



מקיף ח' שש שנתי

# ULTIMATE SOCCER 2K19

שם בית הספר: מקיף ח' ע"ש חיים בר לב  
שם העבודה: Ultimate Soccer 2K19  
שם התלמיד: דולב רזיאל  
ת"ז: 212840235  
שם המנחה: קובי שוצמן

## תוכן עניינים

3	מבוא
3	תיאור תכולת הספר
3	הרקע לפרויקט
3	תהליך המחקר
4	אתגרים מרכזיים
5	הצגת פתרונות לבעיות
6	מבנה / ארכיטקטורה של הפרויקט
6	הצגת הפתרון המוצע והסיבות לבחירתו
6	מחלקות הפרויקט, תיאור האלגוריתם הראשי ותרשים UML: יפורט בהמשך. סתם עבודה שחורה של העתק הדבק. אשתמש בpylint שיעשה את העבודה בשבילי.
6	מבני נתונים שבהם נעשה שימוש
7	עץ מודולים
8	מדריך למשתמש
8	הוראות התקנה
8	הוראות שימוש והיררכיית מסכים
23	מדריך למפתח
23	סיכום אישי/רפלקציה

## מבוא

### תיאור תכולת הספר

בספר הפרויקט אפרט על מבנה המשחק והארכיטקטורה שלו, מסד הנתונים שבו נשמר המידע, מדריך למשתמש (בצירוף תמונות), מדריך למפתח, סיכום אישי על תהליך פיתוח הפרויקט וביבליוגרפיה.

### הרקע לפרויקט

הפרויקט שפיתחתי וכתבתי הוא משחק כדורגל המיועד ל-2 משתתפים. בחרתי לפתח את משחק זה מכיוון ומאוד רציתי להעמיק בתחום פיתוח המשחקים בשפת פייתון, בדגש על שימוש בספרייה pygame.py. רציתי לפתח משחק מ-0, כזה אשר יכול ממשק משתמש נוח ומעוצב (נוחות המשתמש קודמת לכל), משחקיות טובה אך גם מציאותית, כזו הכוללת גרפיקה טובה, שימוש באלמנטים פיזיקליים כמו חיכוך, מומנטום (תנע) ועוד.

### תהליך המחקר

קיימים כיום משחקי ספורט וירטואליים רבים, בדגש על משחקי כדורגל. אולם הפרויקט שלי בא לפתור מספר בעיות הטמונות בהם:

- **משחקיות טובה יותר**, שאינה נתקעת, ללא ריצודים, תקיעות ו-"לאגים".
- **ממשק משתמש משופר**, נוח, ברור, מעוצב ושנחשב "קליל".
- **חופש בחירה** בכל הנוגע לסקינים (skins) ועיצובים לשחקנים. השחקנים נהנים מיד חופשית לבחור את העיצוב המועדף עליהם מבין מאגר סקינים שהוכנו מבעוד מועד. מיותר לצין כי במשחק, כל הסקינים הם חינם, להבדיל ממשחקים אחרים הקיימים כיום ובהם יש לשלם כסף על מנת להנות מתוכן נוסף (In-app-purchases).

משחק כדורגל דומה אשר קיים כיום נקרא "Haxball", עם זאת, גם הוא וגם כל שאר המשחקים אשר מבוססים על Flash ייעלמו ככל הנראה תוך מספר חודשים, וזאת עקב הפסקת התמיכה של חברת Adobe בתוסף זה לדפדפנים. עוד על כך ניתן לקרוא [כאן](#).

הפרויקט שלי יפתור בעיה זאת, וזאת מכיוון שהוא נכתב בסביבת עבודה שונה – בשפת פייתון ועם ספריות מוכרות יחסית, הניתנות להורדה בקלות לכל מחשב אישי.

### אתגרים מרכזיים

לכתיבת ותכנות הפרויקט קדמו מספר שיקולים ומספר בעיות שפתרתי טרם תחילת הפיתוח:

- השפה שבה ייכתב הפרויקט ויתוכנת המשחק.** על אף שלמדנו את שפת פייתון בבית הספר, ועל אף שידעתי לשלוט בה בצורה טובה, תהיתי האם יש טעם לתכנת את הפרויקט בשפה זו, וזאת מכיוון שיש לה חסרונות רבים בכל הנוגע לתכנות משחקים – פייתון נחשבת לשפה עילית, קלה מאוד, אך גם איטית ביחס לשפות אחרות כמו שפת C או C++. כמו כן, על מנת לתכנת משחק בפייתון, היה עליי ללמוד את ספריית pygame.py, שלא נלמדת בבית הספר. זוהי לא הייתה בעיה גדולה, אך עדיין היוותה שיקול.
  - אופן כתיבת הקוד.** על אף שפייתון נחשבת לשפה קלה מאוד, בעיה אחת שמאוד הפריעה לי בה, היא ששפת פייתון אינה שפת OOP טהורה. כלומר, אכן ניתן לכתוב בה קוד בצורת מחלקות (Classes), אך חסרים בה דברים רבים שהיו נחוצים לי כמו אפשרות לכימוס (encapsulation), וממשקים (interfaces). לכן, תהיתי אם לכתוב את הקוד בסגנון מחלקות, או על ידי פונקציות בלבד.
  - הזמן העומד לרשותי.** ידעתי כי כתיבת הפרויקט עשויה להימשך זמן רב, הרבה מעבר לזמן אשר יעמוד לרשותי, לכן התחלתי את כתיבת הפרויקט זמן רב לפני ההגשה.
  - אחסון נתוני המשתמשים.** על כל שחקן (משתמש) חדש, להירשם למשחק לפני שיוכל לשחק בו. ההרשמה היא חד פעמית. לפני כתיבת הפרויקט תהיתי כיצד ואיך לאחסן את נתוני המשתמשים. האם "בענן"? האם על המחשב האישי? כמו כן, נדרשתי לבחור את שיטת האחסון, האם לאחסן את המשתמשים במסד נתונים SQL שממנו אשלוף את הנתונים בעזרת שאילתות SQL? או אולי לבחור במסד NOSQL, json וכו'.
- בעת כתיבת הקוד וגם לאחריו, צצו בעיות נוספות שעליהן נדרשתי לתת תשובות ולפעול בהתאם:
- משקל הפרויקט (נפח אחסון על גבי המחשב).** הפרויקט כבד. וזאת מכיוון שהוא כולל בו תמונות רבות (סקינים, תפריטים), קבצי מוזיקה (בתפריט המשחק מושמעים שירים ברקע, במשחק עצמו מושמעים צלילים בעת הבקעת שער).

לכן, תהיתי כיצד אוכל לצמצם את הנפח שלו, וזאת על מנת שיוכל "לרוץ בקלות" על כל מחשב אישי, ללא דרישות מיוחדות.

- **אחסון נתוני המשתמשים.** לאחר שברחתי במסד SQL, הבנתי כי שמות המשתמשים, הסיסמאות שלהם, ושאר הנתונים שנשמרים אודותיהם במסד – חשובים. כל בר דעת יכול לקרוא ללא בעיה את הנתונים שבמסד. הבעיה החמורה ביותר הייתה הסיסמאות, שכן שאר המידע (כמה ניצחונות למשתמש, כמה הפסדים וכו') אינם משמעותיים דיו ואינם זקוקים להצפנה כלשהיא. לכן, הבנתי כי עליי להצפין את סיסמאות המשתמשים בדרך כלשהיא בתוך המסד.

המשחק אשר פיתחתי, שם דגש חשוב על נוחות המשתמש במשחק, וזאת מכיוון שלמשחק דומה – Haxball, ישנו ממשק משתמש לא נוח, מגושם, וכמו כן – הוא אינו שומר כלל את הנתונים ואת הסטטיסטיקות של השחקנים. הפרויקט שלי – כן. הייתה לי מוטיבציה גבוהה לתכנת את משחק זה, וזאת עקב רצוני להראות כי ניתן לתכנת משחק טוב יותר מהמתחרים הקיימים, גם כאשר מדובר בשפה אחרת שאינה בהכרח מיועדת למשחקים, כמו Flash.

## הצגת פתרונות לבעיות

- **הבעיה: השפה שבה ייכתב הפרויקט ויתוכנת המשחק.**  
הפתרון שבחרתי: **תכנות המשחק בשפת python**, וזאת מכיוון שידעתי לתכנת בשפה זו ברמה גבוהה. למדתי בעצמי חלקים רבים ומודולים רבים שבהם לא היה לי ידע, אך בעיה זו נפתרה.
- **הבעיה: אופן כתיבת הקוד.**  
הפתרון שבחרתי: **כתיבת הקוד בסגנון OOP**, אך עם שימוש בפונקציות עזר. המחלקות והפונקציות יוצגו בפרקים הבאים.
- **הבעיה: הזמן העומד לרשותי.**  
הפתרון שבחרתי: **התחלתי את כתיבת הפרויקט לפני המועד המתוכנן.**
- **הבעיה: אחסון נתוני המשתמשים.**  
הפתרון שבחרתי: שימוש במאגר נתונים המבוסס על SQL. שימוש בשאליות (Queries) לצורך שליפה והכנסת מידע אל המאגר ומחוצה לו. שימוש במודול sqlite3 לצורך זה.
- **הבעיה: משקל הפרויקט (נפח אחסון על גבי המחשב).**  
הפתרון שבחרתי: "דילול" משמעותי של קבצים שאינם נחוצים לפרויקט, מחיקת קבצים זמניים ו-Assets שבהם אין לי עוד צורך. מחיקת קבצי psd (שבהם העיצובים שביצעתי), מחיקת חלק מקובצי ה-mp3, כיוון התמונות שבהם נעשה שימוש במשחק, סידור מחדש של התמונות בצורה נוחה יותר אשר מונעת שימוש

בקבצים כפולים ומיותרים. הנפח של הפרויקט היה כ-500MB, והצלחתי להוריד אותו לכ-100MB. ניתן להוריד עוד, אך בדרך זו, תהיה פגיעה בממשק המשתמש (לא יהיו שירים ברקע וכו')

- **הבעיה: אחסון נתוני המשתמשים - הסיסמאות.**  
הפתרון שבחרתי: הסיסמאות שישמרו במסד הנתונים מוצפנות כולן בהצפנה חד כיוונית ונשמר ה-Hash שלהן. הסיסמאות מוצפנות לחלוטין בתוך המסד ולא נשמרות כ-plain text, מה שפותר עבורנו את בעיית האבטחה הזו. לכן, כל משתמש יכול לשים איזו סיסמא שירצה כל עוד עומדת בדרישות (שתפורטנה בהמשך).

## מבנה / ארכיטקטורה של הפרויקט

### הצגת הפתרון המוצע והסיבות לבחירתו

הפרויקט שלי הוא משחק כדורגל המיועד לשני משתתפים המשחקים מאותו המחשב, מאותה המקלדת וללא צורך באמצעים מיוחדים, מכשירים נוספים וכו'. אין צורך לשלם עליו, על ההרשמה, על הסקינים שבו (In-App-purchases) או על כל דבר אחר שבו. המשחק קל מאוד לשימוש ולהבנה, והוא נוח מאוד ובעל ממשק משתמש ידידותי. הגרפיקה טובה וללא תקיעות כפי שיש במשחקים אחרים הקיימים בשוק כרגע, ומבוססים על Flash (שהתמיכה בו תופסק בקרוב).

המשחק כתוב בשפת python, הוא כולל מספר סקריפטים נוספים אשר כתובים גם הם בשפת פייתון, אך הם אינם רלוונטים עבור משתמש הקצה אשר מעוניין לשחק בו, והוא כלל אינו מודע לקיומם. כמו כן, המשתמש אינו מודע לשאר ה-Assets ואין שום צורך שייגע בהם.

### מחלקות הפרויקט, תיאור האלגוריתם הראשי ותרשים UML:

יפורט בהמשך. סתם עבודה שחורה של העתק הדבק. אשתמש בpylint שיעשה את העבודה בשבילי.

### מבני נתונים שבהם נעשה שימוש

- רשימה (list)
- מילונית מפתח-ערך (Dictionary)
- מסד נתונים סטטי מבוסס SQL (אינו זמני, לא נשמר בראם בעת הריצה, אלא שמור על המחשב האישי באחסון המשני)

### עץ מודולים

לצורך פיתוח הפרויקט, נעזרתי במספר לא מבוטל של מודולים, חלקם חיצוניים (ויש להתקין לבד בעזרת pip/easy\_install), חלקם באים עם סביבת העבודה. בפיתוח קל מאוד להתקין, ולהשתמש במודולים אחרים ולמעשה, את מרבית הפעולות הנפוצות שיש לבצע, ניתן כבר למצוא באחד או יותר מהמודולים הקיימים.

math

sys

os

requests

socket

sqlite3

pygame

random

asyncio

math

time

mutagen

datetime

subprocess

pymsgbox

re

hashlib

binascii

Utilities

GameVariables

### הערה:

מודולים אשר מסומנים בצבע **ירוק**, מגיעים עם סביבת העבודה בעת התקנת python למחשב האישי.

מודולים אשר מסומנים בצבע **אדום**, אינם מגיעים עם סביבת העבודה בעת ההתקנה, ויש

להתקנים בצורה ידנית בעזרת `pip/easy_install`.  
 מודולים אשר מסומנים בצבע **סגול**, הם סקריפטים אשר נכתבו על ידי ובאים עם הפרויקט.

## מדריך למשתמש

### הוראות התקנה

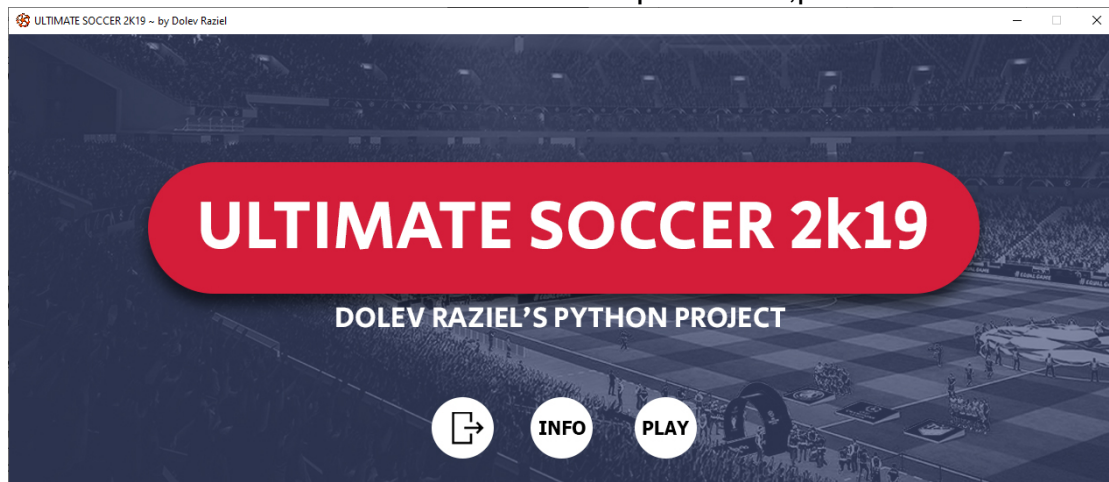
יש להוריד את תיקיית הפרויקט למחשב האישי ולמקמה היכן שתרצו.  
 יש להוריד את התוכנה `python` (אינטרפרטר) – בלעדיו, לא ניתן יהיה להריץ את הפרויקט.  
 לאחר הורדת פייתון, יש להיכנס לתיקייה שבה מותקן `python.exe`, להיכנס לתיקייה `Scripts`, לפתוח בעזרת חלון `CMD/POWERSHELL` את הקובץ `pip.exe`.  
 יש להתקין כל ספרייה אשר סומנה באדום מעלה, וזאת בעזרת הפקודה: `pip install X`  
 כאשר `X` – שם המודול המדויק אשר כתוב מעלה.  
 החלון יבשר על תום ההתקנות לאחר שתסתיימנה.  
 שלב ההתקנה הסתיים.

### הוראות שימוש והיררכיית מסכים

המשחק כאמור מגיע עם משתמש משתמש ( `GUI – GRAPHICAL USER INTERFACE` ), וזאת על מנת להקל על המשתמש בזמן הניווט בתפריטים ועל מנת למצוא את אופציית המשחק המתאימה עבורו.

להלן היררכיית מסכים, עם הסבר על כל מסך.

כאשר מריצים את המשחק, יפתח החלון הבא:

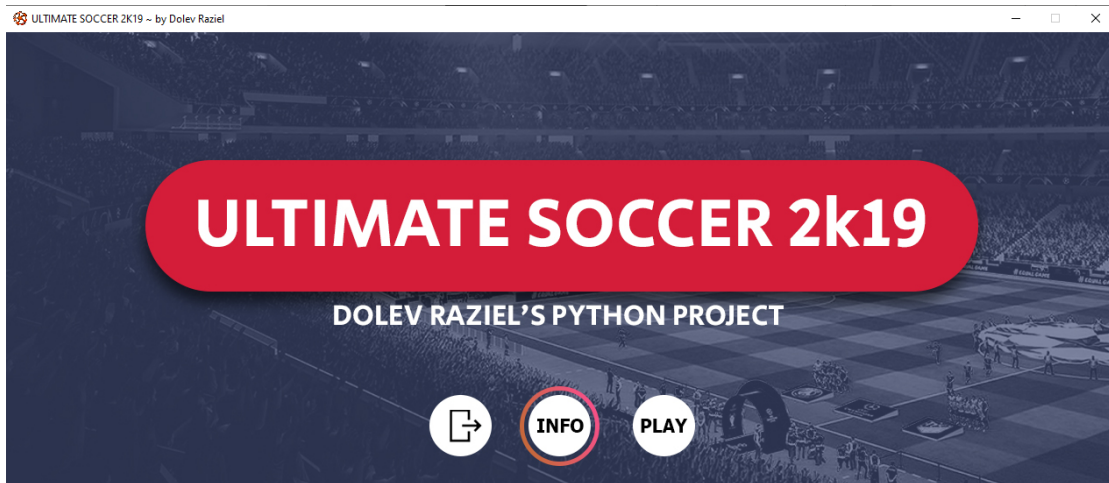




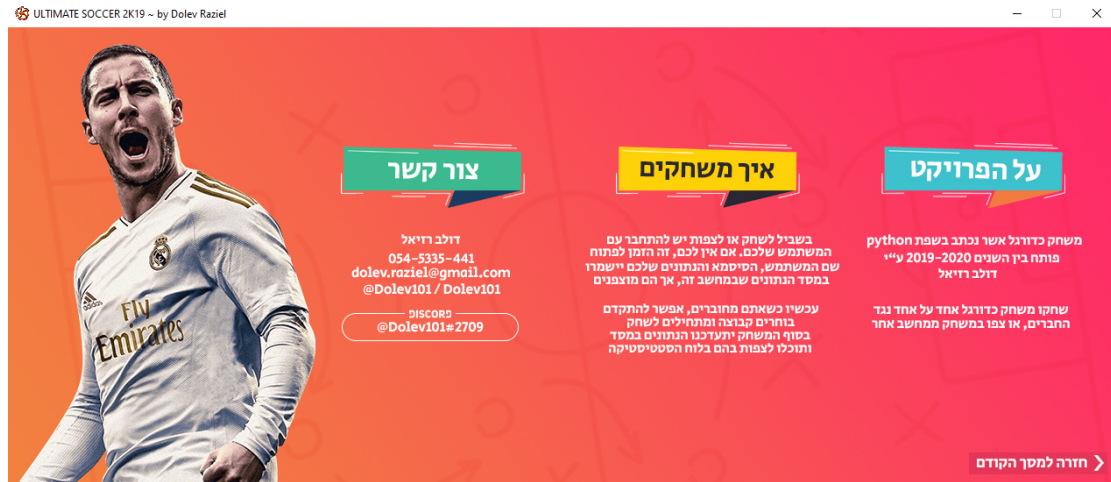
יש ללחוץ על הכפתור המתאים בעזרת העכבר.  
 עמידה עם העכבר על כל אחד מן הכפתורים אינה תעשה דבר, אך תדגיש את הכפתור אשר עליו לחצתם.



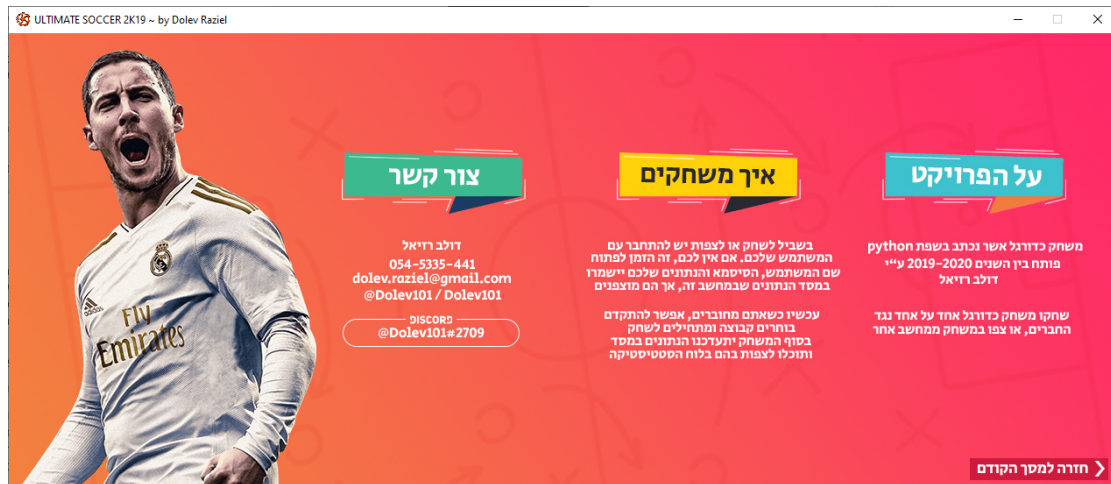
לחיצה על הכפתור השמאלי ביותר – תוציא אתכם מן המשחק ותסגור אותו לחלוטין.  
 ניתן יהיה להריץ את המשחק מחדש, ולחזור בדיוק לתפריט זה.



לחיצה על כפתור המידע, תוביל אתכם למסך "עזרה" אשר מכיל מידע על המשחק, על המתכנת, על הפיתוח, ועל הוראות המשחק.



שימו לב, למסך זה ניתן להגיע גם מן התפריט הראשי (שבו היינו כרגע) בעת פתיחת המשחק, וגם מן התפריט המשני (מיד יורחב עליו).  
 על מנת לחזור למסך הקודם שבו הייתם (לתפריט הראשי או המשני, בהתאם), יש ללחוץ על הכפתור "חזרה למסך הקודם" אשר מופיע בצידו הימני התחתון של המסך.

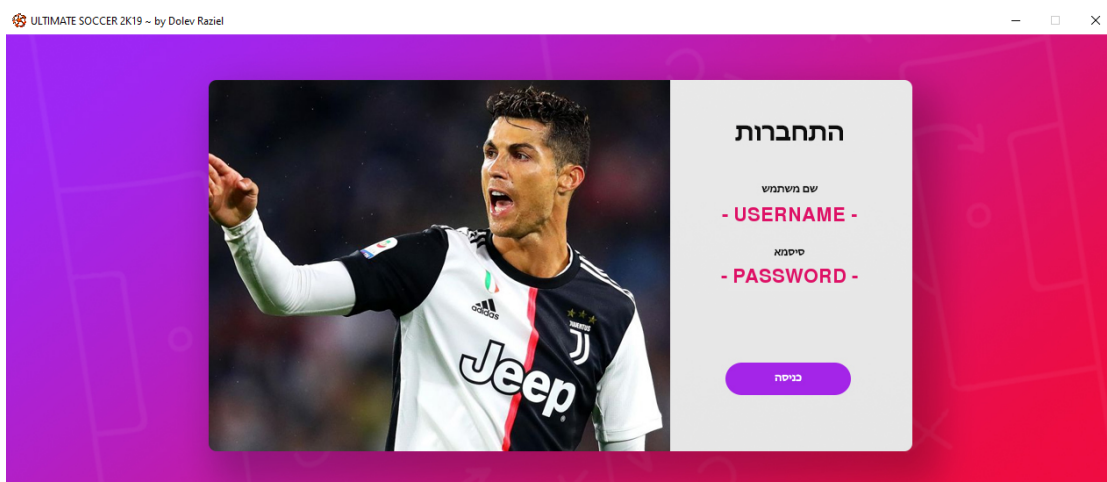


שימו לב – בכל התפריטים, הלחיצה על הכפתורים היא עם העכבר בלבד ולא עם המקלדת. "עמידה" על כפתור עם העכבר, תדגיש את הכפתור וזאת על מנת להקל על המשתמש להבין כי הוא "עומד" על הכפתור.



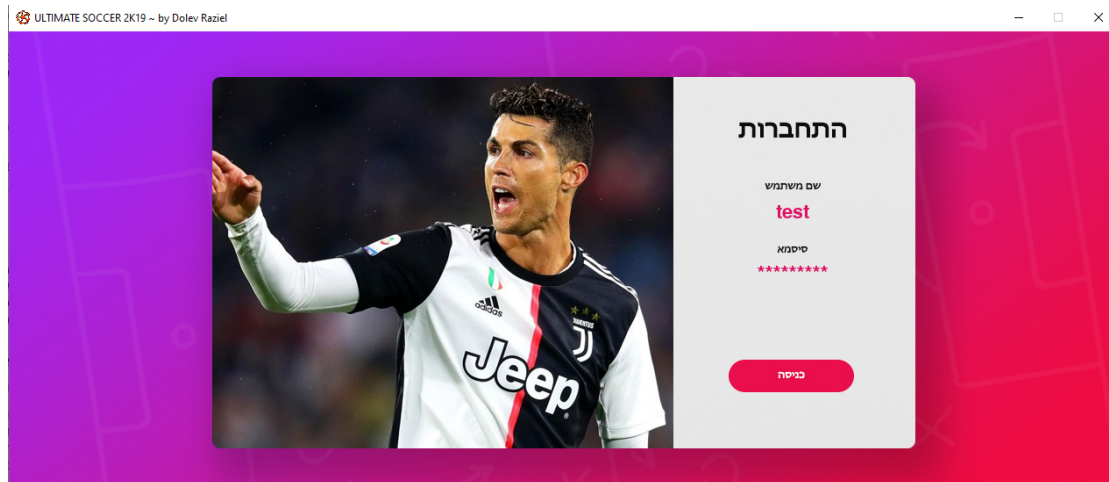
לחיצה על כפתור ה"פליי", תוביל אותנו למסך הבא – מסך ההתחברות. טרם ההגעה לתפריט הבא, עלינו להתחבר למשחק עם המשתמש שברשותינו.

### התחברות למשחק



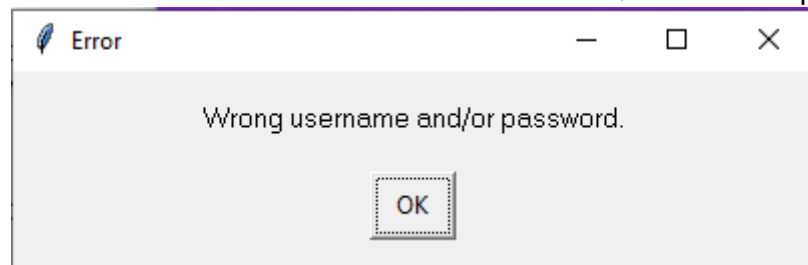
מסך ההתחברות נראה כך, והוא מכיל 2 תיבות המיועדות לקלט המשתמש.

יש לרשום בשדות המתאימים (צבועים בצבע ורוד) את שם המשתמש ואת הסיסמא שלכם, בסיום, עליכם להקיש על כפתור ההתחברות הסגול. לדוגמה:



שימו לב – הסיסמא אשר תכתבו על המסך היא מוסתרת, כמקובל במרבית טפסי ההתחברות הממוחשבים כיום. שדה שם המשתמש והסיסמא, מוגבלים ל-8 תווים, באנגלית בלבד. כל תו אחר אינו יעבוד. כאמור, בתמונה זו, נכתב שם המשתמש test והסיסמא היא 12345678, אך היא מוסתרת. לאחר שמילאתם את שם המשתמש והסיסמא, לחצו על כפתור ההתחברות.

קיבלנו את ההודעה הבאה:



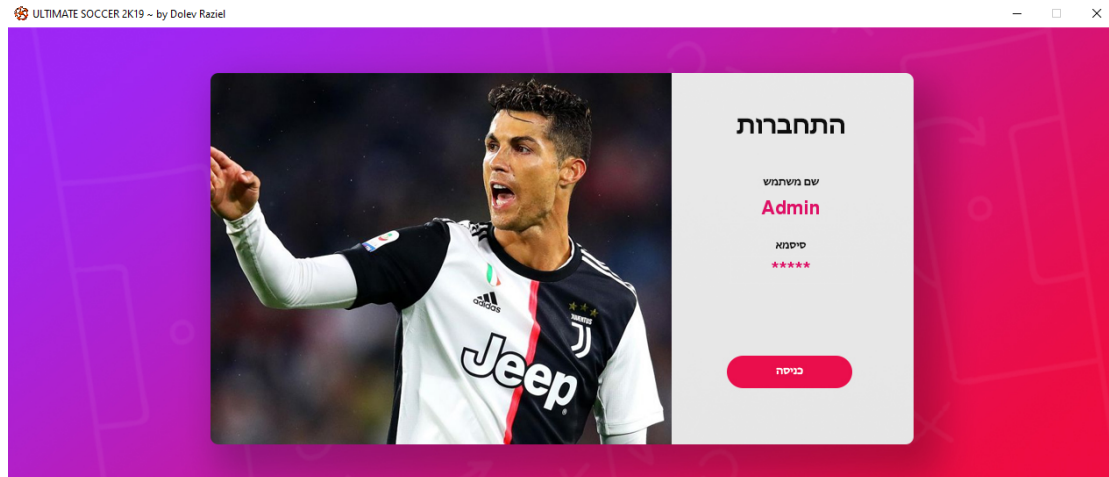
כלומר, שם המשתמש ו/או הסיסמא שהקשנו שגויים, לכן עלינו להקיש בשנית. שימו לב – שמות המשתמשים והסיסמאות מוצפנים ונמצאים על המחשב ואינם יכולים להימחק. הם אינם זמניים.

במידה וטעיתם בשם המשתמש או הסיסמא, רשמו אותם בשנית והתחברו שוב.

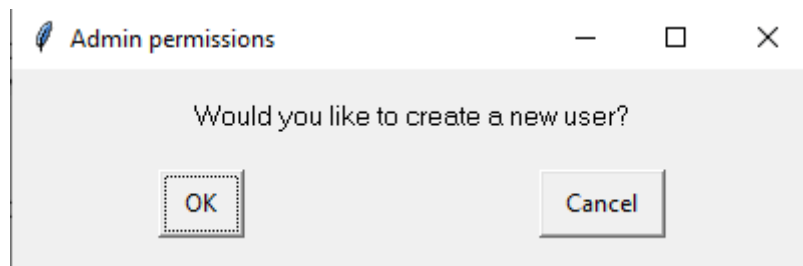
### מה עושים במידה ומעוניינים להירשם למשחק?

במידה ומעוניינים להירשם למשחק (בפעם הראשונה), יש לרשום בשדה המשתמש את שם המשתמש "Admin", ואת הסיסמא "Admin". התחברות עם משתמש זה, תאפשר לכם ליצור משתמש חדש ולהכניסו למסד הנתונים. וכעת נפרט על אופן יצירת המשתמש.

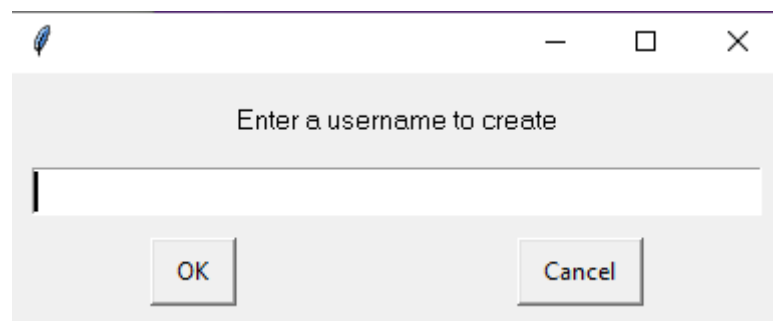
נתחבר עם שם המשתמש והסיסמא כאמור -



ונקבל את ההודעה הבאה -



בהודעה זו, נסמן האם נרצה ליצור משתמש חדש או לא. נענה כן, ונקבל את ההודעה הבאה:

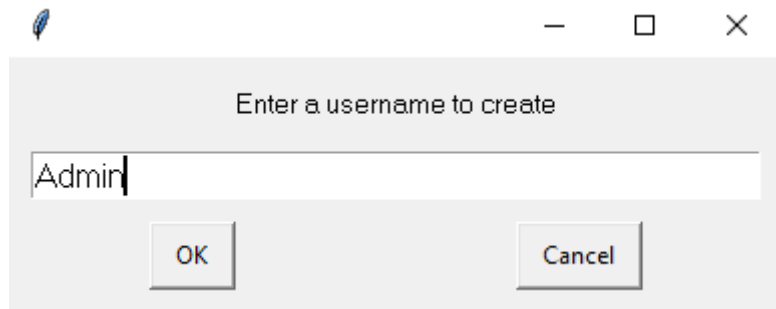


כעת עלינו לבחור שם משתמש חדש. שימו לב לדגשים הבאים:

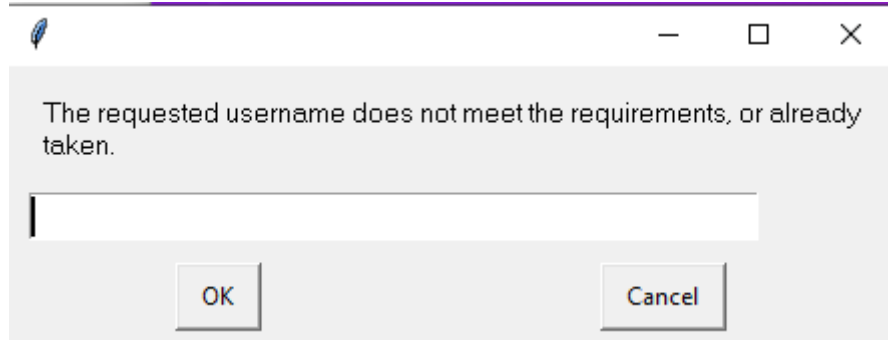
- שם המשתמש חייב להיות עד 8 תווים וארוך מ-3 תווים.
- שם המשתמש חייב להיות באנגלית בלבד
- שם המשתמש חייב להיות חדש. לא ניתן להירשם עם שם משתמש אשר קיים כבר במחשב.

כל חריגה או עבירה על תנאים אלו, תקפיץ הודעת שגיאה.

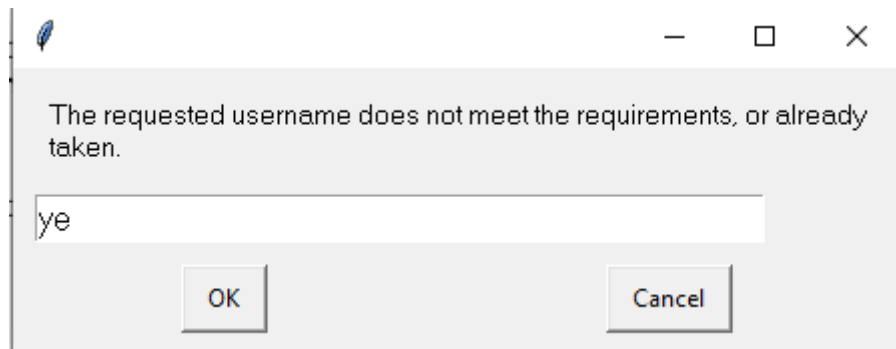
למשל, עבור שם המשתמש Admin (לא ניתן ליצור משתמש נוסף עם שם זה) -



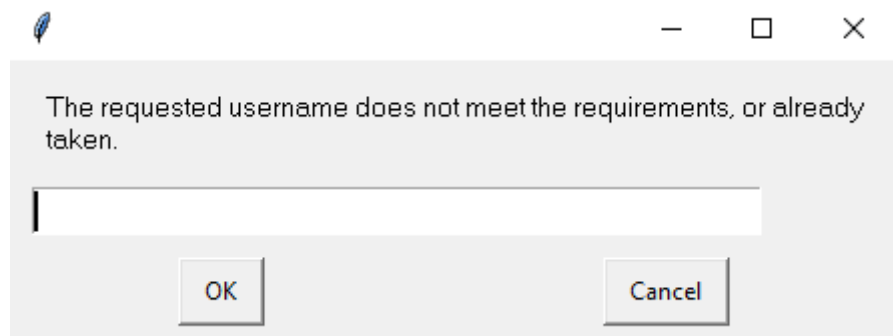
נקבל את ההודעה הבאה:



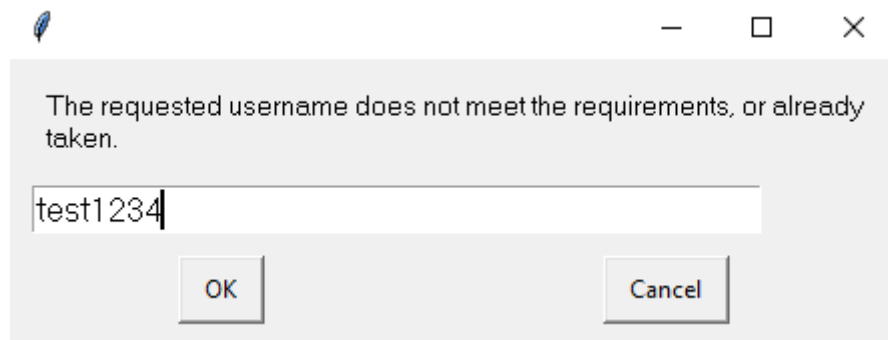
כלומר, שם המשתמש לא עומד בדרישות או תפוס. לכן – עלינו לבחור שם אחר.  
 נזין שם משתמש נוסף, אשר אורכו 2 תווים בלבד, ונקבל –



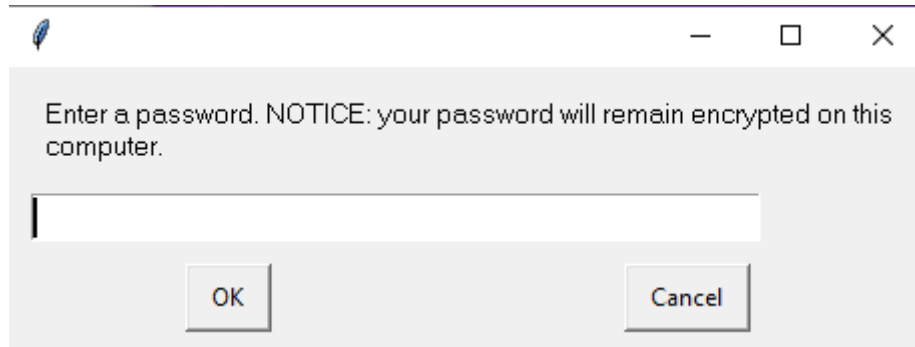
הודעת שגיאה נוספת -



כלומר, המערכת לא תתיר למשתמש להתקדם, עד אשר יזן שם משתמש תקין אשר עומד בדרישות.  
 נבחר שם משתמש תקין – test1234 ונקבל –



את ההודעה הבאה –

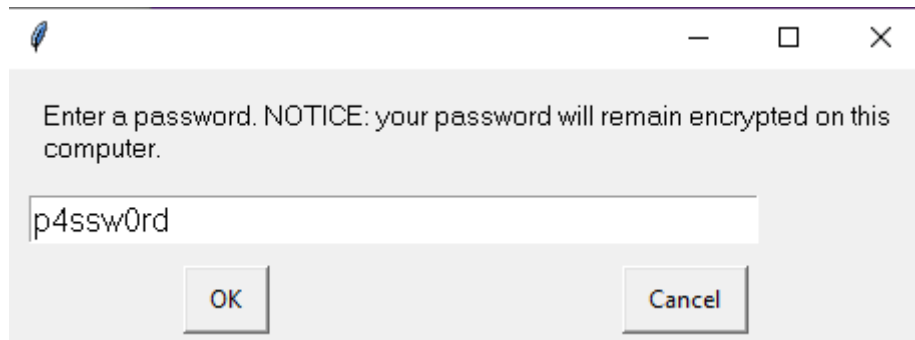


כעת, עלינו לבחור סיסמא למשתמש שלנו.

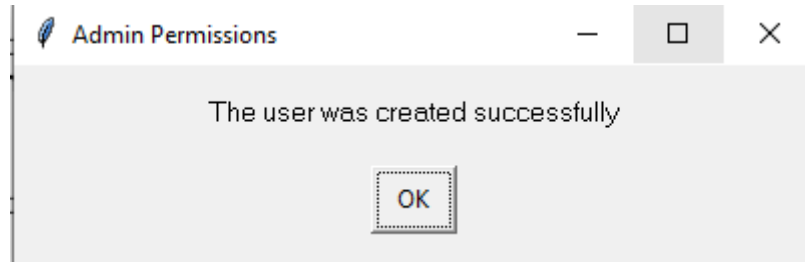
הנחיות לבחירת סיסמא:

- הסיסמא חייבת להיות באנגלית או עם מספרים בלבד.
- הסיסמא חייבת להיות ארוכה מ-4 תווים וקצרה מ-8 תווים.
- אל תבחרו סיסמא אשר קלה לניחוש.

נזין את הסיסמא – p4ssw0rd

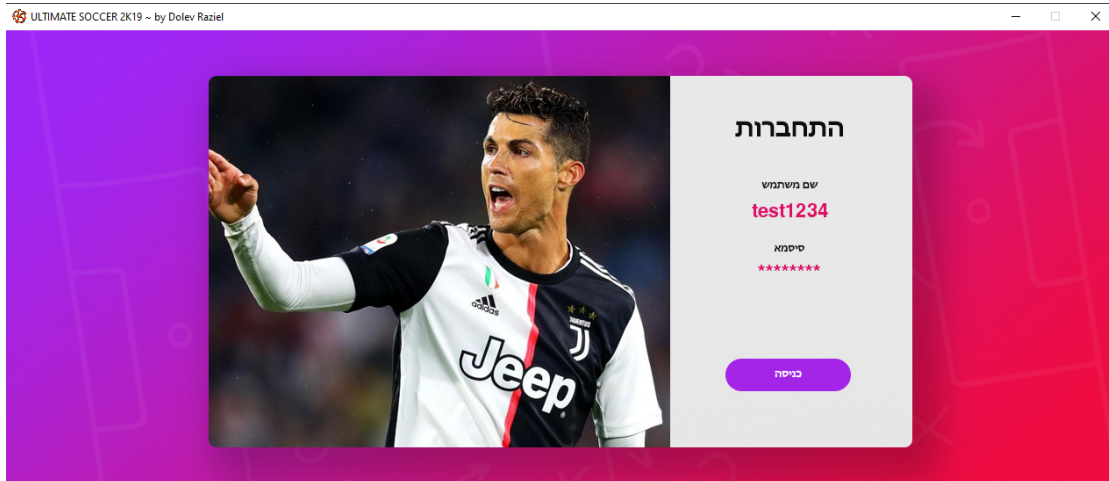


ונקבל -



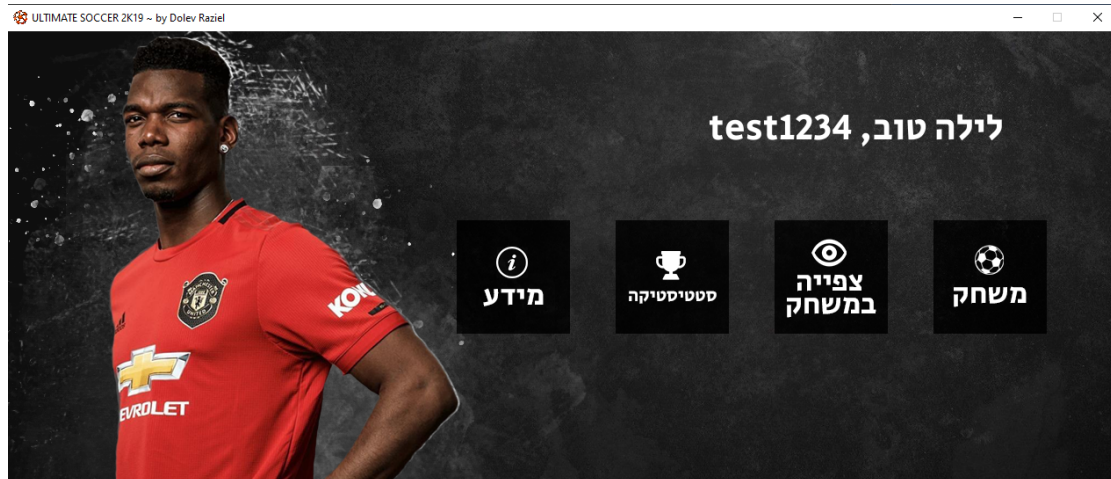
כלומר, הודעה אשר המשתמש נוצר בהצלחה. מעתה – ניתן להתחבר למשחק עם משתמש זה ולשחק עימו.

כעת נתחבר למשחק עם המשתמש אשר יצרנו – test1234



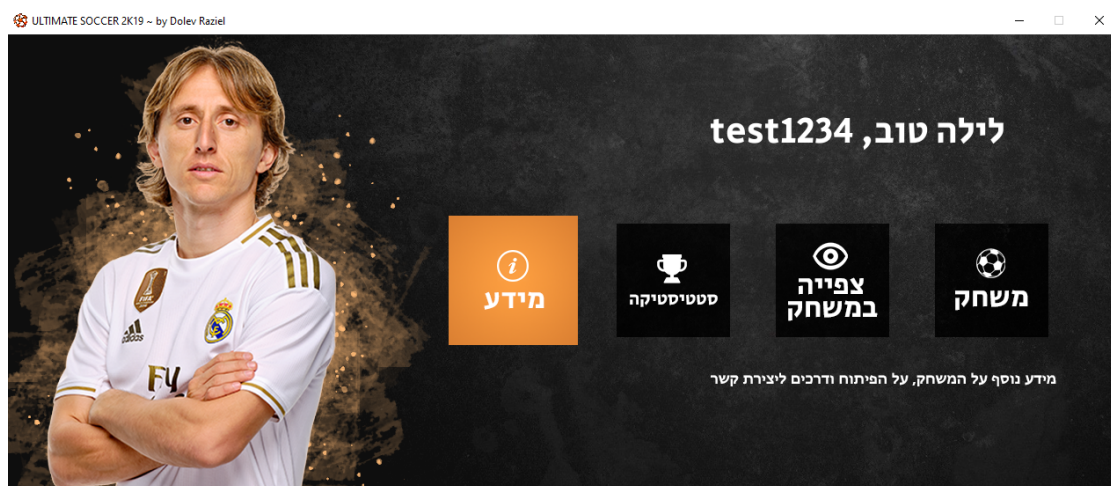


תפריט המשחק



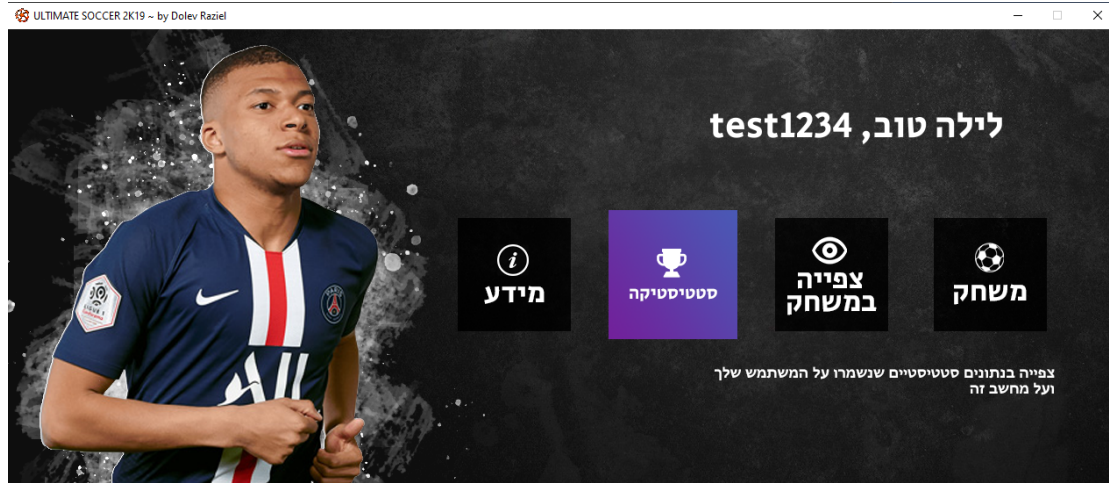
זהו התפריט המשני, או התפריט של המשחק. בתפריט זה, תוכלו לראות במעבר בין כל כפתור מידע. התפריט מלווה בתמונות ובכיתובים בהתאמה.

פאנל המידע



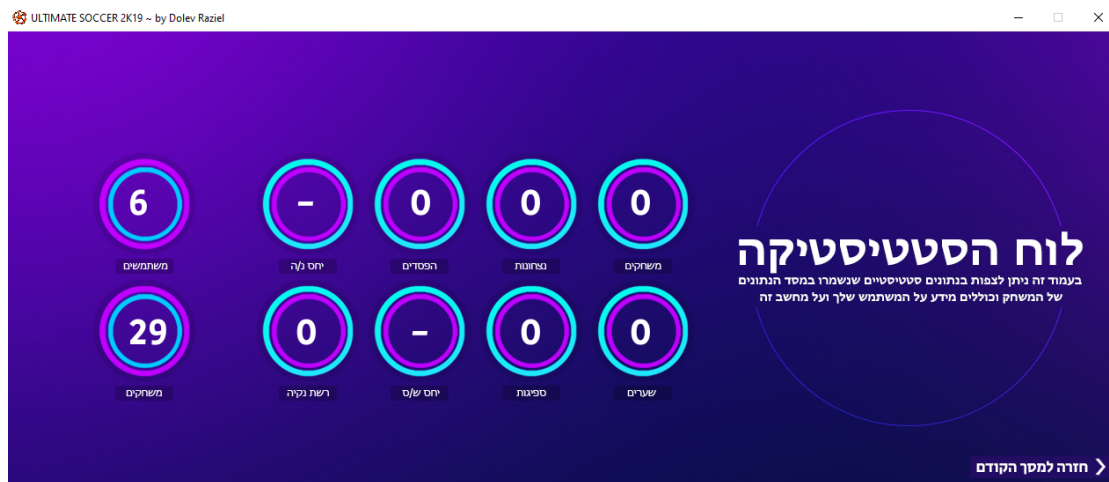
בפאנל המידע, תגיעו למסך המידע אשר אליו ניתן גם להגיע מן המסך הראשי של המסך (בעת הפתיחה שלו) אשר עליו כבר פירטנו קודם. כמובן, שבעת היציאה ממסך המידע, תחזרו לתפריט זה, ולא לתפריט הראשוני של המשחק (לא תצטרכו להתחבר שוב).

פאנל הסטטיסטיקה



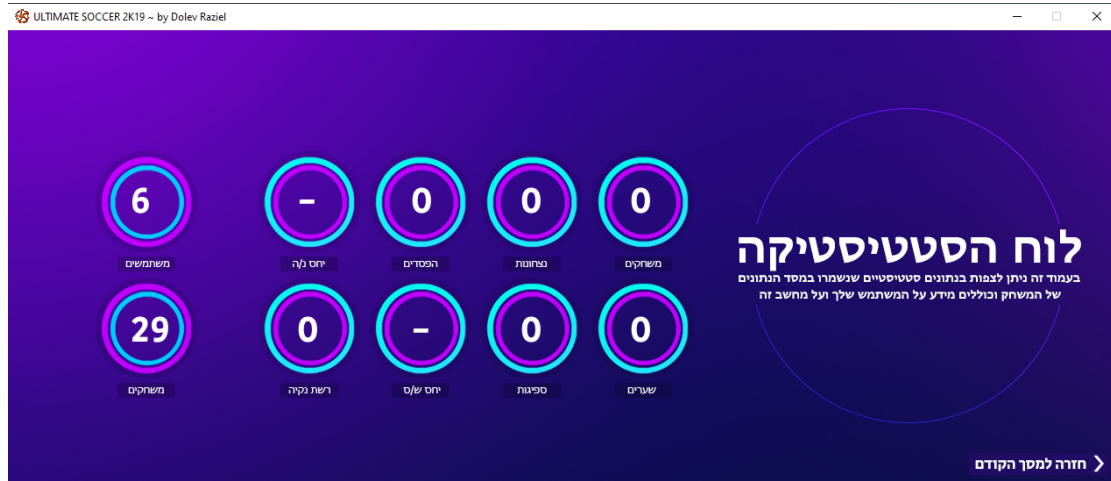
בפאנל הסטטיסטיקה, תוכלו לראות את כל הסטטיסטיקות על המשתמש שלכם. כמה נצחונות, הפסדים, משחקים, שערים... בקיצור – כל המידע שבאמת מעניין אתכם. תוכלו גם לראות כמה משתמשים נפתחו על המחשב שבו אתם משחקים וכמה משחקים שוחקו בו.

פאנל הסטטיסטיקה נראה כך –



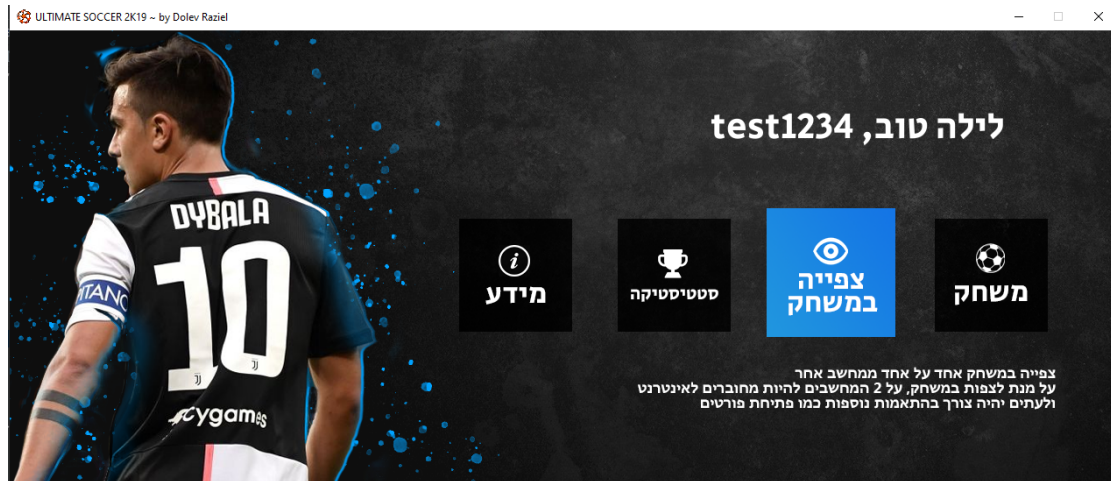
כל עיגול, מכיל מספר, ומתחתיו – פירוט. ניתן לראות כי במשתמש זה, שפתחנו זה עתה, שוחקו 0 משחקים, הובקעו 0 שערים על ידיו, יש לו 0 ספיגות, והוא סיים 0 משחקים עם רשת נקייה.

שני העיגולים שמצד שמאל, מסמנים סטטיסטיקה גלובלית למחשב זה, כלומר – במחשב זה נפתחו עד כה 6 משתמשים ושוחקו בו 28 משחקים.



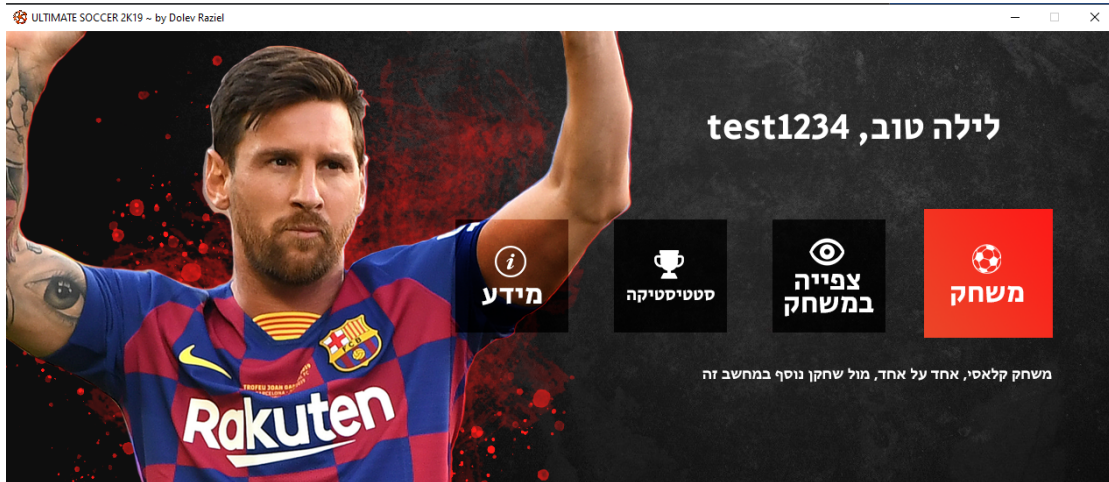
נחזור למסך הקודם בעזרת כפתור ה"החזרה למסך הקודם" שבצד ימין למטה.

### פאנל הצפייה במשחק

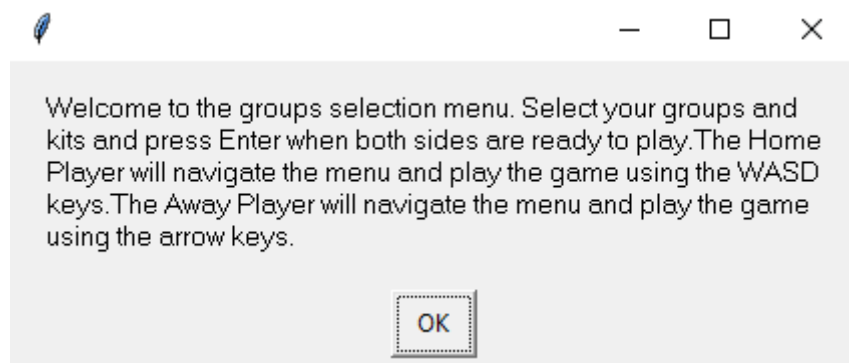


בצפייה במשחק, נוכל לצפות במשחק אחר המתנהל במחשב אחר, בין 2 שחקנים אחרים. יש צורך בחיבור יציב לאינטרנט של 2 המחשבים (המחשב שבו מתנהל המשחק, והמחשב הצופה – spectator).

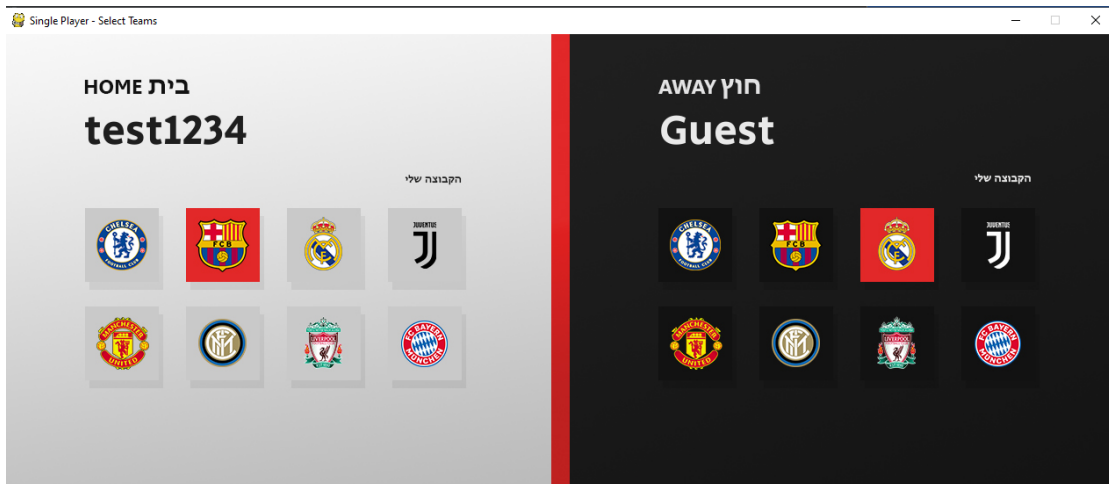
איך משחקים?  
 על מנת לשחק במשחק, נלחץ על "משחק" –



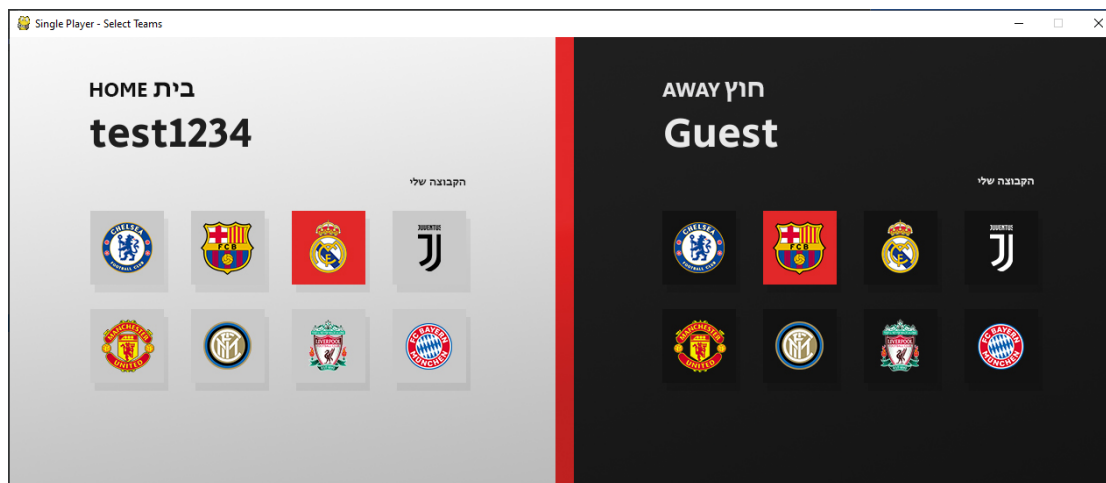
לחיצה על הכפתור תוביל אותנו להודעה הבאה –



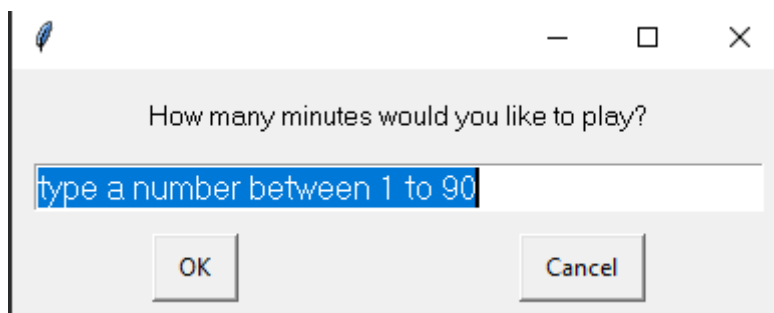
בהודעה זו מוסבר לשחקן כי במסך הבא, עליו ועל חברו לבחור קבוצה אשר ירצו לייצג במהלך המשחק. עוד מוסבר כי שחקן "הבית" – השחקן המחובר למחשב, ישחק בצידה השמאלי של המקלדת, וזאת בעוד שחקן ה"חוץ" – "האורח" – ישחק בצידה הימני של המקלדת, בעזרת מקשי החיצים.



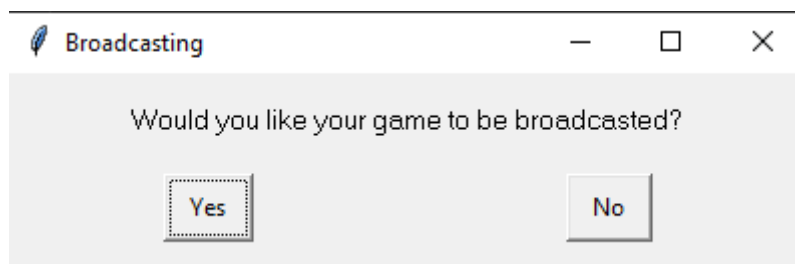
כעת, כל אחד ינווט בעזרת המקלדת (כפי שהוסבר קודם) ויבחר את הקבוצה אשר ירצה לשחק עימה. ניתן לשחק עם אותה הקבוצה – כלומר, שני השחקנים יכולים לשחק עם אותם המדים, אך שימו לב כי במצב זה אתם עשויים להתבלבל בין השחקנים.



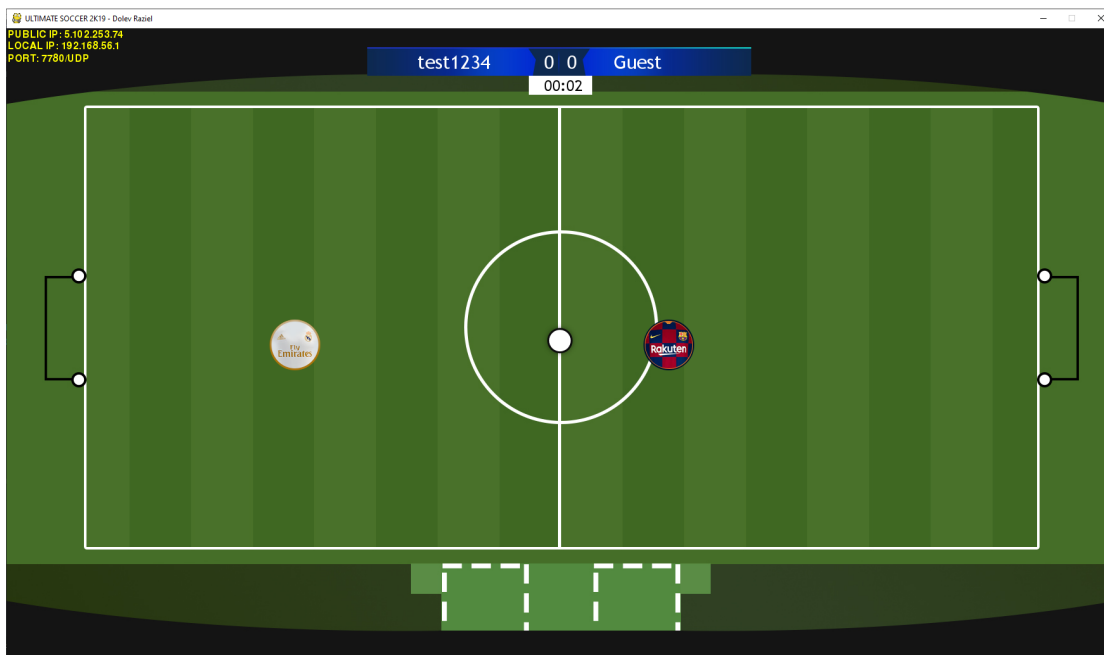
לאחר שבחרנו את הקבוצות, נלחץ על מקש האנטר. עתה תקפוץ ההודעה הבאה –



במסך זה, עלינו לבחור כמה זמן נרצה לשחק, מדקה אחת ועד 90 דקות של משחק, כמקובל בכדורגל אמיתי. יש להזין מספר טבעי בלבד. עתה תופיע ההודעה הבאה –



אשר בה נבחר האם אנו מעוניינים שהמשחק שלנו "ישודר" – כלומר – שמחשב אחר יוכל להתחבר ולצפות במשחק במידה וירצה.



עתה המשחק החל. במסך הבא, ניתן יהיה לזוז כל אחד בעזרת המקשים שלו. למעלה מופיע לוח התוצאות – כמקובל בכל משחק כדורגל. הוא מכיל את שמות השחקנים, ואת כמות השערים שהבקיע כל אחד.

מתחתיו, מופיע השעון. השעון הוא סטופר, אשר עולה ועוצר רק כאשר מגיע למגבלת הזמן אשר נתנו לו ממקודם.

בצידו השמאלי העליון של המסך, ניתן לראות את כתובת האיפוי בסאבנט, ואת כתובת האיפוי החיצונית של המחשב, וכן, את הפורט שבו משודר המשחק. כל מחשב אחר יכול להצטרף ולצפות במשחק, במידה ותבחרו לתת לו את נתונים אלו.

לאחר שייגמר הזמן, יעצור השעון, ובמקום הזמן יופיע "FT" – שמשמעו FULL TIME, ותופיע על המסך התוצאה הסופית של המשחק, לדוגמא:



משחק זה נגמר בתיקו, וזאת מכיוון ששני הצדדים הבקיעו 0 שערים.

## מדריך למפתח

חלק קל אבל ארוך והרבה "העתק הדבק" של הקבצים שבתיקיית Assets. אמלא בהקדם.

## סיכום אישי/רפלקציה

העבודה על הפרויקט הייתה עבורי מאתגרת, אך בו זמנית מהנה במיוחד. אני חושב שהחלק שהכי אהבתי בפרויקט, היה שלב ה-"ניסויים" ושלב הכנת ממשק המשתמש ותכנות המשחק עצמו. כשרק התחלתי לכתוב את הקוד ולתכנת את המשחק, רציתי משחק כדורגל שיהיה "מציאותי" בהשוואה לחלופות האחרות הקיימות כיום, כלומר – משחק שמהירויות השחקנים בו הגיוניות, מהירות הכדור מציאותית, השחקנים "מחליקים" על המשטח וקיים חיכוך אשר מאט אותם, והכדור נע בזווית המדויקת שבו נע השחקן. מאוד נהייתי לשלב את המתמטיקה ביחד עם התכנות, ובפרויקט זה השתמשתי הרבה בידע שצברתי מהמתמטיקה התיכונית שלמדתי בבית הספר. עמדו בפניי קשיים – חלקם לוגיים, חלקם היו יותר נוגעים לסביבת העבודה ולאופן התכנות, אך בסופו של דבר, אני מאמין שהצלחתי להתגבר על הקשיים וליצור פרויקט מצוין. המסקנות שלי מן הפרויקט הן – לא לוותר בקלות, להמשיך וללמוד, גם כקשה, ובסופו של דבר – להגיע להצלחה. אני חושב שהכלי החזק ביותר שקיבלתי מהכנת הפרויקט היה חיזוק יכולת הלמידה העצמית – השימוש בגוגל ככלי לפתירת בעיות וקבלת מענה לשאלות. שכן – כל שאלה הנוגעת לתכנות ובה נתקלתי, מצאתי לה תשובה בגוגל. לא תמיד הפתרון היה הפתרון שלו ציפיתי, אך בהחלט חלק מהפתרונות שהיו לקהילת המתכנתים להציע עבדו.