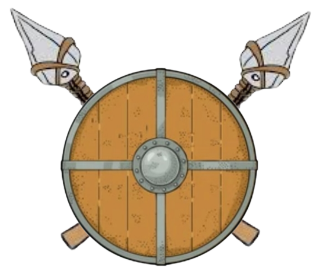


החוג למדעי המחשב

משחק אסטרטגיה מרובה משתתפים בזמן אמת

Assemble Z' Army



שמות המגישים:

מנחה: אסף וינרב

2022

# תקציר

משחקי מחשב הם מדיום חדש יחסית של אמנות ופנאי. משחק מחשב הוא תכנת מחשב המהווה משחק, ובה מתקיימת אינטראקציה תמידית עם המשתמש בה (השחקן), כאשר התכנה מגיבה לפעולותיו. משחקי המחשב מחולקים לז'אנרים שונים וביניהם משחקי אסטרטגיה בזמן אמת המכונים RTS (Real-Time Strategy)- באלו השחקן מקבל הדמיה של מפה של שדה קרב, ועליו לנהל את חייליו, ולעיתים גם משאבים ומחנה צבאי, ברחבי המפה וכנגד אויביו. משחקי RTS הם משחקי אסטרטגיה המתרחשים ברציפות, ועל השחקן לנהל את חייליו כנגד הזמן שעובר, בניגוד למשחקי אסטרטגיה מבוססי תורות.

יצרנו משחק אסטרטגיה מקורי אשר ניתן לשחק בו עד 4 שחקנים בזמן אמת ברשת. מטרת המשחק היא לתכנן אסטרטגיית קרב לקראת מלחמה בשלב הסופי תוך ניהול משאבים מוקצבים וטקטיקת משחק, והתמודדות מול לחץ הזמן.

תוכן עניינים

[תקציר 2](#_Toc105175778)

[רשימת איורים 4](#_Toc105175779)

[רשימת טבלאות 4](#_Toc105175780)

[רקע 5](#_Toc105175781)

[מוטיבציה 5](#_Toc105175782)

[הגדרת הבעיה 5](#_Toc105175783)

[רקע על משחקים קיימים 5](#_Toc105175784)

[חסרונות המשחקים הקיימים 6](#_Toc105175785)

[מטרה 7](#_Toc105175786)

[פירוט הדרישות 7](#_Toc105175787)

[קהל היעד 7](#_Toc105175788)

[מבנה הפתרון 7](#_Toc105175789)

[טכנולוגיות 7](#_Toc105175790)

[Unity 8](#_Toc105175791)

[Mirror 8](#_Toc105175792)

[ניהול התקשורת 8](#_Toc105175793)

[ניהול היחידות 8](#_Toc105175794)

[לוגיקת המשחק 9](#_Toc105175795)

[שימוש ב Steam 10](#_Toc105175796)

[זרימת המשחק 10](#_Toc105175797)

[המסכים השונים 10](#_Toc105175798)

[מסך פתיחה 10](#_Toc105175799)

[מסך התחברות – באמצעות Mirror 11](#_Toc105175800)

[מסך התחברות – דרך Steam 11](#_Toc105175801)

[מסך הלובי 11](#_Toc105175802)

[שלב הבניה 12](#_Toc105175803)

[שלב ההכשרה 12](#_Toc105175804)

[שלב המלחמה 12](#_Toc105175805)

[מסך סיום 13](#_Toc105175806)

[קשיים ומורכבויות 13](#_Toc105175807)

[התמודדות עם הקשיים 13](#_Toc105175808)

[תוצאות 14](#_Toc105175809)

[המטרות שהוצבו 14](#_Toc105175810)

[הביצוע בפועל 14](#_Toc105175811)

[משובים 14](#_Toc105175812)

[בדיקות המערכת 14](#_Toc105175813)

[הבדיקות שבוצעו 14](#_Toc105175814)

[מדידת ביצועי המערכת והשוואה למשחקים קיימים 15](#_Toc105175815)

[שליטה במשחק 15](#_Toc105175816)

[סיכום 16](#_Toc105175817)

[מסקנות/תובנות 16](#_Toc105175818)

[שיפורים ותוכניות לעתיד 16](#_Toc105175819)

[ביבליוגרפיה 17](#_Toc105175820)

[נספחים 17](#_Toc105175821)

[הפעלת התוכנה 17](#_Toc105175822)

[סרטון הדגמה 17](#_Toc105175823)

# רשימת איורים

# רשימת טבלאות

# **רקע**

## **מוטיבציה**

משחקי RTS הם לרוב משחקים מורכבים הדורשים שעות רבות של משחק לצורך הבנתו והתנהלות נכונה בו. מורכבות זו מתאימה לרוב לשחקנים מנוסים (גיימרים) אשר מסוגלים מתוך היכרות עם משחקים קודמים להבין את מבנה המשחק במהירות. בנוסף דרישות המעבד והמסך הגרפי עבור משחקים אלו הן גבוהות.

בהתאם לזאת, רצינו ליצור משחק אסטרטגיה בזמן אמת המותאם לכלל האוכלוסיות השונות. משחק אשר יהיה פשוט להבנה וללמידה, אשר יעודד חשיבה אסטרטגית לטווח הרחוק. מבנה המשחק יהיה מקורי בשונה ממתכונת המשחקים הקיימים בשוק – יפורט בהמשך. דרישות החומרה יהיו סטנדרטיות ובסיסיות והמשחק יהיה נגיש לכול.

## **הגדרת הבעיה**

#### **רקע על משחקים קיימים**

סקר שוק:

רעיון המשחק הינו מקורי אבל כפי שהוזכר, הוא יכיל מספר אלמנטים מוכרים ממשחקים פופולריים שונים שהצליחו מאוד מסחרית.

נציג מספר משחקים מוצלחים בז'אנר שמכילים את עיקרון המשחקיות שאנחנו רוצים לבצע, אבל הם עדיין שונים במספר היבטים:

* **Total War** - סדרת המשחקיםמהמוצלחים בז'אנר שמכר למעלה מ-36 מיליון עותקים (נכון לאפריל 2021). המשחק כולל מספר מצבים שונים , אבל בין הבולטים בו הוא מצב לחימה בזמן אמת של צבא נגד צבא(או צבאות), כאשר בזמן הלחימה לא ניתן לבנות בניינים.
* **Mount And Blade**- הינו גם כן עם שלל מצבי משחק שונים וכמובן מצב קרב בין צבאות גדולים שמתרחש כאשר השחקן שותף מלא גם בניהול ובלחימה הפיזית עם כוחותיו. המשחק אינו נחשב ל-RTS אבל מכיל מספר אלמנטים שקשורים לניהול צבא ואסטרטגיה.
* **Age Of Empires** – מהמשחקים הקלאסיים והמוכרים ביותר בז'אנר, שבו גם כן ניתן לנהל צבאות שונים במשחק, אבל בנוסף ישנו דגש חזק על ניהול משאבים ובניית המבנים במקביל.

#### **חסרונות המשחקים הקיימים**

**חסרונות – Total War:**

דרישות מערכת מאוד כבדות מבחינת מעבד וכרטיס מסך הנדרשים להריצו, והמשחקיות מאוד מורכבת ומכוונת לקהל יותר מנוסה.

**חסרונות - Mount And Blade:**

בדומה למשחק הקודם שהזכרנו, מורכב למדי ומכוון לקהל מנוסה, לא ניתן לשחק נגד שחקנים אחרים ברשת עם צבאות גדולים כמו שמתאפשר כשחקן יחיד וקשה מאוד לנהל את הצבא נקודת מבט של הדמות בשטח ולא מבט מלמעלה על פני המפה.

**חסרונות - Age Of Empires:**

המשחק אומנם פשוט יותר מהמשחקים הקודמים, אך גם כאן יש הרבה מושגים שצריך להכיר על היחידות השונות וישנו דגש על ניהול משאבים ופחות על אסטרטגיה קרב ותכנון לטווח הרחוק.

מבין המשחקים שהצגנו, ראינו כי עבור כולם יש ניהול צבאות אחד נגד השני, אבל עם אופי משותף של מורכבות מסוימת, כלומר לשבת ולשחק את המשחק שעות רבות ואף ימים שלמים לצורך הבנת המשחק וחוקיו, אשר מהווה חסם וקושי עבור הקהל הרחב. במשחק שלנו נרצה להוריד את החסם הזה ולעשות את המשחק נגיש לכמה שיותר שחקנים הן מבחינת החומרה הנדרשת, והן מבחינת המורכבות של המשחקיות. עניין נוסף שהמשחק בא לחדש, הוא שבשאר המשחקים השחקן יכול להחליט מתי לפעול, ואילו אצלינו הוא תלוי בשלבי המשחק עם כוחות מאוזנים בין השחקנים האחרים.

# **מטרה**

מטרת הפרויקט היא ליצור משחק אסטרטגיה בזמן אמת אשר מותאם לכלל האוכלוסיות השונות ולא רק לגיימרים. המטרה היא להתבסס על השראות ממשחקים קיימים ולהנגיש את הקונספט לקהל הרחב כך שלא ידרשו לבלות שעות רבות להבנת המשחק ושליטה בו. בנוסף מהלך המשחק הוא יחסית קצר וניתן להריץ משחק בין חברים או משפחה לפרק זמן קצר – לרוב האנשים אין את הזמן או החשק למשחקים ארוכי טווח ומורכבים. יתרה מזאת המשחק מעודד חשיבה אסטרטגית ושיפור היכולות בין הרצה להרצה בדומה למשחקים קיימים מבחינת ניהול חכם של המשאבים ואסטרטגיית הלחימה. המשחק יהיה נעים וידידותי למשתמש הן מבחינת הדרישות והן מבחינת התצוגה.

# **פירוט הדרישות**

## **קהל היעד**

כפי שציינו, קהל היעד הוא כלל האוכלוסייה, גם ילדים ומבוגרים אשר אינם רגילים למשחקי אסטרטגיה בזמן אמת.

*להוסיף ....*

# **מבנה הפתרון**

## **טכנולוגיות**

### **Unity**

שימוש במנוע גרפי Unity בשביל פיתוח המשחק עם שילוב שפת הפיתוח C# כדי לממש את ההיבט הגרפי והתכנותי הנדרש למימוש עיקרי.

### Mirror

ספרייה למימוש התקשורת בין השחקנים בצורה פשוטה מבלי שנזדקק להיכנס לעומק הדברים כגון פרוטוקולים וכתובות IP .

הסיפרייה מספקת אנוטציות שונות ניתן להשתמש בהם מעל פונקציות ומשתנים שונים בהתאם לדרישה. כמו כן בספרייה קיימים event-ים שונים שמאפשריים ביצוע פעולות רלוונטיות במקרים שונים במשחק כמו למשל זיהוי של שחקן חדש שהצטרף למשחק.

נציג מושגים עיקריים בהם נעשה שימוש:

[Command] – אנוטציה המאפשרת לקרוא לפונקציה רק בצד שרת מבלי שהלקוח יוכל לגשת אליו.

[ClientRPC] – אנוטציה המאפשרת לעשות קריאה של פונקציה מצד השרת ,אל כל הלקוחות השונים המחוברים אליה.

[SyncVar] – אנוטציה המאפשרת לסמן משתנים בצורה כזאת מסונכרנת בין כל המשתתפים בה בזמן אמת.

## **ניהול התקשורת**

עיקר התקשורת מנוהלת על ידי מחלקת RTSNetworkManager שיורשת מNetworkManager ,שעושה את רוב העבודה הקשורים לחיבור לרשת, עם מימושים שלנו בנוסף.

התקשורת נעשית באמצעות שרת שהוא גם לקוח המארח את המשחק וגם משתתף בו. הלקוחות השונים יכולים להתחבר לאותו שרת אם קיים בידיהם חשבון steam ואת הפרופיל steam של המארח בשרת.

תפקיד השרת בנוסף לניהול המשחק הוא ניהול הלוגיקה העיקרית של מהלך המשחק ולוודא שפקודות מסוימות מנוהלות אך ורק על ידיו כמו למשל תזוזת החיילים ושלא נעשות פקודות לא חוקיות כמו יצירה אינסופית של חיילים או פקודות לא תקניות אחרות.

## **ניהול היחידות**

במשחק כדי לפקוד על יחידות שונות, עלינו לבחור אותם באמצעות גרירת העכבר מחשב ולאחר מכן יהיה ניתן לפקד עליהם. הפקודות השונות נעשות בהתאם ליחידה ולשלב המשחק. למשל על עובד שנבחר ניתן לפקוד לבנות את הבניין או ללכת למקומות השונים.

ניהול היחידות נעשה באמצעות מחלקת הRTSController שבהתאם לפקודה הרלוונטית נשלחת בקשה לשרת לבצע את הדברים.

## **לוגיקת המשחק**

המשחק מחולק כרגע לשלושה שלבים שונים שהמטרה הסופית היא לנצח את החיילים של היריב בשלב האחרון.

**תיאור השלבים:**

**שלב הבניה:**

בשלב זה השחקן נדרש לבנות בניינים שונים אשר באמצעותם יוכל להכשיר את היחידות השונות בשלב הבא , תפריט הבניינים מופיע בצידו הימיני של המסך כאשר על כל בניין ניתן לראות את שם הבניין ואת המחיר שלו, בסוף השלב התפריט נעלם. לא ניתן לשים את הבניינים אחד מעל השני. השחקן מקבל כ-5 עובדים כאשר כל עובד יכול לבנות את הבניינים השונים שהשחקן הציב במפה.

**שלב הכשרה:**

השחקן מקבל כמות מסויימת של מגויסים שאותם יכשיר בין הבניינים השונים - אשר בנה בשלב הקודם - בהתאם לאסטרטגיה אותה ירצה לממש (גם כאן יהיה ניתן להיעזר בדיאגרמה של ההכשרות). עבור כל הכשרת חייל יהיה עלות קבוע של משאבים בהתאם לבניין הכשרה (מתואר עלויות בטבלה). כמות המשאבים תהיה בהתאם לכמות ששמר מהשלב הקודם.

**שלב המלחמה:**

השחקן יוכל לבחור כמה יחידות באמצעות לחיצה/גרירה של המקש השמאלי בעכבר מעל היחידות השונות, ולהזיז אותם מנקודה מסוימת לנקודה אחרת, וגם הוא יוכל לסדר אותם במבנה צבאי שנאפשר לו. ברגע שהשחקן בחר קבוצה מסוימת של חיילים ויעביר את העכבר מעל יחידות יריבות יופיע לו סימן של תקיפה ובלחיצה על הכפתור השמאלי (בעכבר) החיילים יתקפו אוטומטית את האויבים.

**משאבים:**

*לבדוק מחירים.....*

* עץ: 1800
* מתכת: 1500
* זהב: 400
* יהלומים: 100

**עלות בנייני ההכשרה:**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| בנינים | עץ | מתכת |
| Archery | 220 | 120 |
| Stable | 220 | 140 |
| Swords | 140 | 340 |
| Armory | 140 | 400 |
| Workshop | 440 | 180 |
| Camp | 100 | 60 |
| Spearery | 180 | 120 |
| Crossberry | 220 | 120 |
| Temple | 140 | 20 |

*לבדוק מחירים .....*

**עלויות הכשרה:**

*לבדוק מחירים .....*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| בנינים | עץ | מתכת | זהב | יהלום |
| חייל חרב | 0 | 15 | 20 | 5 |
| איש חנית | 10 | 5 | 20 | 5 |
| קשת | 10 | 0 | 25 | 5 |
| רובה קשת | 8 | 6 | 30 | 8 |
| פרש | 0 | 15 | 40 | 10 |

## **שימוש ב Steam**

*להוסיף...*

## **זרימת המשחק**

### 

### **מסך פתיחה**



### **מסך התחברות – באמצעות Mirror**

#### 

****

#### **מסך התחברות – דרך Steam**

**תמונה שמכילה טקסט, אלקטרוניקה

התיאור נוצר באופן אוטומטי**

### **מסך הלובי**



#### 

### **שלב הבניה**



תמונה שמכילה טקסט, אלקטרוניקה

התיאור נוצר באופן אוטומטי

### **שלב ההכשרה**



### **שלב המלחמה**

**תמונה שמכילה טקסט, אלקטרוניקה

התיאור נוצר באופן אוטומטי**



#### **מסך סיום**



## **קשיים ומורכבויות**

*צריך לפרט כאן יותר.............*

קושי בעבודה עם GitHub

גיאומטריה חישובית

עומס ממערכת הניווט

סאונד ועיצוב

בדיקות בצד שרת וצד לקוח

למידת המנוע והספריות השונות

פיתוח מכניקות מסויימות

הרבה באגים ...

## **התמודדות עם הקשיים**

*צריך לפרט כאן יותר.............*

מיזוג ידני ב GitHub

עבודה מסודרת והצבת יעדים

צמצום גודל המפה

השראות ממשחקים קיימים

מכניקות מסוימות הוצבו כשיפורים לעתיד

עבודה משותפת על באגים מסויימים

# **תוצאות**

## **המטרות שהוצבו**

הנגשה של משחק RTS קליל ופשוט לקהל הרחב אשר יכלול כמה פרמטרים חשובים כדלקמן:

1. מגוון של אפשרויות ויחידות צבאיות ובנייני הכשרה שונים עבורם.

2. מפות מעניינות, בעלי אזורים שונים וטופוגרפיה המשפיעה על האסטרטגיה במשחק.

3. עיצוב מוצלח המקנה אווירה ייחודית ואסתטית.

4. חוקים ברורים ופשוטים להבנה, לצד אתגר ועקומת למידה.

5. שליטה נוחה במערכת המשחק.

## **הביצוע בפועל**

1. קיים מגוון רחב של יחידות צבאיות ובנייני הכשרה שונים עבורם.

2. קיימת מפה בסיסית ומגוונת עם אפשרות הרחבה להוספת אינטראקציות שונות.

3. עיצוב אחיד של דמויות ומפה המתאימה לאווירת המשחק.

4. קיימים חוקים ברורים ופשוטים להבנת המשחק עם מידע רב והסברים.

5. קיימת שליטה נוחה במערכת המשחק - שליטה עיקרית בעכבר וניווט פשוט עם המקשים.

## **משובים**

*להוסיף ? אם יהיה מקום (צריך גג 20 עמוד) ......*

# **בדיקות המערכת**

## **הבדיקות שבוצעו**

לאורך הפרויקט רוב הבדיקות שביצענו היו הרצות ב localhost באמצעות Mirror. כלומר הרצה של המשחק על אותו מחשב בו נפתחים 2 חלונות – אחד צד שרת ואחד צד לקוח. באופן זה ביצענו את כל הדיבאגינג והשינויים הנצרכים בין הרצה להרצה.

הרצות המשחק דרך חשבון ה Steam על מחשבים מרוחקים, כאשר אנו משחקים אחד מול השני (כל אחד מביתו שלו) – ומבצעים את הבדיקות הנדרשות כך שאחד מן השחקנים הוא בעצם השרת ושאר השחקנים הם לקוחות. כאן גם ביצענו בדיקות של עבודת המעבד וצריכת הזיכרון של המחשבים השונים בזמן הרצת המשחק.

בנוסף ביצענו הרצות במחשבים שונים – תוך התחשבות בחוזקת המעבד, בתצוגה, גדלי המסכים השונים ועוד.

## **מדידת ביצועי המערכת והשוואה למשחקים קיימים**

ביצענו השוואות בין הרצות של משחקי RTS הקיימים בשוק לבין הרצה של המשחק שלנו - הפערים היו משמעותיים. הרצות המשחק שלנו היו אחידות לאורך ההרצות - גם במחשבים שונים – אשר דרשו אחוזים נמוכים של עבודת המעבד (כ- 8 אחוזים) וצרכו מזיכרון הRAM של המחשב רק כ- 200 מגה-בייט.

תמונה שמכילה שולחן

התיאור נוצר באופן אוטומטי

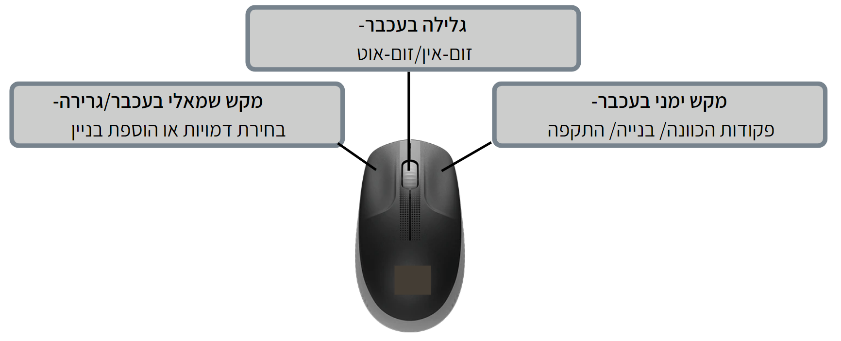
לעומת זאת, הרצת משחק Total War דרש כמעט 45 אחוזים מעבודת המעבד וזיכרון של כ- 2.4 ג'יגה-בייט.

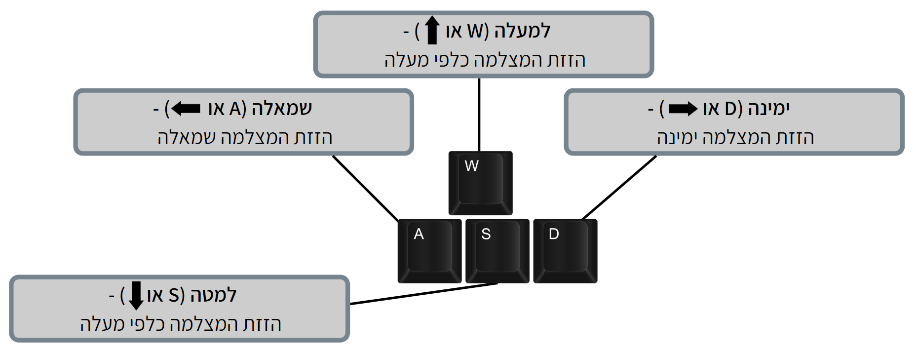
תמונה שמכילה שולחן

התיאור נוצר באופן אוטומטי

## **שליטה במשחק**

אחת המטרות שהצבנו לעצמנו הייתה שליטה פשוטה, נוחה ולא מסורבלת במשחק. אכן ניתן לשחק את המשחק כולו באמצעות העכבר. בנוסף ניתנת גם אפשרות להזזת המצלמה באמצעות 4 מקשי החיצים ו/או ארבעת כפתורי המשחקים הסטנדרטיים W,S,A,D (ולא רק באמצעות העכבר). לאור זאת, המשחק הוא קל להבנה ופשוט ללמידה גם לאנשים שאינם משחקים במשחקים כלל.

**

****

# **סיכום**

הפרויקט היה הרבה יותר מורכב ממה שציפינו ונתקלנו עם המון קשיים שהיינו צריכים להתמודד עימם, אך התגברנו על רובם בסופו של דבר, אם מדובר בשעות רבות של דיבאגינג או בעבודת צוות. בסך הכל עמדנו ברוב רובן של המטרות שהצבנו לעצמנו, לפחות עמדנו בכל אלו החשובות לנו. הכי חשוב, למדנו רבות מן הפרויקט ומן התהליך עצמו של יצירת פרויקט בסדר גודל שכזה ואנו גם מרוצים מהתוצאה של עמל זה.

**מסקנות/תובנות**

המשחקיות היא חלקה כרגע בתמיכה של כ-30 דמויות במפה, בבדיקות של מספר רב של יחידות במפה הייתה ירידה בחלקיות המשחק בצד לקוח בשלב המלחמה, ייתכן שקשור לסאונדים או ל-popups הצפים במהלך השלב. על כן - נדרשת אופטימיזציה נוספת. מאידך, אין אנו רוצים מספר רב של יחידות במפה מפאת מבנה המשחק והזמן המוקצב לכל שלב.

כרגע רוב הפעולות השונות מוגדרות ומנוהלות אך ורק על יד השרת, ייתכן כי נרצה לשנות זאת בעתיד.

## **שיפורים ותוכניות לעתיד**

*לתמלל את זה ..........*

****

# **ביבליוגרפיה**

* Unity Documentation - <https://docs.unity.com/>
* Unity Forums - <https://forum.unity.com/>
* Udemy - <https://www.udemy.com/>
* Mirror Documentation - <https://mirror-networking.gitbook.io/docs/>
* מדריכים שונים באינטרנט
* CodeMonkey - <https://www.youtube.com/channel/UCFK6NCbuCIVzA6Yj1G_ZqCg>
* <https://gamedev.stackexchange.com/>
* Development of a Real-Time Strategy Game, by: Oluwafemi J. Ayangbekun , Ibrahim O. Akinde, August 2014
* <https://unity.com/how-to/how-architect-code-your-project-scales>

# **נספחים**

## **הפעלת התוכנה**

## **סרטון הדגמה**