אחוזים נתונים ושברים פשוטים או מספרים עשרוניים (למשל, $\frac{1}{5}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{2}{5}$, $\frac{2}{3}$, $\frac{3}{4}$), ניתוח קטעי עיתונות, התייחסות לשאלות מן הסוג "האם ייתכן, כי...?"</p> <p>- במשך המודולה, מומלץ להביא דוגמאות רבות של שימוש במושג האחוז בחיי היום יום ובתחומי דעת שונים – למשל, שכיחות יחסית, דיאגרמות עוגה, הסתברות, תורשה.</p> | <p>- היכרות אינטואיטיבית וייצוגים ראשוניים ;</p> <p>- שימוש באחוזים להשוואת חלקים מתוך כמויות שונות ;</p> <p>- מציאת הכמות השלמה, האחוז או תמורת האחוז על סמך שני הנתונים האחרים ;</p> <p>- שאלות פשוטות באחוזים, כולל הגדלה והקטנה של כמות באחוז נתון.</p> | <p>2. מושגים בסיסיים בנושא האחוז (4 ש')</p> |

| דידקטיקה, המלצות ודוגמאות | תכנים | נושא |
|--|--|---|
| <p>- בנוסף לייצוגים המוכרים, מרחיבים לבעיות שפתרון מבוסס על ייצוגים אלגבריים – שימוש במשתנה כגורם הרחבה (למשל, ייצוג כמויות היוצרות יחס של 4:5 כ- $4x - 1$ $5x$); שימוש במשתנה לייצוג חלקים של כמות (למשל, שתי כמויות היוצרות את היחס $\frac{x}{6-x}$); תהליכים של שינוי לפי יחס ישר ($y = ax$)</p> <p>ולפי יחס הפוך ($y = \frac{a}{x}$).</p> <p>- מרחיבים לבעיות שפתרון מבוסס על ייצוגים גראפיים – ישרים הבנויים מנקודות במערכת צירים ששיעוריהן יוצרים יחס נתון. חוקרים את הקשר בין היחס הנתון ושיפוע הישר המתאים לו.</p> <p>- מציגים שימושים של קנה מידה למציאת מידות אורך, מרחקים ושטחים במפה, בשרטוט (מוקטן או מוגדל), או במציאות.</p> <p>- אפשר לנצל ממצאים של מחקרים בכמה דרכים: דיון באפשרות להתחיל בנושא בגילים צעירים, בשלבי ההתפתחות של החשיבה הפרופורציונית ובהשלכות להוראת הנושא;</p> <p>התייחסות ליתרונות וחסרונות של שימוש במודלים שונים ליחס;</p> <p>שיחזור מחקרים בכיתות המורים;</p> <p>ניתוח אפיזודות הקשורות לתפיסת מושג היחס בקרב תלמידי המורים.</p> | <p>- סוגי יחס: יחס כגודל חדש – rate (למשל, מהירות, צפיפות), יחס בין גדלים מאותו סוג – ratio (למשל, קנה מידה);</p> <p>- ייצוגים שונים של מושג היחס;</p> <p>- יחס ישר ויחס הפוך;</p> <p>- קנה מידה של הקטנה / הגדלה;</p> <p>- שאלות מורכבות בנושא יחס.</p> | <p>3. חזרות והרחבות: מושג היחס (10 ש')</p> |

| דידקטיקה, המלצות ודוגמאות | תכנים | נושא |
|---|---|--|
| <p>- מומלץ להדגיש את הקשר בין נושאי האחוזה, היחס, השברים הפשוטים והמספרים העשרוניים (למשל, האחוזה כמקרה פרטי של יחס, ייצוג האחוזה כמספר עשרוני).</p> <p>- בנוסף לייצוגים המוכרים, מרחיבים לייצוג האלגברי (תבנית) ולייצוג הגראפי (ישר במערכת צירים).</p> <p>- דוגמאות להפעלה חוזרת של מציאת תמורת האחוזה ("אחוזה מאחוז") – למשל, רצפים של הנחות או התייקרויות, של הגדלות או הקטנות תמונה, של תהליכים אינפלציוניים.</p> <p>במסגרת ההיבטים הדידקטיים, אפשר לפעול במספר כיוונים:</p> <p>להכיר משימות המתאימות לשיעורי פתיחה, סיכום, העמקה או תרגול הנושא;</p> <p>לנתח מטרות ומבנה של שיעורים בנושא ותגובות צפויות של תלמידים;</p> <p>להפעיל פעילות בכיתה, לנתח ממצאים ולדווח עליהם בקורס.</p> | <p>- קשרים בין מושג האחוזה ובין מושג היחס;</p> <p>- ייצוגים שונים של מושג האחוזה;</p> <p>- שינויים המבוססים על מציאה של "אחוזה מאחוז";</p> <p>- שאלות מורכבות באחוזה;</p> <p>- קשרים בין יחס ובין אחוזים.</p> | <p>4. חזרות והרחבות: מושג האחוזה (6 ש')</p> |
| | <p>- מבחן</p> | <p>5. הערכה (2 ש')</p> |

מקורות

ספרים

B. Litwiller & G. Bright (Eds.). 2002 *NCTM Year Book: Making Sense of Fractions, Ratios and Proportions*. Reston, VA: The Council.

בספר מגוון עשיר של הצעות דידקטיות, רעיונות לפעילויות, והצעות לארגון רצפי הוראה בנושאים של יחס ושל שברים.

פעילויות

אוגדן הפעילויות בנושא היחס (2002). רחובות: מכון ויצמן למדע.

באוגדן פעילויות המדגישות היבטים אינטואיטיביים ופעילויות מורכבות יותר בנושא היחס.

פיתוח חשיבה כמותית: פרקי העמקה וחזרה לחטיבת ביניים (2002). ירושלים: משרד החינוך והתרבות.

בחוברת מאגר שאלות קצרות ברמות מגוונות בנושאי היחס והאחוזים.

מאגר פעילויות חקר מתמטי לכיתות ד'-ו' (2002). רחובות: מכון ויצמן למדע.

במאגר פעילות לבניית מושגים ראשוניים בנושא האחוז.

גילויים: פעילויות חקר במתמטיקה, חלק ג' (1997). תל-אביב: מרכז לטכנולוגיה חינוכית.

בחוברת מאגר של פעילויות בנושאי היחס והאחוזים, שנועדו במקור לתלמידים בעלי יכולת מתמטית גבוהה.

מאמרים

בן חיים, ד' (2002). יחס ופרופורציה. *מספר חזק* 4, 2000, 5-13.

Ben-Chaim, D., Fey, J.T., Fitzgerald, M. W., Benedetto, C., & Miller, J. (1998). Proportional reasoning among 7th grade students with different curricular experience. *Educational Studies in Mathematics*, 36, 247-273.

המאמר בעברית מבוסס על המאמר באנגלית, שהוא מפורט יותר. בשני המאמרים סקירה של הגורמים המשפיעים על רמת ההצלחה של תלמידים במטלות הדורשות חשיבה פרופורציונית.

בן חיים, ד', אילני, ב', וקרת, י' (2001). יחס ופרופורציה – ידע מתמטי ופדגוגי של פרחי הוראה ומורים למתמטיקה בבית ספר יסודי לפני ואחרי התנסות בפעילויות חקר אותנטיות. (דו"ח מחקר). מכון מופ"ת.

מחקר העוסק בידע מתמטי ופדגוגי של פרחי הוראה ומורים למתמטיקה בבית ספר יסודי, לפני ואחרי התנסות בפעילויות חקר אותנטיות.

גזית, א' (2002). יישומי פרופורציה בחיי היום-יום - המקרה של הבונבוניירה. מספר חזק 2000, 6, 19-12.

מאמר המציג סיטואציה אוטנטית של בעיית יחס בחיי היום-יום, ומביא דרכי פתרון של ילדים מכיתות ה.

Lo, J. J., & Watanabe, T. (1997). Developing ratio and proportion schemes: A story of a fifth grader. *Journal of Research in Mathematics Education*, 28 (2), 216-236.

מחקר קוגניטיבי המצביע על קשר בין חשיבה פרופורציונית וחשיבה כפלית.

אתרים

<http://mathcenter-k6.haifa.ac.il>

אתר מרכז המורים הארצי. ניתן למצוא בו מאמרים מתורגמים בנושא יחס.

<http://math.galim.org.il>

באתר ניתן למצוא יישומונים (*applets*) בנושא יחס ופרופורציה.

<http://www.ics.uci.edu/~eppstein/junkyard/fractal.html>

באתר ניתן למצוא דוגמאות לצורות הבונות את עצמן (*rep-tiles*) – כלומר, צורות שהרכבתן יוצרת צורה הדומה לצורה המקורית.

מספרים ופעולות

מודולה לצוותים הבית ספריים

מטרת המודולה היא גיבוש הצוות המתמטי הבית ספרי, בניית דרכי שיתוף פעולה והידברות מקצועית בכל הנושאים הנוגעים לחינוך המתמטי בבית הספר מעבר לשכבות הגיל.

| נושא | המלצות ודוגמאות |
|---|--|
| הכרת תכנית הלימודים בנושא מספרים ופעולות | נושאי לימוד, דרכי הוראה, חלוקת זמן ויישום בשטח. |
| קישור נושא המספרים לסביבה ולחיי היום-יום | הסביבה בראי המספרים (ידע הסביבה המיידית, הארץ, העולם); סיוור מתמטי בסביבה. |
| פיתוח התובנה המספרית | פיתוח חוש ותבונה מספרית; פיתוח יכולת אומדן; פיתוח תובנה לפעולות חשבון; פיתוח תובנה למבניות הביטויים החשבוניים. |
| סיטואציות בעיה | פתרון בעיות מורכבות שפתרון דורש עבודת צוות שיתופית, ושעבורן אין ללומד אלגוריתמים מוכנים מראש. |
| פרויקט | הגדרת פרויקט בית-ספרי, תכנונו, ביצועו, והערכתו. הפרויקט הבית-ספרי יתוכנן במסגרת ההתמקצעות על-ידי הצוות הבית-ספרי, אך יישומו יהיה בבית הספר. היישום ייעשה על-ידי קבוצת כל מורי בית-הספר המתמקצעים במשך תקופת לימודיהם במרכז ההכשרה. פרויקטים בית-ספריים אפשריים: פריסת אורך של נושא מתחום המספרים והפעולות על-פני שכבות הגיל השונות; התאמת הנושא לאוכלוסיות דיפרנציאליות (כולל מצטיינים); יצירת סביבה לימודית (מרכזי למידה) ועוד. |
| שונות התלמידים | התייחסות דיפרנציאלית לתלמידים חלשים ולתלמידים מתקשים. |
| מאמרים ומחקרים | הכרת מאמרים ומחקרים בנושא מספרים ופעולות ויישומם בשטח. מאמרים אפשר למצוא באתר של המרכז הארצי למתמטיקה באוניברסיטת חיפה ובעיתונים המקצועיים. |
| הערכה | הערכה תיעשה על סמך הגשה והצגה של פרויקטים בית ספריים. |

גיאומטריה

3 מודולות: מודולת בסיס, מודולה מתקדמת, ומודולה לצוותים בית ספריים

רציונל

במסגרת לימוד הגיאומטריה תילמדנה שלוש מודולות: מודולת בסיס, מודולה מתקדמת ומודולה לצוותים בית ספריים. הוראת החומר תיעשה בצורה ספירלית, תוך חזרה, הרחבה, העמקה, והדגשים נוספים על החומר שנלמד במודולות קודמות. בלימוד ישולבו היבטים דידקטיים כגון: הכרת דרכי הוראה שונות, כולל באמצעות מחשב, הכרת טעויות וקשיים של תלמידים ועוד.

מטרות

1. הרחבה והעמקה של ידע של המורים בגיאומטריה של המישור והמרחב;
2. פיתוח הראייה המרחבית של המורים;
3. הכרת תיאוריות התפתחותיות של התפיסה הגיאומטרית של הילד, כגון – תיאוריית ואן-הילה;
4. הכרת תכנית הלימודים, ספרי לימוד, עזרים, ואמצעי המחשה שונים להוראת הגיאומטריה;
5. הכרת גישות שונות ודרכי הוראה מגוונות להוראת הגיאומטריה (כולל מחשב, ומשדרי הטלוויזיה החינוכית);
6. הכרת טעויות, קשיים, ותפיסות מוטעות של תלמידים.

הערה: מספר השעות המוזכר ליד כל נושא הוא בגדר המלצה בלבד.

גיאומטריה – מבט כללי

| מודולת בסיס – 28 שעות | מודולה מתקדמת – 28 שעות |
|---|--|
| <p>1. מושגים גיאומטריים (2 ש')</p> <ul style="list-style-type: none"> - מושגי יסוד : ישר, נקודה, מישור ; - סוגי קווים : קו ישר, קו עקום, קו שבור, קו סגור, קטע, קרן ; - סוגי זוויות : קהה, חדה, ישרה, נישאה, שטוחה, שלמה. | <p>1. מאפייני ההגדרה המתמטית (2 ש')</p> <p>מתארת, אופרטיבית, ואינדוקטיבית.</p> |
| <p>2. משולשים (4 ש')</p> <ul style="list-style-type: none"> - מהצורה לתכונה ; - הגדרות ; - מיון משולשים לפי צלעות וזוויות ; - תכונות משולשים מיוחדים ; - קטעים מיוחדים במשולש : גובה, תיכון, חוצה זוית, אנך אמצעי ; - סכום זוויות במשולש. | <p>2. מצולעים (10 ש')</p> <ul style="list-style-type: none"> - מהתכונות אל הצורות ; - יחסי הכלה בין מצולעים בתוך אותה "המשפחה" ; - משפט פיתגורס ; - שטח והיקף ; - יחסי הכלה בין סוגי מצולעים ; - משפטי חפיפה ; - מדידות : שטח והיקף. |
| <p>3. מרובעים (4 ש')</p> <ul style="list-style-type: none"> - מהצורה לתכונה ; - הגדרות ; - סכום זוויות במרובע. | <p>3. טרנספורמציות איזומטריות (6 ש')</p> <ul style="list-style-type: none"> - שיקוף ; - הזזה ; - סיבוב ; - רצפים. |
| <p>4. מצולעים כללי (4 ש')</p> <ul style="list-style-type: none"> - הגדרות ותכונות של מצולעים (בנוסף על משולש ומרובע) ; - מצולעים משוכללים ; - סכום זוויות פנימיות וחיצוניות במצולעים שונים ; - אלכסונים במצולעים : מהו אלכסון, ומספר אלכסונים במצולע ; - מושג השטח ומושג ההיקף. | <p>4. דמיון צורות (2 ש')</p> |

| מודולה מתקדמת – 28 שעות | מודולת בסיס – 28 שעות |
|--|---|
| <p>5. מעגל ועיגול (2 ש') היקף ושטח.</p> | <p>5. מושג החפיפה (2 ש')</p> |
| <p>6. הכרת פיאונים וגופי סיבוב (6 ש')</p> <p>- הכרת ייצוגים תלת ודו-ממדיים של הגוף השלם; - נפחים ושטח פנים באמצעות נוסחאות פורמליות (מדידות – מעבר מיחידות ליחידות); - חקירת תכונות וקשרים בין הגופים השונים כולל יחסי הכלה.</p> | <p>6. מעגל ועיגול (2 ש')</p> <p>רדיוס, קוטר, מיתר, פאי, שטח והיקף.</p> <p>7. הכרת פיאונים וגופי סיבוב (6 ש')</p> <p>- זיהוי ושיום פאונים: פירמידות, מנסרה, תיבה, קובייה; - הגדרת המושגים: מקצוע, פאה, בסיס וכו'; - פריסות (דו-כיווניות); - גופים משוכללים; - המשפט של אוילר; - זיהוי ושיום גופי סיבוב: גליל, חרוט וכדור; - מושג הנפח.</p> |
| <p>7. מבחן פנימי (2 ש')</p> | <p>8. מבחן חיצוני (2 ש')</p> |

גיאומטריה – מבט כללי

| |
|---|
| מודולה לצוותים – 28 שעות |
| 1. הכרת תכנית הלימודים בגיאומטריה נושאי לימוד, דרכי הוראה, חלוקת זמן, וישום. |
| 2. קישור נושא הנדסה לתחומי קישור אחרים: - מתמטיקה ואמנות (למשל, וסרלי, אשר, דה וינצ'י); - סיור מתמטי בסביבה. |
| 3. פיתוח ראייה מרחבית למשל, באמצעות מבנים של קוביות: ייצוג תלת-ממדים – בניה, ייצוג באמצעות תמונות או תוכנות מחשב. הכרת דרכי הוראה שונות כולל באמצעות מחשב, ויישומן בשטח. |
| 4. הכרת מאמרים ומחקרים בנושא ויישומם בשטח |
| 5. הגשה והצגה של פרויקטים בית-ספריים |

גיאומטריה-מודולת בסיס
(28 שעות)

| נושא | תכנים | דידקטיקה, המלצות ודוגמאות |
|---|---|--|
| <p>1. מושגים גיאומטריים (2 ש')</p> | <ul style="list-style-type: none"> - מושגי יסוד: ישר, נקודה, מישור; - סוגי קווים: קו ישר, קו עקום, קו שבור, קו סגור, קטע, קרן; - סוגי זוויות: קהה, חדה, ישרה, נישאה, שטוחה, שלמה. | <p>הבנת מהות קיום מושגי יסוד והגדרת המושגים האחרים באמצעותם.</p> |
| <p>2. משולשים (4 ש')</p> | <ul style="list-style-type: none"> - מהצורה לתכונה; - הגדרות; - מיון משולשים לפי צלעות וזוויות; - תכונות משולשים מיוחדים; - קטעים מיוחדים במשולש: גובה, תיכון, חוצה זווית, אנך אמצעי; - סכום זוויות במשולש. | <p>לדוגמה, במשולש שווה שוקיים זוויות הבסיס שוות.</p> <p>יש להזכיר גם את משולש הזהב (36,72,72), משולש ישר-זווית (30,60,90).</p> <p>חשוב לחשוף את המורים לטעויות הנפוצות והתפיסות המוטעות לגבי המשולשים. למשל: חוסר היכולת ל"ראות" משולש ישר זווית עם זווית חדה בת 45° כמשולש שווה-שוקיים.</p> |
| <p>3. מרובעים (4 ש')</p> | <ul style="list-style-type: none"> - מהצורה לתכונה; - הגדרות; - סכום זוויות במרובע. | <p>לדוגמה, במעוין האלכסונים חוצים את זוויות המעוין.</p> <p>חשוב לחשוף את המורים לטעויות הקיימות לגבי המרובעים, למשל: חוסר היכולת ל"ראות" את הריבוע כמלבן, כמעוין או כמקבילית.</p> |
| <p>4. מצולעים כללי (4 ש')</p> | <ul style="list-style-type: none"> - הגדרות ותכונות של מצולעים (בנוסף על משולש ומרובע); - מצולעים משוכללים; - סכום זוויות פנימיות וחיצוניות במצולעים שונים; - אלכסונים במצולעים: מהו אלכסון, ומספר אלכסונים במצולע; - מושג השטח ומושג ההיקף. | <p>קשרים בין סוגי מצולעים; הבחנה בין מצולעים שמחשבים להם זוויות חיצוניות ולכאלה שלא ניתן (הבחנה בין מצולעים קמורים למצולעים קעורים).</p> <p>חשוב לחשוף את המורים לטעויות הקיימות לגבי האלכסונים.</p> <p>מושגים בסיסים בשטח והיקף מבחינה אינטואיטיבית, ללא נוסחאות.</p> |

| נושא | תכנים | דידקטיקה, המלצות ודוגמאות |
|--|--|--|
| 5. מושג החפיפה (2 ש') | | חפיפת משולשים ומצולעים מבחינה אינטואטיבית (ללא משפטי חפיפה). |
| 6. מעגל ועיגול (2 ש') | רדיוס, קוטר, מיתר, π | הבחנה בין המושג עיגול ומעגל. התנסות בחישוב של קירובים ל- π . |
| 7. הכרת פיאונים וגופי סיבוב (6 ש') | <ul style="list-style-type: none"> - זיהוי ושיום פאונים: פירמידות, מנסרה, תיבה, קוביה; - הגדרת המושגים: מקצוע, פאה, בסיס וכו'; - פריסות (דו כיווניות); - גופים משוכללים; - המשפט של אוילר; - זיהוי ושיום גופי סיבוב: גליל, חרוט וכדור; - מושג הנפח. | <p>הכרת מגוון גופים, זיהוי ושיום גופים כולל בסביבה, דמיון ושוני, מיונים, זיהוי מרכיבים, חקירת תכונות;</p> <p>הכרת הקשר בין הגופים השונים;</p> <p>הכרת הפריסות של הגופים תוך כדי התנסות דו-כיוונית (למשל בקליק לאק);</p> <p>הכרת משפט אוילר דרך התנסות, והכללה למשפט;</p> <p>מושגים בסיסים של נפח מבחינה אינטואטיבית ללא נוסחאות.</p> |
| 8. מבחן (2 ש') | | מבחן חיצוני |

גיאומטריה - מודולה מתקדמת

(28 שעות)

| נושא | תכנים | דידקטיקה, המלצות ודוגמאות |
|---|---|--|
| 1. מאפייני ההגדרה המתמטית (2 ש') | <ul style="list-style-type: none"> - הגדרה מתארת - הגדרה אופרטיבית - הגדרה אינדוקטיבית | <p>חשיבות ההבחנה בין סוגי הגדרות והקושי שקיים בהגדרת מושגים מסויימים כמו זווית ;</p> <p>הקניית מושגים נעשית : מהתנסות להגדרה או מהגדרה להתנסות.</p> |
| 2. מצולעים (8 ש') | <ul style="list-style-type: none"> - מהתכונות אל הצורות | <p>לדוגמה, מרובע שאלכסונו חוצים זה את זה ומאונכים זה לזה הוא מעוין.</p> <p>תנאי הכרחי ומספיק לקיום צורה.</p> |
| | <ul style="list-style-type: none"> - יחסי הכלה בין מצולעים | <p>חשוב לחשוף את המורים לטעויות קיימות לגבי יחסי הכלה בין מצולעים. למשל: חוסר היכולת ל"ראות" את המשולש שווה-הצלעות כמשולש שווה-שוקיים. חוסר היכולת ל"ראות" את הריבוע כמלבן, מעוין או מקבילית ועוד.</p> |
| | <ul style="list-style-type: none"> - משפט פיתגורס | <p>שימוש בפאזלים להוכחת המשפט, והוכחות פורמליות שונות של המשפט ;</p> <p>היבטים מספריים של המשפט יטופלו גם במודולה מתקדמת של שברים.</p> |
| | <ul style="list-style-type: none"> - משפטי חפיפה | <p>הכרת משפטי חפיפה ויכולת השימוש במשפטים לחקר ולהוכחת תכונות מצולעים. במיוחד, חזרה על תכונות משולשים ומרובעים דרך משפטי החפיפה כולל קטעים מיוחדים במשולשים ובמרובעים.</p> |
| | <ul style="list-style-type: none"> - מדידות : שטח והיקף | <p>מעבר מיחידות מידה ליחידות מידה אחרות ;</p> <p>עימות בין שטח להיקף.</p> |
| 3. מעגל ועיגול (2 ש') | <ul style="list-style-type: none"> - היקף ושטח | <p>הקניית מושג שטח העיגול והיקף המעגל – כולל נוסחאות ;</p> <p>מעבר בין יחידות מידה שונות.</p> |

(המשך בעמוד הבא)

| דידקטיקה, המלצות ודוגמאות | תכנים | נושא |
|---|---|--|
| <p>דימוי ובנייה של גופים לפי תכונות מילוליות ; זיהוי גופים בצילומים או בציורים, וסרטוט גופים על-פי "הסכמים" ; יכולת לבצע מניפולציות בדמיון – תנועה ושינוי : זיהוי מנקודות מבט שונות ודימוי לאחר סיבוב ; פיתוח יכולת לדמיון שינוי או תהליך על גופים (למשל : פריסה, חתכים, פירוק, ועיוות) ; ניתוח גופים מורכבים : צירוף והרכבה של גופים פשוטים ומורכבים ; חשוב לחשוף את המורים לטעויות קימות לגבי הפאונים וגופי סיבוב, למשל : חוסר היכולת ל"ראות" את הקובייה כתיבה. הבחנה בין יחידות אורך, יחידות שטח, ויחידות נפח והמעבר בין יחידות מידה שונות. למשל : 1000 סמ"ק = 1 ליטר.</p> | <p>- הכרת ייצוגים תלת ודו-ממדיים של הגוף השלם ; - חקירת תכונות וקשרים בין הגופים השונים כולל יחסי הכלה. - נפחים ושטח פנים באמצעות נוסחאות פורמליות - מדידות, מעבר מיחידות ליחידות.</p> | <p>4. הכרת פיאונים וגופי סיבוב (6 ש') (6 ש')</p> |
| <p>הסבר בלתי פורמלי על שיקוף, הזזה, וסיבוב ; תכונות השיקוף, ההזזה, והסיבוב ; באילו צורות ניתן לרצף משטחים ובאילו לא, ומדוע.</p> | <p>- שיקוף, - הזזה, - סיבוב, - ריצופים.</p> | <p>5. טרנספורמציות איזומטריות (6 ש') (6 ש')</p> |
| <p>דמיון צורות מבחינה אינטואיטיבית ; הגדלה והקטנה של צורה. נושא זה יטופל גם במודולה של מספרים ופעולות בנושא יחס ופרופורציה.</p> | | <p>6. דמיון צורות (2 ש') (2 ש')</p> |
| <p>מבחן פנימי</p> | | <p>7. מבחן (2 ש') (2 ש')</p> |

גיאומטריה-מודולה לצוותים בית ספריים

(28 שעות)

| נושא | המלצות ודוגמאות |
|--|---|
| 1. הכרת תכנית הלימודים בגיאומטריה | נושאי לימוד, דרכי הוראה, חלוקת זמן, וישום בשטח. |
| 2. קישור נושא הגיאומטריה לסביבה ולתחומי דעת אחרים | דוגמאות: מתמטיקה ואמנות, למשל, יצירותיהם של וסרלי, אשר, דה וינצ'י. דוגמאות נוספות אפשר למצוא בכתב העת מספר חזק. ניתן לקשר נושא זה גם לנושא הטרנספורמציות. סיור מתמטי בסביבה. |
| 3. פיתוח ראייה מרחבית | פיתוח מכוון של הראייה המרחבית חשוב ביותר כי יכולת התבוננות איננה תוצאה אוטומטית של התבגרות והבשלה. כדי להתבונן עלינו לתת לעין להתעמק ולגלות נסתרות. זהו תהליך מסובך שבו עלינו להעשיר את עצמנו בפרטים, לקלוט דימויים, אובייקטים סטטיים ותנועות, זהו תהליך שיש להתאמן בו. למשל באמצעות מבנים של קוביות: ייצוג תלת-ממדי – בנייה, ייצוג באמצעות תמונות או תוכנות מחשב. |
| 4. מאמרים ומחקרים | הכרת מאמרים ומחקרים בנושא גיאומטריה ויישומם בשטח; מאמרים אפשר למצוא באתר של המרכז הארצי למתמטיקה בחינוך היסודי באוניברסיטת חיפה, ובעיתונים המקצועיים. |
| 5. הערכה | הערכה תיעשה על סמך הגשה והצגה של פרויקטים בית-ספריים. |

מקורות לשלוש המודולות בגיאומטריה

ספרים

פסקין, ד' ולבנברג, א' (2003). *הנדסת המישור חלק א*. הוצאת רכגולד וז'ק.
ספר לימוד ותירגול המכיל מושגים יסודיים, משפטים יסודיים (אקסיומות), מושגים, משפטים והוכחתם בנושאים: זוויות, ישרים מקבילים, מצולעים, משפטי חפיפה, משולשים, מרובעים, שטחים, משפט פיתגורס, בעיות בנייה יסודיות. בנוסף מוצגת תיאוריית ואן הילה ויישומה למשולשים ומרובעים.

פסקין, ד' ולבנברג, א' (2004). *הנדסת המישור חלק ב*. הוצאת רכגולד וז'ק.
ספר לימוד ותירגול בנושאים: קטעים פרופורציוניים, משולשים דומים ומצולעי אחרים דומים, מקומות גיאומטריים ונקודות מיוחדות במשולש, המעגל, מצולעים חסומים במעגל ומצולעים חוסמי מעגל, פרופורציות ודמיון במעגל, היקף מעגל ושטח עיגול. גם הנושאים סימטריה ומצולעים שקולים מטופלים במסגרת העשרה. כמו כן, מוצגת תיאוריית ואן הילה ויישומה למצולעים דומים למעגל

פעילויות

אוברמן, ג' (2001). שימושים באוריגמי בהוראת המתמטיקה, *מספר חזק 2000*, 2.
לימוד באמצעות גזרות נייר של צורות גיאומטריות ותכונותיהם.
אורבך, ח', אילני-גיגוזינסקי, ב' וקליין, מ' (1992). *ערכה לפיתוח החשיבה הגיאומטרית בגיל הרך (7-5)*, אלב"י - אני לומד בעצמי. מכללת בית ברל והוצאת אור.
ערכה לפיתוח החשיבה הגיאומטרית בגיל הרך הכוללת: פיתוח ראייה חזותית, זיהוי צורות, שיקוף, וכיוונים במרחב.

אילני, ב', וולמן, א' (1999). מתמטיקה בשירות האמן – אשר. *מספר חזק 17*, שילוב אומנות ומתמטיקה לפעילויות בטרנספורמציות.
אילני, ב' והופמן נ' (2001). פיתוח ראייה מרחבית באמצעות אשליות אופטיות ביצירות האמנות של וסרלי. *מספר חזק 2000*, 1. אוניברסיטת חיפה, חיפה.
שילוב אומנות ומתמטיקה לפיתוח ראייה מרחבית באמצעות אשליות אופטיות.

אלברט, ג', לינצ'בסקי, ל' וכהן, נ' (1992). *הוראת הגאומטריה בביה"ס היסודי*. מכון מופ"ת.
חוברת פעילויות בנושאים גופים, זוויות, משולשים, מרובעים, סימטריה וריצופים. לחוברת מצורף מדריך למורה עם הרציונל המסתתר מאחורי כל פעילות.
בוהדנה, ר', ואן דורמולן, י' (2000). *רואים ועושים גיאומטריה II*. המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע, רחובות.

בספר יש דגש על "מתמטיקה מציאותית", פיתוח רעיונות מתמטיים מבלי שמגדירים אותם באופן פורמלי. הנושאים הם: משולשים, מרובעים, שטחים.
בן חיים, ד' (1990). *פרויקט "מסמטיקה" למסלולים המקצועיים, ראייה מרחבית*. מל"מ, טכניון ות"ל.

פעילויות לפיתוח ראייה מרחבית באמצעות מבנים של קוביות במרחב. לחוברת מצורף מדריך למורה.

הלוי, ת' ובוהדנה, ר' (1997). *רואים ועשים גיאומטריה*. המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע.

בספר יש דגש על "מתמטיקה מציאותית", פיתוח רעיונות מתמטיים מבלי שמגדירים אותם האופן פורמלי. הנושאים הם: צורות סביבנו, יוצרים במקביל, סימטריה, ויוצרים במעגלים. הספר מלווה במדריך למורה.

וולמן, א', נירנבורג, מ' ואילני, ב' (1997). *מספרים בשירות האמן - וסרלי, מספר חזק, 14*. (סדרה ישנה).

שילוב אמנות ומתמטיקה - היכרות עם צורות גיאומטריות דרך יצירות אמנות.

פטקין, ד' ולבנברג, א' (1996). *גיאומטריה סביבנו - מן התיאוריה אל המעשה. עלייה - עלון למורה למתמטיקה, 18, 47-50*.

במאמר מודגשת הגיאומטריה בחיי היום יום - מעשה ידי אדם ובטבע, עם המלצות להפעלות.

פטקין, ד', ומלאת, ש' (1999). *ידע עצמי בהנדסת המרחב של מורים למתמטיקה בביה"ס היסודי. דפים, 28, 91-101*.

המאמר דן ברמות חשיבה בגיאומטריה של המרחב וכולל בנק פריטים המייצגים את שלוש רמות החשיבה הראשונות בגיאומטריה של המרחב.

פרידלנדר, א' (עורך) (1991). *הוראת ההנדסה, אוסף מקורות ופעילויות לשיעורי מתודיקה*. המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע.

Ilany, B., & Shmueli N. (1999). Alternative Assessment for Student Teachers in a Geometry and Teaching of Geometry Course. *The 24th Annual Meeting of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*. Technion, Haifa.

במאמר מוצגת דרך להערכה חלופית בגיאומטריה של פירחי הוראה.

מאמרים

בן חיים, ד' (1987 א). ניתוח כושרם של תלמידים "לראות" תיבות הבנויות מקוביות קטנות והשפעת ההוראה עליהם. *מספרים - עלון למורי המתמטיקה, 1, 21-51*.

בן-חיים, ד' (1987 ב). ראייה מרחבית - Spatial Visualization - הבדלים בין תלמידים והשפעת ההוראה עליהם. *שבבים - עלון למורי המתמטיקה, תיק מס' 23*. המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע.

הרשקוביץ, ר' (1992). אספקטים קוגניטיביים בהוראה ובלמידה של גאומטרייה, חלק א ו- ב. *עלייה - עלון למורה המתמטיקה, 9, 28-34; עלייה, 10, 20-27*.

פטקין, ד' (1994 א). דרכים להתמודדות עם טעויות נפוצות בלימוד גאומטריה, *החינוך וסביבו, ט"ז*, שנתון המכללה לחינוך סמינר הקיבוצים, 113-122.

במאמר מוצגות טעויות נפוצות במשולשים, מרובעים ומצולעים אחרים שחלקן נובעות מהשפה וחלקן תפישות מוטעות. כמו כן מוצג כלי (ראיון מובנה) שפותח לצורך איתור טעויות אלה, וכולל 4 מטלות.

פסקין, ד' (1994 ב) דרכים שונות להקניית מושגים חדשים בגיאומטריה. *החינוך וסביבו*, י"ח, שנתון המכללה לחינוך סמינר הקיבוצים, 179-190.

התוודעות לדרכים שונות להקניית מושגים: מהתנסות להגדרה או מהגדרה להתנסות.

פסקין, ד' (1994 ג). הכשרת מורים לקביעת רמת החשיבה בגיאומטריה. *דפים*, 19, 37-49. במאמר מוצגת בהרחבה תיאורית ואן הילה, המיומנויות והכישורים הנדרשים ללמידת התחום.

פסקין, ד' (1994 ד). השפעת השימוש במחשב על רמות החשיבה בגיאומטריה. *על"ה – עלון למורה למתמטיקה*, עמ' 29-36.

במאמר מתואר מחקר, במסגרתו נבדקה השפעת שימוש במחשב בהוראת גיאומטריה בקרב תלמידי תיכון על ההתקדמות ברמות החשיבה וההבנה בגיאומטריה.

Cohen, N.(2003). Curved Solids Nets - How do pre-service and in-service teachers see them? *The 27th Annual Meeting of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, Hawaii.

המאמר מתאר מחקר העוסק בטעויות ובקשיים של פרחי הוראה ומורים לבית ספר יסודי וחט"ב, הקשורים לראייה מרחבית של פריסות גליל וחרוט.

אתרים

אתר מרכז המורים הארצי. ניתן למצוא בו: פעילויות, מאמרים מתורגמים בנושא גיאומטריה ואתרי פעילות אינטראקטיבים בגיאומטריה.

משדרי טלוויזיה

הטלוויזיה החינוכית הישראלית, (1981). **גיאומטריה נא להכיר**
4 משדרים: 1. מציג באופן כללי מהי גיאומטריה: נקודות, ישרים, משטחים, גופים.

2. זוויות

3. מרחק

4. ריצופים

הטלוויזיה החינוכית הישראלית, (1994). **גיאומטריה אנליטית**.
המשדר הראשון בסדרה עוסק בחתכי חרוט ומקומות גיאומטריים: מעגל, אליפסה, פרבולה, היפרבולה.

חקר נתונים מודולה מתקדמת

רציונל

פיתוח של חשיבה ואוריינות סטטיסטית נתפסים כיום כמטרות אוניברסאליות לתלמידים ולאזרחים. מטרתו הבסיסית של החינוך הסטטיסטי היא לעורר את הלומדים לחשיבה ביקורתית לגבי עובדות, טענות והיסקים המבוססים על נתונים, כדי להכשירם להיות צרכנים מתוחכמים וביקורתיים של מידע. המודעות לחיוניות של חינוך סטטיסטי איכותי בכל הגילאים, הביאה לכך שמקצוע הסטטיסטיקה שולב בתכניות הלימודים במתמטיקה מגיל גן ועד סוף בית הספר התיכון בארצות רבות בעולם.

במקביל, הדגש בגישה להוראת הסטטיסטיקה בבית הספר הוסט משינון חישובים סטטיסטיים פורמליים, ומצויר גרפים קונבנציונליים, אל עבר עיסוק ב"חקר נתונים" (EDA – Exploratory data analysis). גישת חקר נתונים מבליטה למידה מנתונים באמצעות תהליכי איסוף, ארגון, תיאור, ייצוג וניתוח נתונים, תוך הסתמכות על ייצוגים חזותיים ומספריים פשוטים ועל שימוש במחשב. חקר נתונים הוא שיג ושיח בין התחושות שיש לתלמיד/חוקר לגבי התופעה הנחקרת, ובין מה שהנתונים שנאספו מעידים לגבי תחושות אלה. אין מדובר רק באוסף של טכניקות חדשות לניתוח נתונים, אלא בנקודות מבט כיצד להסתכל על קבוצת נתונים, לפרשם ולהבין מה ה"סיפור" שעולה מהם. חקר נתונים משהה את הדגש הקלאסי של הסקה סטטיסטית על חיפוש המודל המתאים ביותר לנתונים, בפני גישה ישירה יותר: "ידברו המספרים בעד עצמם".

המודולה "חקר נתונים" מתבססת על גישה זו ומשלבת בין מספר התנסויות בחקירה סטטיסטית אותנטית – על כל שלביה – ובין העמקה והרחבה במיומנויות, מושגים, ושיטות סטטיסטיות.

מטרות

- העמקה במושגים, ייצוגים, שיטות ומיומנויות סטטיסטיות בסיסיים ;
- פיתוח יכולות החשיבה הסטטיסטית של המורים ;
- הרחבה של רעיונות, שפה וגישה סטטיסטיות המאפשרים לטעון ולהפריך טענות על בסיס חקר נתונים ;
- העמקה בדיקטטיקה של הוראת סטטיסטיקה בגישת חקר נתונים בבית הספר היסודי, כולל בחינת האפשרויות לשילוב פרויקט מחקר ושימוש בכלים טכנולוגיים בהוראה ;
- היכרות ראשונית עם הספרות המקצועית העוסקת בהיבטים פסיכו-דידקטיים של הרעיונות הסטטיסטיים ;
- התנסות בהפעלה של חלק מהרעיונות בכיתה וניתוח סיטואציות, שהמורים התנסו בהן ;
- הרחבת הדעת לסוגיות אתיות, פילוסופיות, היסטוריות, ואקטואליות הקשורות לסטטיסטיקה ויישומה בחיי היום-יום.

הערות דידקטיות

- לצורך לימוד המודולה, המורים המתמקצעים אינם צריכים ידע פורמלי קודם, או ניסיון בביצוע מחקר סטטיסטי.
- מוצע ללמד את מרבית הנושאים באמצעות התנסות בפעילויות חקר נתונים אותנטיות הכוללות: ניסוח שאלות מחקר; איסוף, ארגון וייצוג של נתונים מעולמם הקרוב של המורים; פרשנות והסקת מסקנות; דיון ביקורתי בטיעונים שונים לגבי הבעיה הנחקרת. השיעורים כוללים גם רפלקציה על פעילויות החקר הללו, כנקודת מוצא להעמקה בנושאים הסטטיסטיים המרכזיים. בדרך כלל, לא ניתן להשלים בשיעור אחד חקירה סטטיסטית מלאה של בעיה מסוימת. במקרים אלה, שאלת המחקר והנתונים יסופקו בתחילת הפעילות (במקום שיאספו על ידי המורים), או שחקירה על אותו נושא וקבוצת נתונים תתפרש על פני מספר שיעורים.
- הגישה להוראה היא "ספיראלית", דהיינו, לאורך הקורס מתקיימים מפגשים חוזרים עם מושגים, שיטות ומיומנויות, כך שכל פעילות מוסיפה נדבך של משמעויות (המפורט בראש כל נושא, בעמודה השמאלית להלן). הפעילויות הראשונות במודולה מתאפיינות בחשיפה ראשונית למושגים ומונחים רבים, ללא הגדרה מדויקת ופורמלית, בהנחה שהמפגשים החוזרים אתם בהמשך - יסייעו בבניית ההבנה הסטטיסטית של המורים.
- במידת האפשר, מומלץ לשלב כלים טכנולוגיים, כדוגמת גיליון אלקטרוני, או מחשבון גרפי. פרטים על דרכי השילוב מפורטים בכל נושא להלן.

חקר נתונים - מבט כללי


| מודולה מתקדמת-28 שעות |
|--|
| <p>1. מבוא לסטטיסטיקה (2 ש') מהי סטטיסטיקה? הרציונל והמבנה של המחקר הסטטיסטי; היכרות ראשונית עם מושגים ומונחים סטטיסטיים בסיסיים.</p> |
| <p>2. התפלגות של משתנה אחד (4 ש') מושג המשתנה; קבוצת נתונים גולמיים; התפלגות של קבוצת נתונים: תכונות ודרכי ייצוג.</p> |
| <p>3. חקר נתונים מקובצים של משתנה אחד (4 ש') סיווג, מיון, סידור וחלוקה לקבוצות של נתונים; שכיחות ושכיחות יחסית, התפלגות שכיחויות; ייצוגים של נתונים מקובצים; דגימה; מדידה.</p> |
| <p>4. מדדים סטטיסטיים לייצוג המרכז ומידת הפיזור של התפלגות נתונים (6 ש') רעיון הייצוגיות; מושג השונות (variability); מדדי מרכז: חציון וממוצע חשבוני; מדדי פיזור: טווח, טווח בין-רבעוני וסטיית תקן; שימוש, משמעויות וייצוגים גרפיים של מדדים.</p> |
| <p>5. השוואה בין קבוצות נתונים (4 ש') שונות בתוך קבוצה ושונות בין קבוצות.</p> |
| <p>6. פרויקט מחקר (8 ש') מבנה, תכנון וביצוע מחקר סטטיסטי.</p> |
| <p>7. הערכה פרויקט מחקר; מבחן ידע קצר.</p> |
| <p>8. הרחבות¹ קשר בין משתנים: שונות מצרפית (covariation), גרף פיזור, מדדי קשר; ההסטוריה של הסטטיסטיקה, ועוד.</p> |

¹ נושאים מתקדמים שניתן לעסוק בהם אם נותר זמן, או לשלבם במסגרת עשרים השעות המוקדשות להרצאות העשרה בכל מרכז הכשרה.

חקר נתונים - מודולה מתקדמת

(28 שעות)

| דידקטיקה, המלצות ודוגמאות | תכנים | נושא |
|---|---|---|
| <p>- שיעור מבוא לתחום דעת מורכב, שעשוי להיות חדש לחלק מהמורים. מטרות השיעור: סקירה וחשיפה ראשוניים לעולם התוכן, המושגים והשפה הסטטיסטיים, שיעמדו במוקד יחידת הלימוד, ויצירת הנעה ללמידה בהמשך.</p> <p>- דוגמאות לפעילויות פתיחה:</p> <p>סיעור מוחין סביב המילה "סטטיסטיקה".</p> <p>איסוף מהיר של נתונים על נושאים הקרובים לחיי המורים וייצוגם בדרכים מגוונות. דיון בייצוגים ובמשתמע מהם.</p> <p>- הצגת מהות המחקר הסטטיסטי: מטרות, רציונל ואפיונים עיקריים.</p> <p>- הצגת מבנה המחקר הסטטיסטי במודל מעגלי, הכולל את השלבים הבאים: ניסוח שאלת מחקר והשערה לגבי הממצאים הצפויים, איסוף נתונים, ניתוח נתונים ופרשנותם, הסקת מסקנות, דיווח ממצאים, ניסוח שאלת מחקר חדשה, וחזור חלילה. שלבי המחקר הם:</p> <p>PCAIC Cycle: Pose a question and a hypothesis, Collect data, Analyze data, Interpret, and Communicate results.</p> <p>- חשיפה, ראשונית בלבד, למושגי יסוד סטטיסטיים, שיוצגו בהמשך היחידה, למשל: נתונים, התפלגות נתונים (צורה, מרכז, ופיזור), שונות, דגימה ומדגם, השוואה בין קבוצות, קשר בין משתנים, מודלים סטטיסטיים, מגמה, הסקה סטטיסטית. אפשר להיעזר במפת מושגים כדי להציג את המושגים ואת הקשרים ביניהם.</p> <p>- הבהרת מטרות החינוך הסטטיסטי: אוריינות סטטיסטית לכל.</p> <p>- דוגמאות לפעילויות פתיחה ניתן למצוא בספר: סטטיסטיקה – משימות חקר נתונים בעזרת מחשב (בן-צבי ופרידלנדר, 1997) ובמדריך למורה של הספר הנ"ל (בן-צבי ואוזרוסו, 2001).</p> <p style="text-align: right;">📖 מקורות לעיון נוסף:</p> <p style="text-align: right;">אפיסטמולוגיה ופדגוגיה של חקר נתונים (באנגלית): Konold & Higgins, 2003 אוריינות סטטיסטית (באנגלית): Gal, 2003.</p> | <p>- מהי סטטיסטיקה?</p> <p>- הרציונל והמבנה של המחקר הסטטיסטי;</p> <p>- היכרות ראשונית עם מושגים ומונחים סטטיסטיים בסיסיים.</p> | <p>1. מבוא לסטטיסטיקה (2 ש')</p> |

| דידקטיקה, המלצות ודוגמאות | תכנים | נושא |
|---|--|---------------------------------------|
| <p>- דיון במושגים סטטיסטיים בסיסיים: המשתנה, ערכי המשתנה, סוגי משתנים (למשל, איכותי וכמותי, רציף ובדיד), נתונים גולמיים, התפלגות נתונים ומאפייניה (מספר הנתונים, מרכז, פיזור, צפיפות, צורה, סימטריה, סטייה מהמרכז, נתונים חריגים). חשיפה ראשונית בלבד מבלי להגדיר בדקדקנות כל מושג.</p> <p>- היכרות עם דיאגרמת מלבנים פשוטה, בה כל ערך מיוצג בנפרד (למשל על ידי מדבקה עגולה, X, או ריבוע). מבנה הדיאגרמה: כותרת, שם הציר האופקי, שנתות הציר, כיוון העמודות (עמודות אנכיות או אופקיות). לבחירה, ייצוגים גרפיים נוספים של התפלגות: דיאגרמת מנייה (tally chart) ופיקטוגרם.</p> <p>- השוואה בין תיאורים שונים של אותם הנתונים: רשימה, טבלה, ודיאגרמה.</p> <p>- פיתוח מיומנויות בסיסיות: ארגון קבוצת נתונים גולמיים בעזרת רשימה, טבלה, או סידור כרטיסיות; בנייה של טבלה ודיאגרמת מלבנים פשוטות; קביעת כותרות וחישוב סכום כולל בטבלה; קביעת כותרת, מקרא, ציר ושנתות בדיאגרמה (שמירה על קנה מידה); ייצוג ערכים ששכיחותם אפס בדיאגרמה; קריאה ופרשנות אינטואיטיביים של ייצוגי נתונים.</p> <p>שימוש בגיליון אלקטרוני, או במחשבון גרפי, להכנסת נתונים ולארגונם הראשוני בטבלה: כותרות בשורה ראשונה, מיקום משתנים בעמודות ורשומות בשורות. פעולות בסיסיות על תא, עמודה ושורה.</p> <p>- דיון פדגוגי:</p> <p>- תלמידים צעירים נוטים להציג בגרף כל ערך במציאות באמצעות סמל נפרד משלו ולשמור על פרטים רבים, גם אם אינם רלוונטיים לחקירה.</p> <p>- תלמידים יוצרים ייצוגים אינטואיטיביים לנתונים ומשווים בין הייצוגים שהומצאו. מומלץ שהמורים יאספו בכיתותיהם דוגמאות לייצוגים שתלמידים יצרו.</p> <p>- שימוש בעזרים פשוטים, כמו כרטיסיות צבעוניות, לתמיכה בבניית ייצוגים על-ידי התלמידים.</p> <p>- פיתוח מיומנויות בסיסיות, שקיימות אצל תלמידים צעירים, לצורך בניית ייצוגי נתונים: סידור, מיון, חלוקה לקבוצות, השוואה, ארגון חד-ממדי ודו-ממדי, ארגון בטבלה.</p> <p>מקור לעיון בנושא חשיבת תלמידים על התפלגות </p> <p>(באנגלית): Bakker & Gravemeijer (2004)</p> | <p>- מושג המשתנה;</p> <p>- קבוצת נתונים גולמיים;</p> <p>- התפלגות של קבוצת נתונים, תכונות ודרכי ייצוג.</p> | <p>2. התפלגות של משתנה אחד (4 ש')</p> |

| דידקטיקה, המלצות ודוגמאות | תכנים | נושא |
|---|--|---|
| <p>- הפעילויות בשלב זה מוסיפות את המרכיבים הבאים לעומת קודמותיהן:</p> <p>- פעילות ודיון בניסוח שאלות מחקר מעניינות ופוריות;</p> <p>תכנון המחקר מבחינת שיטת הדגימה; דיון במושגים: אוכלוסיה ומדגם, דגימה, וייצוגיות.</p> <p>- שימוש במדידות לאיסוף נתונים, יחידות מידה.</p> <p>- דגש על פעולת ההקבצה: יצירת תת-קבוצות של נתונים בהתפלגות הנחקרת לפי קטגוריות שונות; השוואה בין דרכי הקבצה שונות של אותם נתונים.</p> <p>- השוואה בין שונות בנתונים, הנובעת מטבעה של התופעה הנחקרת (תכונות העצמים הנבדקים), ובין שונות שמקורה בתהליך המדידה (שגיאות מדידה, דיוק במדידה).</p> <p>- התפלגות שכיחויות (צורה, מרכז ופיזור).</p> <p>- פיתוח מיומנויות: ניסוח שאלת מחקר, בחירת מדגם אקראי, מדידה, הקבצה של נתונים מסודרים, בנייה וקריאה של טבלה ודיאגרמה מקובצת, ייצוג לקבוצת ערכים ששכיחותה אפס, קריאה ופירוש אינטואיטיביים של ייצוגי נתונים מקובצים, ביטוי של שכיחות יחסית באמצעות שבר פשוט ועשרוני.</p> <p>לבחירה, שימוש בגיליון אלקטרוני להקבצת נתונים, בניית טבלת שכיחות וייצוגה הגרפי. </p> <p>- היכרות עם ייצוגים טבלאיים וגרפיים של נתונים מקובצים: טבלת שכיחות, דיאגרמת מלבנים מקובצת, דיאגרמת עיגול; ייצוג מוחלט ויחסי של שכיחות הקבוצות בטבלאות ובגרפים השונים. לבחירה, ייצוגים נוספים: גזע ועלים, והיסטוגרם. נושאים אלה יידונו גם בהמשך היחידה.</p> <p>- דיון פדגוגי:</p> <p>- תרגילים בפיתוח שאלות מחקר מעניינות ופוריות;</p> <p>- שימוש בקטעים מן העיתונות: קריאה ביקורתית של דיווחים מחקריים, תוך התייחסות לשיטת הדגימה, להכללה מן המדגם, לדיווח הממצאים, ייצוגי נתונים, וכדומה.</p> <p>מקור לעיון בנושא ייצוג גרפי של נתונים (מתורגם לעברית): (Friel, Bright & Curcio, 1997)</p> | <p>- סיווג, מיון, סידור וחלוקה לקבוצות של נתונים;</p> <p>- שכיחות ושכיחות יחסית, התפלגות שכיחויות;</p> <p>- ייצוגים של נתונים מקובצים;</p> <p>- דגימה;</p> <p>- מדידה.</p> | <p>3. חקר נתונים מקובצים של משתנה אחד (4 ש')</p> |

| דידקטיקה, המלצות ודוגמאות | תכנים | נושא |
|--|--|---|
| <p>- הפעילויות בשלב זה מוסיפות את המרכיבים הבאים לעומת קודמותיהן :</p> <p>- רעיון הייצוגיות וצמצום הנתונים : שימוש במדדים נומריים כדי לייצג התפלגות נתונים.</p> <p>- השוואה בין מדדים שונים ודיון במשמעותם ובדרכי השימוש בהם.</p> <p>- הבנת היתרונות והמגבלות של מדדים, כמייצגים קבוצת נתונים.</p> <p>- העמקה בתכונות של מדדים, למשל : מגבלות השימוש, רגישות לשינוי ולערכים קיצוניים, השפעת שינוי בקבוצת הנתונים על המדדים. הסקת מסקנות על סמך מדדים נתונים, שחזור מקורב של נתונים על סמך מדדים, שינוי בנתונים והשפעתו על המדדים, בחירת מדדים המייצגים קבוצת נתונים בהתאם לאופי הבעיה הנחקרת, לשאלת המחקר, ולסוג הנתונים.</p> <p>- דיון פדגוגי :</p> <p>- אומדן של מדדים.</p> <p>- בנוסף לחישוב מדדים חשוב לעסוק בשאלות מושגיות, שמסייעות להעמקת ההבנה.</p> <p>- הפער בין ידיעת האלגוריתם לחישוב מדד ובין הבנה מושגית.</p> <p>- לבחירה : גרף המשלב ייצוג של המרכז והשוונות של התפלגות נתונים : דיאגרמת חמשת המספרים – boxplot ראה יישומון :</p> <p>http://www.shodor.org/interactivate/activities/boxplot/</p> <p>מקור לעיון בנושא ההבנה של מדדי מרכז (מתורגם לעברית) : Russell & Mokros, 1996</p> | <p>- רעיון הייצוגיות</p> <p>- מושג השונות (variability) ;</p> <p>- מדדי מרכז : חציון וממוצע חשבוני ;</p> <p>- מדדי פיזור : טווח, טווח בין-רבעוני וסטיית תקן ;</p> <p>- שימוש, משמעויות וייצוגים גרפיים של מדדים.</p> | <p>4. מדדים סטטיסטיים לייצוג המרכז ומידת הפיזור של התפלגות נתונים (6 ש')</p> |

| דידקטיקה, המלצות ודוגמאות | תכנים | נושא |
|--|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - הפעילויות בשלב זה מוסיפות את המרכיבים הבאים לעומת קודמותיהן : - שיטות השוואה לא פורמאליות בין קבוצות באמצעות מדדי מרכז ופיזור וייצוגים גרפיים. - השוואת קבוצות שוות ושונות בגודלן. - העיקרון של שיטות השוואה פורמליות/סטטיסטיות בין קבוצות (רעיון המובהקות). - הצורך בסולם אחיד להשוואה בין קבוצות נתונים. - קריאה והבנה של ייצוגי נתונים המאפשרים להשוות בין קבוצות : טבלאות שמציגות שני משתנים ויותר (כולל טבלאות של שכיחות מוחלטת ויחסית); דיאגרמות עמודות (כולל דיאגרמת עמודות כפולות, דיאגרמה שהעמודות יוצאות מציר משותף לכיוונים מנוגדים, דיאגרמות סמוכות שמציגות כל התפלגות בנפרד, ודיאגרמות שמציגות את הנתונים באופן מוחלט ויחסי). - לבחירה : השוואה בין קבוצות באמצעות הצבה של שתי דיאגרמות חמשת המספרים (boxplot) זו מעל זו. - קריאה ביקורתית של מידע סטטיסטי, המובא באמצעי התקשורת, בו משוות אוכלוסיות. - מקור לעיון בנושא ההבנה של השוואת התפלגויות : 📖 Watson & Moritz, 1999. | <ul style="list-style-type: none"> - שונות בתוך קבוצה ושונות בין קבוצות. | <p>5. השוואה בין קבוצות נתונים (4 ש')</p> |

| דידקטיקה, המלצות ודוגמאות | תכנים | נושא |
|--|------------------------------------|------------------------------|
| <p>- פעילות חקר סטטיסטי אותנטית וממושכת הכוללת את כל הרעיונות והשיטות שנלמדים במשך היחידה. שלבים עיקריים בביצוע פרויקט מחקר: ניסוח שאלת מחקר, תכנון המחקר, ביצוע מחקר גישוש, אסוף נתונים, ארגון וניתוח הנתונים, הכנת דו"ח, הצגת ממצאים.</p> <p>- דיון פדגוגי בשאלות הקשורות לביצוע פרויקטים ארוכי טווח:</p> <ul style="list-style-type: none"> - העקרונות של למידה באמצעות פרויקט; - הקשר בין הלמידה ה"שגרתית" בכיתה ובין ביצוע הפרויקט; - עבודה בקבוצות (זוגות) מול עבודה יחידנית; - כיצד לגרום להנעה לביצוע פרויקטים? - כיצד לסייע בבחירת תחום לחקירה ולשפר ניסוח שאלות מחקר מעניינות ופוריות מבחינה סטטיסטית? - כיצד ללוות את עבודת החקר של התלמידים ולתת משוב עליה? - כיצד להעריך את הפרויקטים? - סיכום הלמידה והעבודה על הפרויקטים באירוע חגיגי בשילוב קהילת בית הספר וההורים; - סקרים קצרים הניתנים לביצוע מהיר וניתוחם; - הצגת הפרויקטים: כל קבוצה מציגה מבחר תוצרים מהפרויקט שלה (מומלץ שימוש במצגת); - תערוכת פרויקטים; - הצגת תוצרים נוספים ממהלך הקורס. <p>לבחירה: שימוש באינטרנט לאיסוף נתונים על נושאים נבחרים. </p> <p>- הנחיות כיצד להדריך ולהעריך פרויקט מחקר סטטיסטי ניתן למצוא בספר: סטטיסטיקה – משימות חקר נתונים בעזרת מחשב (בן-צבי ופרידלנדר, 1997) ובמדריך למורה של ספר זה (בן-צבי ואוזרוסו, 2001).</p> | <p>- תכנון וביצוע מחקר סטטיסטי</p> | <p>6. פרויקט מחקר (8 ש')</p> |

| דידקטיקה, המלצות ודוגמאות | תכנים | נושא |
|---|---|--------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> - שתי אפשרויות עיקריות להערכה של הלמידה במודולה : - הערכה של פרויקט מחקר המתבצעת באמצעות הערכת עמיתים והערכת המורה ; - מבחן מסכם קצר. - ניתן להסתפק בהערכה של פרויקט המחקר, או לשלב בין שתי האפשרויות. | <ul style="list-style-type: none"> - פרויקט מחקר - מבחן | <p>7. הערכת הלמידה (2 ש')</p> |
| <ul style="list-style-type: none"> - קשר בין משתנים : שונות מצרפית (covariation), גרף פיזור, מדדי קשר ; - ההיסטוריה של הסטטיסטיקה ; - בחינת מהימנות ותוקף של מסקנות הסטטיסטיות ; - סטטיסטיקה ומוסר, פרטיות ושמירת סודיות ; - קבלת החלטות בתנאי אי-ודאות, טעויות חשיבה נפוצות בתחום זה, מחקרים של טברסקי וכהנמן ; - שימושי הסטטיסטיקה : מפקד אוכלוסין, סקרים בטלפון, סקרים בינלאומיים, תחזיות כלכליות, סטטיסטיקה ומשפט, וכדומה ; - לשכות סטטיסטיות של מדינות ולשכות בינלאומיות והמידע הסטטיסטי שניתן להפיק מהן. | <ul style="list-style-type: none"> - אוסף נושאים הקשורים לסטטיסטיקה להרחבה | <p>8. נושאים נבחרים</p> |

מקורות

ספרים

Moore, D. (2004). *The Basic Practice of Statistics* (3rd edition). New York: Freeman. (The book's Website: <http://bcs.whfreeman.com/bps3e/>)

ספר יסוד בסטטיסטיקה ברמה בסיסית של קורס מבוא באוניברסיטה.

Moore, D. (2001). *Statistics: Concepts and Controversies* (5th edition). New York: Freeman. (The book's Website: <http://www.whfreeman.com/scc/>)

ספר יסוד בסטטיסטיקה ברמה בסיסית של קורס מבוא באוניברסיטה.

Ben-Zvi, D., & Garfield, J. B. (Eds), (In press). *The Challenge of Developing Statistical Literacy, Reasoning, and Thinking*. Dordrecht, the Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

אוסף מחקרים שעוסקים באתגר של פיתוח חשיבה ואוריינות סטטיסטיות.

בן-צבי, ד', ואוזרוסו, ג' (2001). סטטיסטיקה – משימות חקר נתונים בעזרת מחשב (מדריך למורה). רחובות: מכון ויצמן למדע.

ספר דידקטי בעיקרו.

פעילויות

בן-צבי, ד', ופרידלנדר, א. (1997). סטטיסטיקה – משימות חקר נתונים בעזרת מחשב (ספר לתלמיד). רחובות: מכון ויצמן למדע.

בן-צבי, ד. (בהכנה). אוגדן למורה: חקר נתונים. אוניברסיטת חיפה: מרכז מורים ארצי למתמטיקה בחינוך היסודי והקדם יסודי.

מאמרים (המאמרים בעברית תורגמו על-ידי מרכז המורים הארצי למתמטיקה בחינוך היסודי

והקדם יסודי באוניברסיטת חיפה וניתן להורידם בכתובת: [http://mathcenter-](http://mathcenter-k6.haifa.ac.il/artilistTrans.htm)

[k6.haifa.ac.il/artilistTrans.htm](http://mathcenter-k6.haifa.ac.il/artilistTrans.htm)

יצירת גרפים – האם התלמידים באמת מבינים את הנתונים? מבוסס על:

Feicht, L. (1999). Making Charts: Do Your Students Really Understand The Data?

Mathematics teaching in the Middle School, (5)1, 16–18.

הבנת ההבנה של התלמידים על גרפים, מבוסס על:

Friel, S. N., Bright G. W., & Curcio F. R. (1997). Understanding Student's Understanding of Graphs,

Mathematics Teaching In the Middle School, 3(3), 224–227.

מה ילדים מבינים על הממוצע? מבוסס על:

Russell, S. J., & Mokros, J. 1996). What Do Children Understand about Average? *Teaching Children Mathematics*, 2(6), 360–364.

- Bakker, A., & Gravemeijer, K. P. E. (2004). Learning to reason about distributions. In D. Ben-Zvi, & J. Garfield (Eds.), *The Challenge of Developing Statistical Literacy, Reasoning, and Thinking*. Dordrecht: Kluwer.
- Ben-Zvi, D. (2004). Reasoning about data analysis. In D. Ben-Zvi, & J. Garfield (Eds.), *The Challenge of Developing Statistical Literacy, Reasoning, and Thinking*. Dordrecht: Kluwer.
- Gal, I. (2002). Adult's statistical literacy: meanings, components, responsibilities. [And discussions by Watson, J. M., Ottaviani, M. G., Rumsey, D. J. Batanero, C., Ahlgren, A., Weldon, K. L., & Snell, J. L., and the author's response.] *International Statistical Review* 70(1), 1-51.
- Konold, C., & Higgins, T. (2003). Reasoning about data. In J. Kilpatrick, W. G. Martin, & D. E. Schifter (Eds.), *A research companion to principles and standards for school mathematics* (pp.193-215). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). [Older online version: <http://www.umass.edu/srri/serg/papers/KonoldHiggins72001.pdf>]
- Watson, J. M., & Moritz, J. B. (1999). The beginning of statistical inference: Comparing two data sets. *Educational Studies in Mathematics* 37(2), 145-168.

אתרים

האגודה הבינלאומית לחינוך סטטיסטי (The International Association for Statistical

: Education)

כנסים, פרסומים, משאבים בתחום החינוך הסטטיסטי, וכתב עת

Statistical Education Research Journal

<http://www.stat.auckland.ac.nz/~iase/>

(Consortium for the Advancement of Undergraduate Statistics Education) CAUSE

משאבים מגוונים עבור קורסי מבוא באוניברסיטה.

<http://www.causeweb.org/>

ARTIST

משאבים להערכה של למידת סטטיסטיקה עבור קורסי מבוא.

<http://www.gen.umn.edu/artist/about.html>

(The Data and Story Library) DASL

ספרייה של קיבצי נתונים ו"סיפורים", שמאפשרים להדגים את השימוש בשיטות

סטטיסטיות בסיסיות.

<http://lib.stat.cmu.edu/DASL/>

הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה של ישראל

מקור ראשי לנתונים עדכניים על מגוון תחומים במדינת ישראל.

<http://www.cbs.gov.il/>

מודולת העשרה

מטרת מודולות העשרה היא לימוד נושא מתמטי חדש בדרך שתאפשר הצצה אל עולם המתמטיקה ותרבותו או אל היבטים מתקדמים בפסיכולוגיה של לימוד והוראת המתמטיקה. שיקול מרכזי בהחלטה על נושאי מודולות העשרה הוא צוות ההוראה במרכז ההכשרה והתמחותו הייחודית בתחום המתמטיקה או הוראת המתמטיקה. שיקול נוסף הוא הצרכים של אוכלוסיית המורים המתמקצעים במרכז ההכשרה, מהיבטים אלו ייתכנו הבדלים מהותיים בין אזורים שונים ומרכזים שונים.

הרשימה להלן היא רשימה של נושאים שעלתה במהלך דיוני הוועדה. חלקה נובעת מבקשות שהועלו על ידי מרכזים שונים וחלקה מניתוח תכנית הלימודים של בית הספר ומניתוח התכניות שהתבצעו במרכזים השונים במחזור הראשון של ההתמקצעות תשס"ב – תשס"ד.

- סדנא בפתרון בעיות לא שגרתיות
- נושאים בהיסטוריה של המתמטיקה
- היבטים פילוסופיים של המתמטיקה
- תורת המספרים
- קבוצות של מספרים
- חקר נתונים
- הסתברות וקומבינטוריקה
- סביבות למידה עתירות טכנולוגיה
- כל נושא מתמטי על פי מומחיות אנשי הצוות במרכז ההכשרה
- התלמיד המתקשה במתמטיקה
- התפתחות מושג המספר : גישות תיאורטיות והשתמעויות דידקטיות
- סמינריון בקריאת מאמרים דידקטיים-מתמטיים
- היבטים פסיכולוגיים של הוראת המתמטיקה
- היבטים קוגניטיביים של הוראת הגיאומטריה : גישות תיאורטיות והשתמעויות דידקטיות
- למידה והוראה בכיתה הטרוגנית
- טיפוח תלמידים בעלי יכולת ועניין במתמטיקה
- מאריתמטיקה לאלגברה