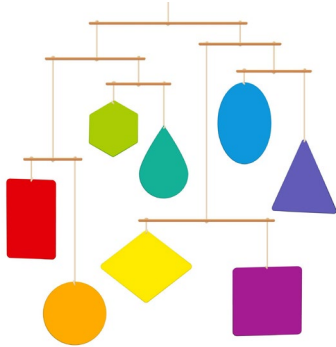




אתגר המרצדת (מובייל) הכי מורכבת

פיתוח: ד"ר ליאורה ביאלר

כיתה: ח'

נושא מרכזי: כוחות ותנועה- מנופים

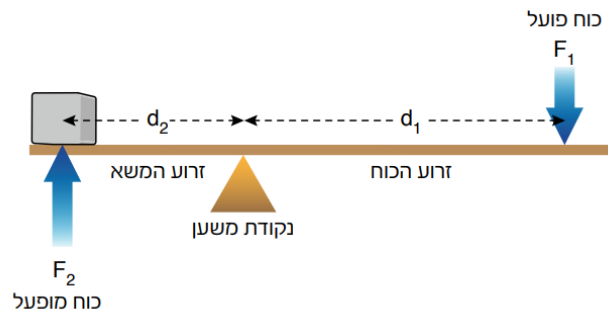
נושא משנה: השפעת השימוש בכוחות על החברה ועל הסביבה

ציון דרך: המנוף והמישור המשופע כמגבירי כוח

אחד מחפצי הנוי שגורמים שמחה לילדים ואף למבוגרים הן המרצדות, המוביילים. מרצדת היא בעצם "פסל נע" שעליו תלויים חפצים לנוי.

המשימה היא בנייה של מרצדת (מובייל) מורכבת עם "זרועות" מסתעפים תוך שמירת איזון של כל "זרוע" וקישור בין בניית המרצדת לחוק המנוף. מרצדת היא בעצם אוסף מנופים מסוג 1, כלומר נקודת המשען בכל "זרוע" של המרצדת ממוקמת בין זרוע המשא לבין זרוע הכוח.

את הפעילות רצוי לבצע בקבוצה אך בעת חרום כשהתלמידים בביתם לבד ולא ניתן לקבצם, ניתן אף לבצע כיחידים.



מתוך "חוקרים חומר ואנרגיה ב-" - "אינטראקציה, כוחות ותנועה", פרק 15 "כוחות בשירות האדם", עמוד 396, מטמו"ן חדש

את הלמידה מלוות מצגות מתאימות לתלמיד. תוכלו להתאים אותן לצרכי הכיתה במידת הצורך.

את אתגר המרצדת ניתן ללמד בשתי גישות: 1. [אינדוקטיבית](#) – מן הפרטים את הכלל ו-2. [דדוקטיבית](#) – המן הכלל אל הפרטים והיישום.

בגישה אינדוקטיבית – מן הפרטים אל הכלל

הלמידה בגישה זו מורכבת מכמה שלבים:

- הצגת האתגר של בניית מרצדת מורכבת
- הסקת מסקנות מבניית המרצדת
- המשגת חוק המנוף (בתיווך המורה)
- בחינת יישום חוק המנוף במרצדת שבנו התלמידים

תוכלו לראות את כל השלבים לתלמיד יחד ב"מצגת משותפת- מרצדת בגישה אינדוקטיבית" בדרייב נמצאות גם מצגות נפרדות לכל שלב שהקישורים להורדת עותק שלהן (יאפשר להתאים לכיתתכם) נמצאים בכל שלב במדריך שלהלן.

א. הצגת האתגר

האתגר מתחיל בפעילות חווייתית של בניית מרצדת ממנה תגזרנה מסקנות על הדרכים שנקטו התלמידים לאיזון של ענפי המרצדת כשהחפצים התלויים היו בעלי משקל שווה או שונה. (שיקופיות 1, 2 במצגת "אתגר בניית המרצדת")

שימו לב! לחיצה על הקישור תוביל אתכם לאחר שהייה קצרה הדורשת מעט סבלנות להורדת עותק משלכם של המצגות אותו תוכלו להתאים לצורכי הכיתה.

2 המשימה שלכם

בנו מרצדת מורכבת ככל שתוכלו. נסו שיהיו בה יותר מזרוע אופקית אחת. כלומר מתחת לזרוע העליונה תהיה זרוע תחתונה המחוברת לעליונה בעזרת חוט/חבל ותלויים עליה חפצים וכן הלאה ועדיין ישמר האיזון בכל זרוע.

נסו למצוא מגוון דרכים לאזן כל זרוע.

זהירות: אם ברצונכם לנקב חפץ כדי לסייע בתלייתו – עשו זאת אך ורק בעזרת החרים.

תלו את המרצדת שבניתם על ו או אי ידית

צלמו ושלחו את התמונה של המרצדת לפי הנחיות המורה.

1 המרצדת המורכבת

אחד מחפצי הניי שגרם שמחה לחימוק ואף למבוגרים היא המרצדת, המוביל שהיא בעצם "פסל נע" שעליו תלויים חפצים לנוי.

המרצדת מבוססת על שיווי משקל ויצירת איזון בכל אחת מן הזרועות של המרצדת למחת החפצים התלויים עליהם.

בעת הבנייה יווכחו התלמידים כי ניתן להשיג איזון של זרועות המרצדת באמצעות שינוי של משקל החפצים התלויים בקצוות של הזרועות או באמצעות שנוי של המרחק בין נקודת התליה של חפץ במרצדת ונקודת המשען שבו תלויה הזרוע. חשוב לעודד אותם לבחון את שתי הדרכים מבלי לתת הנחיות מפורשות.

עודדו אותם לתלות את החפצים באופן רופף שיאפשר להורידם לצורכי מדידות משקל בשלב הסקת המסקנות ולשוב לתלות את החפצים אחר כך.



מינהלת מל"מ
המרכז הישראלי לחינוך מדעי-טכנולוגי
ע"ש עמוס דה-שליט



משרד החינוך
המזכירות הפדגוגית
אגף מדעים



סיכום בניית המרצדת

חשוב שהתלמידים יתייחסו רפלקטיבית לאתגר

שבתהליך הבנייה ולמה שלמדו באופן ספונטני

בתהליך (שיקופית 5).

התאמות לשונות לומדים

יש תלמידים שעשויים להתקשות בתכנון בניית המרצדת. תוכלו לסייע להם באמצעות שאלות מכוונות ו/או בעזרת רשימת ציוד מוצעת (שיקופיות 3, 4).

רשימת ציוד וחומרים

- ענפים דקים אך חזקים / שיפודים / קשים קשיחים/קולבים
- חבל דק (שפנט / אריזה / חוט צמר / חוט דיג / חוט רקמה עבה / סרט מתנת דק)
- עצמים מגוונים לתליה שנקשרים סביב או מונקבים כמו חרוזים / צדפים / בובות קטנות / יצירות מפינו או דס וכל מה שתחשבו שמתאים ויש לכם בבית ובסביבה הקרובה
- סלטיף, דבק, אטבים משרדיים
- סרגל
- מאזני מטבח רגישים

תמיכה בתכנון המרצדת

חשבו וענו על השאלות הבאות טרם בניית המרצדת:

1. מה מטרת המוביל? האם הוא רק לנוי או יש בו שימוש?
- מה יהיה מספר הזרועות במוביל?
- מה יהיה מספר החפצים התלויים על המוביל?
- מה סוג החפצים התלויים?
- באלו אופנים ניתן לאזן את זרועות המרצדת?

יש תלמידים שניתן לבקש מהם לבצע משימה מורכבת מעט יותר תוך כדי בניית המרצדת. המשימה דורשת למדוד משקל של החפצים במד כוח או במאזנים ביתיים לפני שהם תולים אותם. ההליך פוגע בספונטניות של הבנייה היצירתית של המרצדת ולכן השימוש בהליך זה ונתון לשיקולכם.

בתום הבניה, בקשו מן התלמידים לצלם את המרצדת שבנו ולשלוח את התמונה לאתר שיתופי ולכן כדאי להכין תשתית שיתופית להעלאה של תמונות של המרצדות שנבנו לעיון על ידי עמיתים (מצגת שיתופית, [Padlet](#), [Flipbook maker](#), [Emaze gallery](#) ועוד) ולשלוח לתלמידים את כתובת האתר המתאים.

ב. הסקת מסקנות ולמידה מבניית המרצדת (מצגת הסקת מסקנות)

לאחר ביצוע האתגר יתבצע הקשר בין בניית המרצדת לשפה המדעית הפורמלית. הלמידה תתבצע בכמה שלבים שיתוארו להלן. בשלב זה התלמידים מכירים מנוף מסוג 1 בעזרת תמונה ואחר כך מזהים מנופים ורכיביהם במרצדת שבנו. כמו כן, התלמידים בוחנים את הביטוי של חוק המנוף במרצדת שבנו באופן איכותני מבלי ללמוד את החוק על ידי סדרת שאלות וביצועי הבנה שמוצגות ללומדים בעזרת השיקופיות המוצגות להלן.

1. הצגת מנוף "נדנדה" (סוג 1)
ואפיון המרצדת כלקט מנופים.

הסקת מסקנות ולמידה מבניית המרצדת

מנוף הוא כלי המאפשר לנו להפעיל כוחות לצרכינו.
ענף של מרצדת דומה לנדנדה שגם היא סוג של מנוף.
מרצדת היא בעצם מערכת של מנופים קטנים.



1

הסקת מסקנות ולמידה מבניית המרצדת

מנוף הוא כלי המאפשר לנו להפעיל כוחות לצרכינו.
ענף של מרצדת דומה לדנדה שגם היא סוג של מנוף.
מרצדת היא בעצם מערכת של מנופים קטנים.

2

1. התבוננו במרצדת שבניתם וזהו את כל המנופים ("דנדנות") שבמרצדת
2. הוסיפו לצילום של המרצדת סימון של כל המנופים ("הדנדנות") ומספרו אותם מלמעלה למטה.
3. סמנו בעיגול צבעוני את נקודת המשען בכל מנוף במרצדת.
4. צלמו שנית ושלחו את הצילום לכתובת אליה הופניתם על ידי המורה.

3

נסו והשיבו:

1. מה יקרה לאיזון כל זרוע במרצדת (במנוף) אם נקרב או נרחיק את מקום תליית החפצים / מנקודת המשען?
- ❖ כיצד ניתן לאזן מחדש את המנוף מבלי לשנות את מקום תליית החפצים?
2. מה יקרה לאיזון כל זרוע במרצדת (במנוף) אם נסוף או נפחית משקל באחד מן הצדדים של הזרוע?
- ❖ כיצד ניתן לאזן מחדש את המנוף מבלי לשנות את המשקל התלוי?

4

מסקנים
אלו שני גורמים משפיעים על איזון המנוף?

מחקו את המיותר:

1. כשהמרחק בין מקום תליית החפצים לנקודת המשען (המקום בו תליה הזרוע) משני הצדדים אינו שווה, ניתן לתלות על הזרוע חפצים במשקל שווה / שונה.
2. כשרוצים לתלות משני צדי זרוע של המרצדת חפצים במשקל שונה, יש לתלות אותם במרחק שווה / שונה מנקודת המשען (המקום בו תליה הזרוע).
3. ככל שהמשקל התלוי על זרוע של המרצדת גדול יותר בהשוואה למשקל החפצים בצד השני, יש לתלות אותו קרוב יותר / רחוק יותר מנקודת המשען כדי לשמור על איזון הזרוע.
4. ככל שהמשקל התלוי על זרוע של המרצדת קטן יותר בהשוואה למשקל החפצים בצד השני, יש לתלות אותו קרוב יותר / רחוק יותר מנקודת המשען כדי לשמור על איזון הזרוע.

2. הצגת מנוף "דנדה" (סוג 1) ואפיון המרצדת כלקט מנופים.

3. זיהוי המנופים ("דנדנות") במרצדת ומספורם על צילום המרצדת שבנו התלמידים ומשלוח חוזר לכתובת האינטרנטית שתקבעו.

- תוכלו לעיין בתוצרים של הלומדים ולהעריך באיזו מידה זיהו את כל המנופים במרצדת שלהם.

4. ביצוע שינויים מכוונים (של מרחקים או משקל) במרצדת ובדיקת האיזון של זרועות המרצדת בעקבות שינויים אלה.

5. הצעת פעולות להשבת האיזון מחדש לזרועות המרצדת.

6. ציון הגורמים המשפיעים על איזון "ענפי המרצדת".

7. שיקוף הבנת הלומדים על היחס בין המרחקים בין נקודת המשען לנקודת תליית החפצים לבין המשקלים התלויים עליהם באמצעות מחיקת המיותר במשפטי סיכום.

ג. המשגת חוק המנוף

שלב זה יעשה בתיווך המורה.

הציגו את אופן פעולת המנוף ואת חוק המנוף בעזרת האפשרויות הבאות:

- הצעות שבשיעור המצולם שהוכן ע"י מרכז המורים הארצי ובחומרי העזר שלו.
- שימוש בסרטון שמדובב לעברית על המנוף
- פעילויות מתוך יחידת הלימוד של התלמידים בדומה להתנסויות שמופיעה בהמשך מתוך מטמון¹ חדש¹.
- פעילות חוק המנוף מתוך אתר מו"טנט (הסרטון המוצע דובר אנגלית- כדאי להקריין ללא קול ולעצור ולהסביר מדי פעם).

ד. בדיקת ביטוי חוק המנוף במרצדת (מצגת – בודקים את חוק המנוף במרצדת)

2

המרצדת כסדרת מנופים

1. התבוננו היטב במרצדת שבתמונה ובסימונים עליה.
2. על סמך מה שלמדתם על מבנה המנוף, בנו מקרא לסימונים שעל התמונה:

גופים בעלי משקל
התלויים בקצה זרוע הכוח

1. ביסוס הבנת מבנה המנוף במרצדת ובקרה עצמית. במידת הצורך שובו והציגו את תמונת המנוף שבשיקופית 1 במצגת "הסקת מסקנות"
- התלמידים יכולים להחליט באופן חופשי מה תהיה זרוע הכוח ומה זרוע המשא.

2. ביצוע מדידות ועיבודן

פעילות זו כדאי לבצע בקבוצה, כאשר תלמידים שונים לוקחים על עצמם תפקידים שונים (מודדי אורך, מסירי חפצים תלויים על זרועות ושקילתם, הזנת נתונים לאקסל וביצוע חישובים)

א. ביצוע מדידות של אורכי זרועות ומשקלים של ה"כוח" וה"משא".

ב. ארגון נתונים בטבלת אקסל.

ג. חישוב מכפלות של אורך הזרוע במשקל התלוי עליה.

ד. השוואת המכפלות והסקת מסקנות

3

בודקים את חוק המנוף במרצדת

1. מקדו את אורך זרוע הכוח וזרוע המשא בכל אחד ממנופי המרצדת, כלומר את המרחק בין נקודת המשען למקום תליית החפצים (העזרו בסימון עם מקרא בשיקופית הקודמת).
2. הורידו את כל הגופים התלויים בכל צד של הזרועות ושקלו אותם בעזרת מד כוח.
3. שובו ותלו את הגופים על זרועות המרצדת
4. ארגנו את התוצאות בטבלת אקסל. הקפידו על ציון היחידות.
5. עבור כל זרוע (זרוע הכוח או זרוע המשא), הכפילו את אורך הזרוע במשקל שהיה תלוי עליה (כיצד תעשו זאת באקסל?).
6. השוו את המכפלה של משקל החפצים ואורך הזרוע שלהם משני צדי כל מנוף במרצדת.
7. האם ישנה חוקיות שחוזרת על עצמה?

¹ למשל, "חוקרים חומר ואנרגיה ב", שער 4, אינטראקציה, כוחות ותנועה, עמוד 390, מטמון חדש

1. סיכום הלמידה בשיח מורה תלמידים
- א. מומלץ לשתף את התוצאות באקסל של קבוצות שונות של תלמידים ולבחון את המסקנות שקבלו בצוותא.
- ב. לשוב ולנסח את חוק המנוף
- ג. אפשר להציע לתלמידים ליישם את מה שלמדו ולשכלל את המרצדת שבנו ולהפוך אותה למורכבת עוד יותר.

בגישה דדוקטיבית – מן הכלל אל הפרטים והיישום

אתגר בניית המרצדת יוצג ללומדים כמשימת יישום וביצוע הבנה לאחר למידה מקדימה של חוק המנוף.

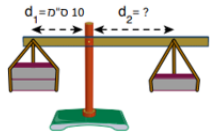
א. למידה מקדימה

בתהליך הלמידה המקדים כדאי לשלב התנסות בניסוי כמו זה שמוצג בעמוד 360 בפרק "אינטראקציה כוחות ותנועה" ביחידת הלימוד "חוקרים חומר ואנרגיה ב" של מטמון חדש.

העזרו גם בהצעות המופיעות לעיל.



ניסוי



מטרת הניסוי
מציאת חוקי הקשורה לאיזון מוט התלוי על נקודת משען בעזרת משקולות שונות.

ציוד וחומרים
מוט התלוי על נקודת משען (ציר) וכמה משקולות זהות שאפשר לתלות על המוט.

מהלך הניסוי

- מקמו שתי משקולות על הזרוע השמאלית של המוט במרחק 10 ס"מ מנקודת המשען (נסמן מרחק זה ב- d_1). המשקולות מפעילות על המוט כוח השווה בגודלו למשקל (נסמן כוח זה ב- F_1). אחזו את המוט בידכם כדי שלא יסתובב.
- עליכם לאזן את המוט באמצעות משקולת אחת בלבד. סמנו את המרחק מנקודת המשען שבה התקבל האיזון ב- d_2 . את הכוח שמפעילה המשקולת על המוט נסמן ב- F_2 . מהו המרחק? האם הוא גדול או קטן מ- d_1 ?
- כעת נסו לאזן את המוט על-ידי מספר שונה של משקולות (זהות), וסמנו בעבור כל איזון את המרחק שהתקבל מנקודת המשען.
- רשמו בטבלה 1 את פרטי האפשרויות שבהן הצלחתם לאזן את המוט שבצדו השמאלי שתי משקולות במרחק 10 ס"מ מנקודת המשען.

טבלה 1: אפשרויות האיזון (בזרוע ימין) של משקולות שונות

אפשרות	משקל המשקולות (או מספר המשקולות) - F_2	מרחק מנקודת המשען - d_2
1		
2		
3		

הסקת מסקנות

- כתבו במחברתכם את המשפט הבא תוך שימוש במילים הנכונות:
ככל שמשקל המשקולות (או מספרן) גדול יותר בזרוע ימין, יש להניח **קרוב/רחוק** יותר מנקודת המשען כדי לאזן את המוט.
- כפלו בכל אחת מהאפשרויות בטבלה 1 את משקל המשקולות במרחקה מנקודת המשען ($F_2 \times d_2$). מה מסקנתכם מהתוצאה?
- חשבו את המכפלה $F_1 \times d_1$ על פי הנתונים שניתנו במהלך הניסוי (סעיף 1), והשוו אותה לתוצאה שקיבלתם בסעיף הקודם. מה מסקנתכם?

לקשר שקיבלתם קוראים **חוק המנוף**.

ב. יישום הנלמד בבניית מרצדת מורכבת - מצגת יישום חוק המנוף בבניית מרצדת

לאחר הלמידה של מבנה המנוף וחוק המנוף יש לבקש מן הלומדים לבנות מרצדת מורכבת ככל האפשר תוך שימוש במה שלמדו על חוק המנוף.

1. הצגת המרצדת כמערכת מנופים

המרצדת המורכבת

אחד מחפצי הכיף שגורם שמחה לילדים הוא למבוגרים היא המרצדת, המכונה "פסל נע" שעליו תלויים חפצים לנוי.

המרצדת היא מערכת של מנופים שמבוססת על שיווי משקל ויצירת איזון בכל אחת מן הזרועות שהם המנופים של המרצדת למרות החפצים התלויים עליהם.

2. התלמידים צריכים ליישם את מה שלמדו על מבנה המנוף ולתאר את רכיבי המנוף ומאפייניו בתמונה של מרצדת.

המרצדת כסדרת מנופים

1. התבוננו היטב במרצדת שבתמונה ובסימונים עליה.
2. כמה מנופים יש במרצדת שבתמונה?
3. על סמך מה שלמדתם על מבנה המנוף, בנו מקרא לסימונים שעל התמונה:
4. האם אורך הזרועות משני צדי נקודת המשען במנופים השונים שבמרצדת שווים או שונים?

גופים בעלי משקל התלויים בקצה זרוע הכוח

3. הנחיות לביצוע משימת בניית המרצדת המורכבת תוך יישום הידע של חוק המנוף.

המשימה שלכם

בנו מרצדת מורכבת ככל שתוכלו. נסו שהיו בה יותר מזרוע אופקית אחת. כלומר מתחת לזרוע העליונה תהיה זרוע תחתונה המחוברת לעליונה בעזרת חוט/חבל ותלויים עליה חפצים וכן הלאה ועדיין ישמר האיזון בכל זרוע.

העזרו במה שלמדתם על מנופים וחוק המנוף והפעילו בעת הבניה מגוון דרכים לאזן כל ענף.

זהירות: אם ברצונכם לנבך חפץ כדי לסייע בתלייתו, עשו זאת אך ורק בעזרת ההורים.

תלו את המרצדת שבניתם על וו ידית צלמו ושליחו את התמונה של המרצדת לפי הנחיות המורה.

העזרו בשיקופיות הבאות לתכנון המרצדת

4. תמיכה בתהליך תכנון בניית המרצדת א. התלמידים יגדירו את מטרות המרצדת שירצו לבנות ויאפיינו את רכיביה ואופן האיזון שלה תוך יישום חוק המנוף

תמיכה בתכנון המרצדת

חשבו והשיבו על השאלות הבאות:

- מה מטרת המרצדת? (האם הוא רק לנוי או יש בו שימוש?)
- מה יהיה מספר הזרועות במרצדת?
- אלו חפצים ומה יהיה מספר החפצים התלויים על המרצדת?
- מה סוג החפצים התלויים? מה משקלם?
- באילו דרכים תפעלו לאיזון זרועות המרצדת?

5

בכדי ליישם את חוק המנוף בתהליך בניית המרצדת:

1. בחרו חומרים וציוד.
2. מדדו את המשקל של כל מהחפצים שבכונתכם לתלות על זרוע מסוימת. עדיף בעזרת מד כוח (ביחידות של ניוטון). אם אין ברשותכם, תוכלו להעז במאזני מטבח (יתכן ומאזני המטבח אינם רגישים דיים למדידת משקל של חפצים קטנים- חישבו כיצד תוכלו בכל זאת למצוא את המשקל של החפץ).
3. ארגנו את נתוני המשקל בטבלה.
4. בנו את המרצדת ודאגו שתהיה מאוזנת. כיצד תיישמו את חוק המנוף בהשגת האיזון?

- ב. התלמידים יבחרו חומרים וציוד עבור המרצדת. (תוכלו להציע את הרעיונות לכך המופיעים בשיקופית 6 כהתאמה ללומדים).
- ג. התלמידים ימדדו את את משקלי החפצים שברצונם לתלות בכל צד של זרועות המרצדת ויארגנו את הנתונים בטבלה.
- ד. לאחר המדידה יפנו התלמידים לבניית המרצדת המורכבת.

בתום הבניה, בקשו מן התלמידים לצלם את המרצדת שבנו ולשלוח את התמונה לאתר שיתופי ולכן כדאי להכין תשתית שיתופית להעלאה של תמונות של המרצדות שנבנו לעיון על ידי עמיתים (מצגת שיתופית, [Padlet](#), [Flipbook maker](#), [Emaze gallery](#) ועוד) ולשלוח לתלמידים את כתובת האתר המתאים.

7

מסקמים את הבניה

תארו:

- א. כיצד עזר לכם הידע על מבנה המנוף וחוק המנוף בבניה?
- ב. באלו אתגרים נתקלתם במהלך הבניה?
- ג. אלו שינויים נאלצתם לבצע תוך כדי הבניה והסבירו מדוע.
- ד. כיצד תעריכו איזון מרצדת מורכבת יותר?

5. סיכום הבניה, הרפלקציה על התהליך והערכת מורכבות המרצדת עשו בסיוע שיקופית 7:
- א. הערכת תרומת הלמידה המקדימה לתכנון ובניית המרצדת.
- ב. תיאור אתגרים ושינויים שנדרשו בעת הבניה.
- ג. קביעת קריטריונים להערכת מורכבות של מרצדת.

ג. הערכה שיתופית

1. עיינו ביחד בכמה תמונות של מרצדות שבנו קבוצות תלמידים שונות ותנו להם להסביר את מידת המורכבות של המרצדת שלהם על בסיס הקריטריונים שנקבעו בשלב הקודם.

בקשו מכל תלמיד להעריך לפחות מרצדת נוספת לשלו על בסיס הקריטריונים שנקבעו ולכתוב זאת בהערות לתמונה. ניתן אף לבקש מהם להמליץ כיצד לשכלל את מורכבות המרצדת.

רשות- תכנון וסרטטו נדנדה בגן שעשועים שתאפשר לילדים בעלי משקל שונה להתנדנד בקלות.

פעילות זו פותחה במרכז מורי מו"ט חט"ב, כפעילות למידה המשלבת היבטים רגשיים ומותאמת ללמידה מרחוק. הפעילות פותחה במסגרת מענים לצרכי השטח במהלך מלחמת חרבות ברזל, אוקטובר 2023