

מורה נבוכים לטכנולוגיה בהוראה מקוונת

ועדת אד הוק פקולטתית לאמצעים טכנולוגיים בהוראה מקוונת

הפקולטה למדעים מדויקים, אוניברסיטת תל אביב

הקדמה

לאחר סמסטר של הוראה במסגרת אילוצי COVID-19, הוקמה בפקולטה ועדה זמנית שמטרתה לבחון מסלולים טכנולוגיים לשיפור ההוראה המקוונת. מסמך זה מסכם ידע טכני שנאסף על ידי הוועדה במהלך תפקידה, ועשוי לשמש את חברי סגל ההוראה. הדיון כאן לא יעסוק בהוראה עצמה, אלא אך ורק בנושאים טכנולוגיים הקשורים להוראה בעזרת מחשב או טאבלט מסך: ציוד, תוכנות וכדומה.

חומרה

כלי כתיבה דיגיטליים

קורסים רבים בפקולטה למדעים מדויקים מועברים (או יכולים להיות מועברים) עם מצגת, ודורשים התאמה מינימלית להוראה מקוונת. עם זאת, חלק גדול מהשיעורים עוברים מול לוח, כשבמהלך השיעור מפתחים את המשוואות הרלוונטיות שלב אחר שלב. גם בקורסים עם מצגת, היכולת לכתוב או לצייר על גבי המצגת משפרת משמעותית את החוויה הלימודית. קיים מגוון פתרונות לכתיבה דיגיטלית במגוון מחירים, וההבדלים ביניהם משמעותיים. רצוי מאוד להבין אותם לפני שמקבלים החלטה בנידון.

סטיילוס/עט פעיל וסביל

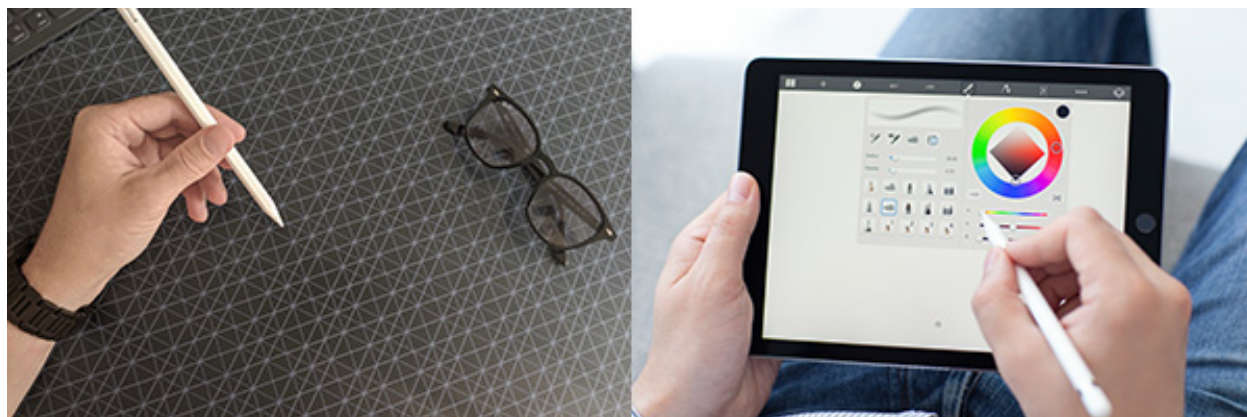


העטים הכי פשוטים שניתן לקנות, המכונים "passive" או "capacitive", הם למעשה פיסת גומי על גבי מקל קשיח בצורת עט. הם נועדו לשמש במכשירים עם מסכי מגע כגון טאבלטי מסך. הם מדויקים יותר מאצבע, אך אינם מומלצים להוראה מקוונת: מלבד הרגישות הנמוכה, המכשיר לא יכול להבדיל בינם לבין כף היד, ויש לכתוב בלי לגעת במסך. מעשית, זה ממש לא נוח.

חלק מהמכשירים מגיעים עם סטיילוס פעיל ("active") או שניתן לקנות עבורם כזה. יש מגוון דוגמאות נפוצות ברשות

חברי הסגל בפקולטה: בקשו לנסות. מביניהם, ה-Apple Pencil אמור להרגיש כמו עפרון, אך רוב האחרים

אמורים לחקות עט: ה-S Pen של Samsung; ה-Thinkpad Pen Pro של Lenovo; ה-Surface Pen של Microsoft; ומגוון המוצרים של Wacom, שבנוסף לעטים כוללים גם כלים ספציפיים לציור כגון מברשת אוויר דיגיטלית.



עטים פעילים באים במגוון צורות ואיכויות. למשל, הם יכולים להיות רגישים למספרים שונים של דרגות לחץ או לזווית סיבוב בציר אחד או שניים, כוללים מספר שונה של כפתורים ניתנים לתכנות. עבור מכשירים רבים יש אפשרות לקנות עט תואם באיכות גבוהה יותר מזה שהיצרן מספק כברירת מחדל, אך חשוב לשים לב שקיימים בשוק מספר תקנים שאינם תואמים זה לזה. לצרכי הוראה, לא נראה כי עט מקצועי ברמה גבוהה הוא משמעותי. עם זאת, מומלץ לעבוד עם עט גדול, בגודל של עט או עפרון רגיל, ולא עם עט קומפקטי. במידת האפשר, מומלץ לעבוד עם עט שחלקו העליון פועל כמחק (זה נוח יותר מכפתור, שלפעמים נלחץ בטעות).

טאבלט מסך וטאבלט עט

טאבלט מסך (screen tablet/tablet computer) עם עט אקטיבי הוא פתרון מצוין לכתיבה דיגיטלית בהוראה, ומרבית המשתמשים בו מרוצים. ברשות כשליש מחברי הסגל יש טאבלט מסך: למשל, ה-iPad של Apple הוא מותג נפוץ, ומודלים יחסית חדשים שלו מגיעים עם סטיילוס או תומכים בו כתוספת. הכתיבה על מכשירים אלו מרגישה מאוד טבעית, אם כי שונה מכתיבה על נייר כיוון שהיא נעשית על זכוכית חלקה. ניתן לראות באופן מיידי על המסך את מה שנכתב, יש מגוון אפליקציות מתאימות להוראה, והמכשירים בדרך כלל כוללים גם מיקרופונים ומצלמות באיכות גבוהה.

להלן מספר דוגמאות לטווחי מחיר: טאבלט מינימלי של Apple עם מסך בגודל 10.2", בתוספת עט תואם מהדור הראשון, עולה כ-2000 ש"ח; טאבלט דומה של Samsung עולה כמחצית מכך. טאבלט iPad Pro עם מסך 12.9" עולה מעל 4000 ש"ח, אך כולל עט מתקדם יותר. חברי סגל מדווחים כי מסך גדול יותר מקל משמעותית על העבודה.

פתרון אחר הוא לוח כתיבה (graphics tablet/pen tablet). לוחות אלו נמצאים ברשות כשליש מחברי הסגל, כאשר רובם לוחות פשוטים שנקנו על ידי הפקולטה במהלך הסמסטר הקודם. לוחות הכתיבה, למשל אלו של Wacom, כוללים בדרך כלל עטים ברמה גבוהה. הם נוטים להיות עשויים מחומרים המרגישים (ואפילו נשמעים) כמו נייר כאשר כותבים עליהם, וכוללים מספר כפתורים ניתנים לתכנות. מדובר בכלים מקצועיים עם יתרונות רבים המאפשרים ללמד על גבי כל מחשב רגיל, שולחני או נייד, וכ-10% מחברי הסגל בפקולטה מרוצים מהם מאוד. הם מגיעים במגוון גדלים, איכויות ומחירים, התחל מכמה מאות שקלים.

עם זאת, מלבד המודלים היקרים מאוד, מכשירים אלו אינם כוללים מסך, והכתב/ציור מופיע על גבי המסך בלבד. עבור הרוב המוחלט של המשתמשים, ההתרגלות לכך דורשת אימון משמעותי לפיתוח סוג מאוד ספציפי של קואורדינציה יד/עין. ניתן למצוא הצעה לאימון כזה כאן. נמצא כי רוב חברי הסגל שניסו לוח כזה בפעם הראשונה, התייאו לאחר זמן קצר. לכן, לחברי סגל ששוקלים לקנות לוח כתיבה אך לא התנסו בו בעבר מומלץ לנסות קודם ולשקול זאת בהירות. אין ספק כי לטאבלט מסך יש עקומת למידה רכה יותר. לוחות כתיבה גדולים יותר הם קלים יותר לשימוש באופן מובהק: חלק מהקושי נובע מהבדלי הגודל בין המסך ללוח הכתיבה. לוחות כתיבה עם מסך מובנה פותרים את בעיית השימוש האינטואיטיבי; עם זאת, הם בדרך כלל יקרים יותר מטאבלט מסך בגודל דומה, שניתן לקבל ממנו פונקציונליות דומה באמצעות אפליקציה.

מחשבים ניידים עם עט פעיל



פתרון טוב נוסף, הנמצא ברשות כ-25% מחברי הסגל, הוא מחשב נייד הכולל עט פעיל מובנה. באופן כללי, מחשבים כאלו נוטים להיות יקרים יותר מהאלטרנטיבות. הם יכולים להיות גם מעט כבדים יותר, כיוון שהם גם בדרך כלל הפיכים, כך שניתן להשתמש בהם כטאבלט מסך. עם זאת, מדובר במכשירים עם פונקציונליות כפולה: מחשב אישי וטאבלט במכשיר יחיד.

יש מגוון רחב של מכשירים בשוק, וטווח המחירים רחב בהתאם. להלן מספר דוגמאות, כדי לקבל מושג כללי. אפשר למצוא מחשב Lenovo Yoga ישן יותר עם מפרט בסיסי ומסך 14" בפחות מ-4000 ש"ח. מחשב עם חומרה חזקה ואיכות בניה גבוהה, כגון Lenovo X1 Yoga חדש עם מסך בגודל 14", יכול

לעלות בין 8,000 ש"ח לכ-12,000 ש"ח, בהתאם למפרט. מחשבי Microsoft Surface זמינים במחירים שמתחילים מכ-11,000 ש"ח עבור מסך בגודל 12". היצרנית Dell מוכרת סטילוס בשם Dell Premium Active Pen בכ-500 ש"ח המתאים למגוון מחשבים בגדלים ומחירים שונים, אך יש לוודא תאימות עם הספק. לפתרון זה יש יתרונות רבים על טאבלט מסך עבור מי שמעדיף לעבוד עם אפליקציות מחשב רגילות, שהן בדרך כלל מתוחכמות יותר מאפליקציות מובייל. בנוסף, המסכים הם כמעט תמיד גדולים משמעותית מאלו של טאבלטי מסך. הכתיבה אינטואיטיבית מאוד ואין בעיות הסתגלות כמו בלוח כתיבה, והמחשב ניתן להצבה בזווית טובה יותר לצילום מטאבלט מסך, שבדרך כלל מונח שטוח על גבי השולחן.

מצד שני, לחוויית המשתמש של טאבלט מסך יש יתרונות עבור משתמשים המעדיפים ממשקים פשוטים, מינימליים וידידותיים. לעומת זאת, עבור משתמשים טכניים יותר המוכנים ללמוד לעבוד עם לוח כתיבה, הלוח עשוי להיות פתרון טוב יותר, כי הוא מאפשר לעבוד עם מסך גדול של מחשב שולחני או אפילו עם מספר מסכים במקביל. לבסוף, עבור משתמשי Apple, מחשב נייד עם עט אינו אופציה כי החברה לא מייצרת כאלו.

אמצעי צילום והקלטת שמע

במהלך שיעור מקוון מול מחשב, רצוי מאוד כי התלמידים יוכלו לקרוא אתכם בבירור, אך יותר חשוב כי ישמעו אתכם בבירור. בהנחה שאינכם מצלמים לוח כתיבה, אפילו מצלמת רשת ישנה תשרת אתכם היטב. עם זאת, מיקרופון גרוע (שבדרך כלל יהיה זה שמגיע עם מצלמת רשת פשוטה) פוגע משמעותית באיכות השיעור.

מצלמות

מומלץ לעבוד עם מצלמת רשת איכותית במידת האפשר: המחיר של כזו מתחיל מכמה מאות שקלים. למחשבים ניידים רבים ולרוב הטלפונים והטאבלטים יש מצלמות מובנות איכותיות. עם זאת, אם המכשיר ישן, ובמיוחד אם קניתם מצלמה נפרדת למחשב שולחני לפני מספר שנים, יתכן וכדאי להחליף. במקרה ועובדים עם מצלמה ישנה, קצב העדכון (refresh rate/frame rate) חשוב יותר מהרזולוציה כדי לאפשר קריאת שפתיים לתלמידים עם מגבלות שמיעה. לכן, כדאי לפעמים להוריד את הרזולוציה כדי להעלות אותו (למשל, ב-Zoom, לבטל את האפשרות "Enable HD" באופציות הוידאו). להקלטות אסינכרוניות, ניתן להשתמש במצלמה דיגיטלית רגילה. זה כמובן פתרון טוב יותר מבחינת איכות הוידאו, אך הוא גם דורש תפעול נוסף ועריכה.

מיקרופונים

כמעט כל מיקרופון פשוט יהיה עדיף על המיקרופון המובנה במצלמת הרשת או במחשב שלכם, אלא אם כן מדובר במודל יקר יותר הכולל מיקרופונים עם ביטול רעש. מיקרופונים של טאבלטים נוטים להיות טובים יותר, אבל גם הם מתאימים רק לסביבה שקטה מאוד. אוזניות תוך-אוזן (in-ear) הכוללות מיקרופון הן אפשרות זולה ופשוטה במיוחד: הן זמינות בפחות מ-20 ש"ח. עם זאת, יש לוודא כי החיבור במחשב שלכם תומך בהן. אפשרות מעט יותר יקרה היא מיקרופון "מדונה" או דש בסיסי בכמה עשרות שקלים. מיקרופון עם סינון רעש פעיל יכול לעבוד גם בחדר עם מעט רעש, ועולה כ-100 ש"ח למודל בסיסי. מיקרופון שולחני/מעמד מסוג מקצועי יותר יכול לעלות מאות שקלים או יותר, אך עובד נהדר ודורש התעסקות מינימלית. **מומלץ מאוד להקליט את עצמכם בתנאים רלוונטיים ולהקשיב לתוצאה.** במידה והשמע לא מצוין (למשל, אם שומעים רעש סטטי, או אם הדיבור נשמע חלש), הוא יפריע לתלמידים שלכם; אנא שיקלו להשקיע במיקרופון.

תוכנה

לשימושכם, ריכזנו מספר תוכנות שחברי סגל ההוראה בפקולטה ממליצים עליהן לצורך הוראה מקוונת. רצוי מאוד להיות מודעים לאפשרויות הקיימות ולהשקיע מחשבה בצורה הטכנית שבה תרצו להעביר שיעורים. שימו לב כי חלק מהתוכנות שיוזכרו כאן (בעיקר ל-iPad) הן בתשלום.

כתיבה

מספר שיקולים עולים בבחירת תוכנה לניהול השיעור. הנוחות ומהירות העבודה של המרצה היא קריטית לחיסכון זמן. עם זאת, יש להתחשב גם בצרכי התלמידים: במיוחד, רצוי לייצר במהלך השיעור מסמך ניתן להדפסה, למשל בפורמט pdf. במקרים רבים, רצוי גם כי התלמידים יוכלו לעיין במסמך זה לא רק כאשר הם חוזרים על השיעור, אלא גם במהלכו. זה יכול להיות נכון גם אם הופצו רשימות המרצה. לכן, רצוי להבין את הגישות הקיימות בתוכנות השונות ולהשקיע מחשבה בצורת העבודה ובחווית הלימודים הנגזרת ממנה לפני שמתחילים ללמד.

תוכנות מתאימות, בד אינסופי לעומת דפים/שקופיות

חלק מהאפליקציות ששימשו את חברי הסגל מאפשרות לצייר במרחב אינסופי ("infinite canvas"): גלילה לכיוון מסוים מגדילה את הלוח לשם באופן אוטומטי. צורת עבודה זו נוחה ודינאמית מאוד בזמן השיעור, ומונעת את המצב המצב המוכר בו נגמר המקום בקצה הלוח.

עם זאת, חשוב לזכור שאפליקציות כאלו עשויות ליצור פלט בצורה מוזרה שקשה מאוד לתרגם לעמודים או להדפיס, ולעתים קשה להתמצא ולחפש בו. זה יכול להקשות על התלמידים. בנוסף, חשוב לזכור כי בניגוד לשיעור על לוח, במידה והשיעור סינכרוני התלמידים רואים רק את מה שעל המסך ברגע מסוים. זה מקשה עליהם להשוות ביטויים ולעקוב אחר פיתוחים. לכן, **ברוב המקרים מומלץ לעבוד עם שקופיות או דפים.**

להלן מספר אפליקציות עם **בד אינסופי** שנעשה בהם שימוש על ידי חברי הסגל:

- Microsoft OneNote (Windows)
- Concepts (iPad)
- MyPaint (Windows/Linux/Mac)

עבור **כתיבה על גבי שקופיות**, אפשר להשתמש באפליקציה בה יצרתם את השקופיות (למשל Microsoft PowerPoint או Apple Keynote; אלטרנטיבה פתוחה היא Libreoffice Impress). אפשרות אחרת היא לייצא את המצגת ל-pdf ולעבוד עם אחת התוכנות בקטגוריה הבאה, המאפשרות לצייר מעל pdf.

עבור **כתיבה על עמודים/על גבי pdf**, הזכירו על ידי חברי הסגל מספר אפליקציות מומלצות:

- Goodnotes, Notability (iPad)
- Xournal/Xournal++ (Windows/Linux/Mac, early mobile/web versions exist)

סינכרון בין מסך טאבלט למחשב

רבים מחברי הסגל שלימדו בעזרת טאבלט העדיפו להשתמש בו רק לכתיבה, ולנהל בכל זאת את השיעור על גבי מחשב אישי. זה מאפשר לשחזר את רוב היתרונות של לימוד בעזרת לוח כתיבה או עט אינטגרלי במסך המחשב: אפשר להשתמש במצלמה הנמצאת מול המרצה ולא על השולחן, ולעבוד עם עכבר, מקלדת, ומסך גדול או שניים. כדי לאפשר זאת, יש צורך בשיתוף מסך מהטאבלט, ובקליטתו על גבי המחשב. האפשרות הפשוטה ביותר היא בדרך כלל להשתמש בתקנים המיועדים להצגה של מסך טלפון/טאבלט בטלוויזיה (AirPlay במכשירי Apple ו-Miracast או Google Cast בכל המכשירים). לצורך העניין, יש להתקין תוכנה על גבי המחשב. להלן מספר אפשרויות:

- Lonely Screen, 5K Player (iPad to Windows/Mac)
- Teamviewer, Vysor (Android to Windows)
- Miraclecast (Android/iPad using Miracast to Linux)

מסך הטאבלט יופיע כחלון במחשב. אפשר למקם אותו בהתאם לצורך ולשתף מסך או להקליט מהמחשב.

פורמט ווקטורי לעומת תמונה, עיבוד ודחיסה

יש הבדלים משמעותיים בין האפליקציות מבחינת איכות המסמך שהן מאפשרות לייצא. מסמכים גדולים מאוד יכולים להיות איטיים להורדה, טעינה וצפייה ומקשים על התלמידים. לכן, אנחנו ממליצים לעשות ניסוי ולייצר מספר דוגמאות לפני שמתחייבים לתוכנה: רצוי ואפשרי לבחור שיטת עבודה המייצרת מסמכים שגודלם אינו עולה על כ-0.5MB לעמוד, אפילו אם המסמכים כוללים תמונות.

לוח לבן שיתופי לעומת אפליקציה מקומית

אפשרות מעניינת במיוחד שמומלץ לבדוק היא עבודה עם לוח לבן שיתופי במקום עם אפליקציה מקומית: למשל, Google Jamboard. זהו לוח אלקטרוני העובד ישירות בענן ומאפשרת קולבורציה מיידית, בדומה ל-Google Docs. אפשר לצייר, לכתוב טקסט, ולגרור פנימה תמונות. זה כולל כמובן תמונות של משוואות שחוללו ב-LaTeX, וקיימות אפליקציות שעושות זאת במהירות. יש לצורת עבודה זו מספר יתרונות: אין צורך בשיתוף מסך כלל, הסטודנטים יכולים לעבור באופן עצמאי בין דפים, וכל אחד מהם יכול לייצר לעצמו pdf מהתוצאה באופן עצמאי. אפשר גם לאפשר לסטודנטים לכתוב על הלוח. שימו לב שלוח כזה קיים גם בתוך Zoom, אך הוא פחות מוצלח מזה של גוגל. ל-Jamboard יש אינטגרציה הדוקה עם Google Meet, תוכנה דומה ל-Zoom, אך אפשר לעבוד עמו גם בלי Meet. מצורף גם [קישור](#) להשוואה בין מספר לוחות לבנים שיתופיים לצורך הוראה.

הקלטה אסינכרונית ועבודה עם וידאו

חלק קטן יחסית מחברי הסגל בחרו להעביר את הרצאותיהם, או חלקן, באופן אסינכרוני, וחלק זה במסמך מיועד עבורם בלבד. לא נדון כאן ביתרונות והחסרונות הפדגוגיים של שיעור אסינכרוני מול סינכרוני. עם זאת, מבחינה טכנית, שיעור אסינכרוני פותח את האפשרות ראשית **לערוך את ההרצאות, ושנית להוסיף להן רכיבים אינטראקטיביים.** מדובר בשינויים שיכולים להעלות משמעותית את איכות התוכן הלימודי, אך גם דורשים השקעת זמן רב. לכן, יש לשקול בכבדות אם ומתי כדאי לעשות מהם שימוש.

הקלטה אסינכרונית

ניתן להקליט שיעורים אסינכרוניים ב-Zoom (או תוכנה דומה). בהקשר זה, האפשרות להקליט בענן היא נוחה מאוד במידה ואין כוונה לערוך את ההקלטות. אחרת, עדיף לשמור את ההקלטות על גבי קובץ מקומי. אפשרות אחרת עשויה להיות טובה יותר עבור משתמשים מתקדמים יותר, או לאלו מכם שהשקיעו בחומרה טובה ורוצים לנצל אותה: הקלטה באמצעות תוכנה ייעודית לכך. מוצר בולט מסוג זה הוא [OBS Studio](#). זו תוכנה חינמית ופתוחה הפועלת במגוון מערכות הפעלה ומשמשת מיליוני אנשים. היתרונות המרכזיים הם גמישות: למשל, האפשרות לשלוט באיכות ופורמט הוידאו, האפשרות להגדיר מספר "סצנות" ולעבור ביניהן במהירות, הגדרת שקופית כותרת, הוספה של טקסט או תמונה מעל וידאו חי וכדומה. הסצנות הם מצבי הקלטה שונים: למשל, וידאו על כל המסך, לעומת וידאו בפינה הימנית התחתונה ושיתוף של אזור מסוים במסך. עם קצת תכנון מראש, זה מאפשר הקלטה של שיעורים ללא עריכה או עם פחות עריכה, וכך חוסך זמן.

עריכת וידאו

עריכת וידאו דורשת זמן עבודה שלכם, במיוחד אם לא עשיתם זאת בעבר. בנוסף, היא דורשת זמן עבודה מהמחשב שלכם, במיוחד אם לא מדובר במחשב חזק עם כרטיס גרפי טוב. לכן, מומלץ להגביל את העריכה למינימום ולנסות לעשות את רוב העבודה בזמן אמיתי. עם זאת, לפעמים אין מנוס מעריכה, ולפעמים היא חוסכת זמן. למשל, אפשר לסמן טעות שנעשתה בוידאו עם טקסט וחץ במקום להקליט את הסרטון (או חלק ממנו) מחדש. כל מערכות ההפעלה הנפוצות מגיעות עם תוכנות בסיסיות לעריכת וידאו, והן עשויות להתאים לצרכיכם. אם תמצאו את עצמכם זקוקים לאפשרויות מתקדמות יותר, מומלץ לבחון אופציות חינמיות ופתוחות כגון OpenShot ו-kdenlive לפני שפונים לתוכנות מסחריות (שהן בדרך כלל יקרות). ניתן ללמוד עריכת וידאו דיגיטלית באופן עצמאי תוך זמן קצר למדי.

תכנים אינטראקטיביים בוידאו

רצוי להכיר את המושג h5p, פורמט שכבר קיים במערכת Moodle של האוניברסיטה ויהיה זמין גם במערכת panopto שאליה נקבל גישה לקרוב. באופן כללי, רכיב h5p הוא הדרך המועדפת להעלות סרטונים למודל. בנוסף, הפורמט מאפשר שאלות אינטראקטיביות המופיעות במהלך סרטונים. זהו כלי למידה מוצלח מאוד הנמצא בשימוש שיטתי בחברות כמו Coursera, ויש ממנו שביעות רצון רבה בקרב הסטודנטים.