

# המקורות האקדמיים של תעשיית ההיי טק של ישראל

## הפקולטה להנדסת אווירונאוטיקה בטכניון

שיחה עם פרופסור משה ארנס

מרץ 2012



פרופ' תדמור: אתה רואה (מצביע על תמונה ישנה של בניין הטכניון) הכל היה שם ריק. זה צילום משנות השלושים. רואים אפילו את העצים שאיינשטיין שתל, זאת ההתחלה. כשהקימו את הפקולטה לאווירונאוטיקה, זה היה הבניין הראשון פה למעלה, אני עוד למדתי פה. ובשביל מתמטיקה היינו נכנסים לאוטובוס ועולים למעלה, כי פה לא הייתה מתמטיקה. אז זאת הייתה ההיכרות הראשונה שלי עם אווירונאוטיקה.

פרופ' תדמור: מה שאני מנסה לעשות בגלל החשיבות העצומה של ההיי-טק זה לנסות ולהתחקות מהם המקורות האקדמיים של ההיי-טק. על מערכת הביטחון נדבר אולי אחר כך. כי זה קשור אחד לשני.

פרופ' תדמור: להיי-טק הישראלי, העיקרי, כיום, שהוא אלקטרוניקה, מחשבים ותקשורת, או ICT, information communication technology, יש שני מעיינות אקדמיים עיקריים. האחד הוא תורת המידע והתקשורת והשני הוא מדעי המחשב. הראשון מקורו בטכניון, בפקולטה להנדסת חשמל, שם התחיל כל התהליך כאשר שלושה מדענים עברו בתחילת שנות השישים מרפא"ל לטכניון, אלה היו יעקב זיו, משה זכאי וישראל בר דויד שהצטרפו לאחרים שהיו שם והם עשו מהפך שלם בהנדסת חשמל והפכו את הפקולטה מחינוך של מהנדסים קלאסיים להנדסת חשמל מודרנית לחלוטין, של אלקטרוניקה ותקשורת. האנשים האלה, ההשפעה שלהם גדולה כל כך על מה שקרה אחר כך, כי הם חינכו דורות על דורות של מהנדסים שהם הליבה של תעשיית ההיי-טק הישראלית. זה מקור אחד חשוב מאוד. הסיבה שהם יכלו לעשות זאת הייתה מפני שהם באו מרפא"ל ורפא"ל, כתוצאה מכוח,

הייתה זקוקה למידע הזה, ושם חינכו אותם והם חינכו את עצמם לקידמת הידע בשטחים האלה, ואת כל הידע שלהם הם העבירו לטכניון, לפקולטה. המקור העיקרי השני הוא מדעי המחשב.

פרופ' תדמור: כעת, למדעי המחשב יש שני מקורות. אחד, שוב מדובר באדם אחד שמחולל שינוי עצום וזה מיכאל רבין מהאוניברסיטה העברית. מיכאל רבין הוא אבי אבות מדעי המחשב בקנה מידה בינלאומי. הוא התעניין במחשבים מהכיוון של המתמטיקה ומכיוונים חדשים ועשה דברים עצומים בשטח. גם הוא חינך דורות של אנשים שהפכו להיות פרופסורים במקומות אחרים וזה הביא לדור שלם של אנשי מדעי מחשב מתקדמים בארץ, כך שישאל הפכה להיות מובילה עולמית בתחום מדעי המחשב עד היום הזה. מקור אחר היה מכון וייצמן. פרופ' פקרינג שעלה לארץ מפרינסטון בנה את המחשב הראשון את ה-WIZAC גולם 1 וגולם 2 וגם זה סיפק עניין ומידע למדעי המחשב. כעת, שני המקורות האלה הם המעיינות האקדמיים המרכזיים של ההיי-טק הישראלי, ואני הקלטתי אותם, גם את מיכאל רבין וגם את יעקב זיו ומשה זכאי והם סיפרו את הסיפור שהוא ספור מדהים. המפתיע ביותר הוא שמעט אנשים יכולים לעשות שינוי גדול כל כך במדינה, כתוצאה מדורות של סטודנטים. זה פשוט מדהים. אבל יש דבר אחר וזה הנדסת אווירונאוטיקה בטכניון שהקדימה את הדברים האלה. ועל זה רציתי שתספר קצת. הן מבחינת איך זה נוצר, כי הרי הייתה פרופסור פה, וגם מנקודת המבט השניה, ממערכת הביטחון, משום שהיית שר הביטחון ואתה רואה את כל הצדדים של הסיפור. פרופ' ארנס: גם עבדתי בתעשייה האווירית.

פרופ' תדמור: אני מסתכל על הנדסת אווירונאוטיקה ככוח המושך של תעשיית ההיי טק כי כדי לעשות את הדברים שנעשו בשטח זה היה צורך במידע הזה, בתקשורת של מדעי מחשב כדי להגיע למטרות האלה. כתוצאה מכורח, היינו חייבים לפתח את כל הדברים באווירונאוטיקה וזה מה שמשך את העסק, לפחות בהתחלה. וזה נמשך כך במידה רבה עד היום. כשהייתי בתפקיד הנשיא אני זוכר שקראתי במאמר שכאשר הקימו את הפקולטה לאווירונאוטיקה בטכניון, כתבו שם "מה הם חושבים לעצמם שם בטכניון, מה הם הולכים להעריך? טיירות? (עפיפונים)" זה מדגים כמה זה היה מוקדם במשחק כשנכנסו לזה. זה היה חזון גדול וכנראה שחזון גדול מוביל להישגים גדולים. זה היה הרקע ועל זה רציתי שתספר מה היה.

פרופ' ארנס: תראה, קודם כל המוצרים של התעשייה האווירונאוטית, מטוסים, טילים, הם מהמוצרים המורכבים ביותר שבני אדם יודעים לתכנן ולייצר. הם מערכות למעשה. זאת לא דיסיפלינה אחת, כמו מחשבים או תקשורת. זה למעשה הכל, זה אווירונאוטיקה, זה מבנים, זה אמצעי הנעה, זה איך לתכנן הכל ביחד ולעשות אופטימיזציה כדי שהמטוס יטוס והכל יעבוד בסופו של דבר, כדי שהמטוס יטוס או הטיל יעוף. ואם אתה מסתכל על ארה"ב וגם על בריה"מ מיד לאחר מלחמת העולם השנייה, הפעילות ההנדסית, אם לא המדעית, המובילה, הייתה בתחום של מטוסים ובתחום של טילים. אז בין אם זה היה von Karman, ו, von Braun ורשימת אנשים מקבילים ברוסיה, הספוטניק, גאגארין, היציאה לחלל, בהרבה מובנים זה הוביל את מצעד הטכנולוגיה. כדי לתכנן מטוס אתה צריך את כל הטכנולוגיות האלה, אתה צריך מחשבים, תקשורת, מבנים, אווירודינמיקה כמובן, צריך מכל"ם, צריך את הכל כדי לעשות אופטימיזציה של כל זה.

פרופ' ארנס: מה זה שייך לישראל? איך ישראל מגיעה לדבר שאז, באותן השנים, בשנות החמישים, כאשר החליטו כאן לייסד את המרכז להנדסה אווירונאוטית, ישראל הקטנה, המפגרת מבחינה טכנולוגית, איך היא מגיעה לזה? הייתה הרבה סקפטיות האם בכלל מדינת ישראל הקטנה והטכניון זקוקים למחלקה להנדסה אווירונאוטית. אולי אנחנו זקוקים לחמשה מהנדסים אווירונאוטיים או שבעה מהנדסים אווירונאוטיקה שיעסקו בתחזוקה של מטוסים בחיל האוויר, תחזוקה של מטוסי אל על, והיו אנשים שחשבו אחרת. אני חושב שהאבות של המחלקה האווירונאוטית בטכניון היו שלושה, אחד היה בן גוריון, שהיה לו את החזון. אני מעולם לא דיברתי איתו על זה, אבל שמעתי שהוא דחה את האנשים שאמרו שזה גדול על ישראל ושזה לא בשבילנו. היה לו את החזון, הוא אולי לא ידע מה יעשו פה אבל הוא חשב במושגים "שיעשו פה!" השני היה נשיא הטכניון באותה תקופה, יעקב דורי, שהגשים את החזון, והשלישי היה סינדי גולדסטין, שהיה משנה לנשיא באותן השנים.

פרופ' ארנס: סידני גולדסטין היה מדען בעל שם עולמי, באנגליה במלחמת העולם השנייה הוא היה אחד האנשים שתרם למאמץ המלחמתי הבריטי, מומחה עולמי בתחום האווירודינמיקה, והוא זרע את הזרעים. כלומר, הוא יצר את הקשרים שאפשרו לשלושה או ארבעה אנשים ישראלים לצאת לעשות את הדוקטורט שלהם בחו"ל. מדובר באברהם קוגן ז"ל, שהיה לו MA במתמטיקה מהאוניברסיטה העברית, שלחו אותו לפרינסטון לעשות שם דוקטורט, הוא נפטר לפני שנה. את מאיר חנין שלחו לקורנל לעשות שם דוקטורט באווירונאוטיקה, את יוז'י זינגר ז"ל שלחו לברוקלין פוליטכניק לעשות דוקטורט בתחום המבנים, והיה גם דויד אביר, קצת אחריו, ששלחו אותו גם כן לברוקלין פוליטכניק, וכך התחיל להיבנות הגרעין של האנשים שהתחילו, שחזרו מעבודת הדוקטורט והיוו את הסגל הגרעיני של המחלקה להנדסה אווירונאוטית. האנשים האלה אמרו "בשביל מטוס צריך אווירודינמיקה, צריך מבנים, וצריך מנועים" אז היה חסר אחד שיהיה מומחה למנועים. הלכו לחפש מומחה למנועים ומצאו אותי. אני הייתי באותה עת בארה"ב, עשיתי תואר שני בקאל טק, התחלתי דוקטורט והחלטתי שאני רוצה לחזור לארץ ולא מוכן לבזבז זמן על הדוקטורט. עבדתי בתעשייה האמריקאית כמה שנים בפיתוח של מנועים ואתרו אותי בארה"ב, ביקשו ממני לבוא לטכניון, להיות הצלע השלישית, המומחה למנועים, כדי שנוכל ללמד את הסטודנטים מבנים, אווירודינמיקה, מנועים, כדי שאפשר יהיה לכסות את הכל, או לפחות שיהיה ידע כוללני בכל הקשור מבחינה טכנולוגית לבניית מטוס. וכך אני הגעתי.

פרופ' תדמור: זה הכל ביוזמת ...

פרופ' ארנס: זה כבר היה ביוזמת קוגן וזינגר שכבר חזרו והתחילו ללמד.

פרופ' תדמור: וסידני גולדסטין?

פרופ' ארנס: סידני גולדסטין כשאני באתי הוא כבר לא היה, הוא כבר חזר.

פרופ' תדמור: רק אוסיף בסוגריים שכאשר סידני גולדסטין היה פה, הוא מונה גם כסגן נשיא לעניינים אקדמיים ודורי הטיל עליו לבדוק את הקוריקולום. במקום לבדוק את הקוריקולום הוא עשה יותר מזה, הוא שינה את מבנה הטכניון ממבנה אירופאי, הבנוי מפירמידות ב-Chairs, כשבראש יושב הפרופסור וכולם מדווחים אליו והוא קובע את הכל, ועבר לשיטה אמריקאית, וזה מפתיע כי הוא בא מאנגליה, שבו כל חבר סגל שבו יש לו Pass, אפיק מלא ושלם להגיע לדרגת פרופסור מן המניין, והדבר הזה אפשר לטכניון להתפתח ולהגיע למה שהוא היום. ההשפעה שלו על הטכניון כולו, מלבד אווירונאוטיקה, היא השפעה מכרעת. הוא הפך אותנו באמת לאוניברסיטה מדעית טכנולוגית מ-College of Engineering.

פרופ' ארנס: כן כן. באתי מארה"ב ב-1957, כשלמעשה כבר הייתי כאן קודם לכן, הייתי כאן בתקופת מלחמת העצמאות, אז הוא כבר לא היה. למעשה, מי שניהל את הטכניון אז היה רטנר, מי שתכנן את הבניין של הנדסה אווירונאוטית, אני חושב שדורי היה אז חולה. הוא לא תפקד. ואני הייתי שונה מיתר המוסקיטרים. אנשי המפתח היו אברהם קוגן ויוז'י זינגר, היה גם חנין. במובן זה שהם היו אנשי אקדמיה. קוגן וחנין למדו אווירודינמיקה. הם לא תכננו מטוס אף פעם, הם לא היו אנשי תעופה. יוז'י זינגר היה איש תעופה, הוא התעניין במטוסים, הרי תעופה זה סיפור אהבה, זה לא רק מקצוע. יוז'י זינגר היה משוגע למטוסים אבל הוא אף פעם לא עבד בתעשייה, הוא לא תכנן מטוסים, הוא עסק בחיל אוויר בשיפוצים, בתיקונים פה ושם. אני, לעומתם, באתי, דבר ראשון, מהתעשייה. באתי ישראל מאמריקה, באתי עם רצון לעשות, אני חזרתי לארץ עם רצון עז לתרום את חלקי לבטחון המדינה ולגרום לזה שאנחנו כן נפתח מטוסים וטילים. אני גם התחלתי ללמד את זה, איך מתכננים מטוסים ולא רק דיסיפלינה צרה כמו תורת הבעירה, או אווירודינמיקה, אלא תכנון מוקדם של מטוס או תכנון מוקדם של טיל, לימדתי רקטות, איך מכניסים לוויין למסלול, כל המכניקה הזאת.

פרופ' תדמור: לא רק מנועים?

פרופ' ארנס: לא רק מנועים ולא רק מטוסים. ובין הסטודנטים היו כאלה ששאלו למה אנחנו לומדים את כל זה, מה נעשה עם זה פה בארץ? ואני הייתי חדור ברצון, ולא רק באמונה, שאנחנו כן רוצים לעשות ואנחנו כן יכולים לעשות. התרשמתי מאוד מרמת הסטודנטים. אני באתי זמן קצר לאחר שסיימתי ללמוד בקאל טק, ראיתי סטודנטים ברמה מאוד גבוהה, לדעתי ברמה גבוהה יותר מסטודנטים שהכרתי בארה"ב, ואמרתי לעצמי "יש פה את החומר גלם, יש לנו את האנשים עם היכולת לעשות את זאת". אני חושב שאת הדרייב הזה להעביר את הידע ההנדסי והטכנולוגי לכיוון התעשייתי, לכיוון של פיתוח מוצרים, אני מניח שאני הייתי המניע העיקרי במחלקה. הקשר עם התעשייה גם נוצר לא רק מזה שהבוגרים התחילו לעבוד בתעשייה, בהתחלה ברפא"ל ולאחר מכן בתעשייה האווירית, אבל גם אני בעצמי, כעבור תקופה מסוימת ביקשתי משמעון פרס, שהיה אז סגן שר הבטחון, לכתוב מכתב לדורי לבקש שישחררו אותי מהטכניון לתקופה מסוימת, כדי שאוכל להיות המהנדס הראשי של התעשייה האווירית ואז אני בעצמי, יחד עם סטודנטים שבאו מהטכניון התחלנו לפתח מטוסים.

פרופ' תדמור: מתי היו הבוגרים הראשונים של הפקולטה?

פרופ' ארנס: המחזור הראשון סיים בשנת 58. וסיימו את המחזור הראשון 12 בוגרים, ליתר דיוק, 11 בוגרים ובוגרת אחת. אני זוכר אותם עד היום הזה.

פרופ' תדמור: אני סיימתי את הטכניון ב-1959, הייתי עתודאי. אח"כ העבירו אותי לרפא"ל ואני עבדתי בפיתוח חומרי הדף ברפא"ל. עבודה מאוד מעניינת. לא היינו אז בחזית השטח אבל העבודה הייתה מעניינת.

פרופ' ארנס: ירון היה שם, נכון?

תדמור: ירון היה, נכון. היו הרבה אנשים מצוינים, מויה גאון ועוד. פגשתי שם את כל החברה הצעירים שיצאו מהפקולטה לאווירונאוטיקה, פחות או יותר את כל המחזור, והיה המון קשר שם.

פרופ' ארנס: המחזור הראשון היה של 12 בוגרים. כאשר מנסים לעקוב אחר ההתחלה של אותה תעשייה אווירונאוטית מפוארת של מדינת ישראל אנחנו מגיעים לאותם 12 בחורים, מגיעים למקור של אותם 12 בוגרים (ובוגרת אחת). כמובן שהם לא היחידים, היו שם גם אנשים מאלקטרוניקה, מטלורגיה, כימיה, הם לא היו לבד, אבל מטוסים זה קודם כל הנדסה אווירונאוטית. הטובים ביותר נחטפו בהתחלה על ידי רפא"ל מכיוון שרפא"ל עסק בפיתוח. ידוע שהם עסקו בפיתוח.

פרופ' תדמור: זה היה גם מקום מבוקש לעבוד על ידי החוזרים מארה"ב כי הרמה הייתה שם גבוהה.

פרופ' ארנס: כן, כן הייתה רמה גבוהה. הייתה רק בעיה אחת, והיא שהם המציאו את הכל, הם המציאו את הגלגל מחדש. זה היה כל כך סודי שהם שמרו שלא יהיה שום קשר עם שום דבר, שלא יפרסמו שום דבר, ואת הכל הם המציאו מחדש. זה כמובן מקשה. התעשייה האווירית באותם ימים, זה נקרא בדק מטוסים, אל שווימר הוא האיש שייסד את התעשייה האווירית, זה היה מוסך למטוסים, עסקו שם בתחזוקה, בשיפוצים, בתיקונים. התחילו לעשות שם את הייצור, באישור היצרן הצרפתי, של הפוגה הצרפתי ובאותה תקופה אני אז הושאלתי מהטכניון לתעשייה האווירית. כשהייתי שם התחילו לבוא גם בוגרים מהמחלקה להנדסה אווירונאוטית והתחלנו לעסוק בפיתוח של מטוסים ושל טילים והגענו לגדולות. ההבדל בינינו לבין רפא"ל זה שהתעשייה האווירית השיגה תוך זמן קצר את רפא"ל מבחינת היקף הפעילות, ואולי גם מבחינת רמת הפעילות. ההבדל היה שרפא"ל הייתה בנויה על קונספט אירופאי של מעבדת מחקר, לא תעשייה, מעבדת מחקר. והתעשייה האווירית, מייד מן ההתחלה, הייתה לה מסגרת תעשייתית שבה עשו מחקר ופיתוח אבל גם עשו את הייצור.

פרופ' תדמור: אצלנו ברפא"ל העבירו את זה לתע"ש.

פרופ' ארנס: כן, העבירו לאחרים. זאת תפיסה לא אורגנית ולא נכונה. מבחינה תעשייתית חשוב מאוד להצמיד את הייצור לפיתוח, חשוב שהפיתוח יהיה כזה שיהיה קל לייצר, חשוב שיהיה פידבק בין

הייצור לפיתוח, וזו הסיבה העיקרית לכך שהתעשייה האווירית התחילה להתפתח מהר יותר מאשר רפא"ל. היו גם קשרים עם משרד הביטחון, לשווימר היו קשרים, לי היו קשרים, עם פרס, כך שקיבלו גם תקציבים, הייתה תחרות מסוימת בין התעשייה האווירית לרפא"ל, אבל תוך זמן קצר, תראה, אנחנו בתעשייה האווירית פיתחנו את הגבריאל. גבריאל זה טיל שפותח ברפא"ל.

פרופ' תדמור: נכון, ים-ים. שם הפרויקט היה ג'.

פרופ' ארנס: לא השלימו את זה, שוב זה היה קשור למושגים שהייצור יעשה במקום אחר. ואז התעשייה האווירית לקחה את זה. האיש שניהל את הפרויקט, אורי אמנטל, היה מרפא"ל, ועשו גם את הפיתוח וגם את הייצור ובסוף היה מוצר מאוד מוצלח. זה היה טיל ים-ים המערבי הראשון. לרוסים היו אז הטילי ים-ים זה, אבל זה היה הטיל ים-ים המערבי הראשון שהוכיח את עצמו מעל ומעבר במלחמת יום כיפור. אחרי הגבריאל בנינו את הערבה, זה היה מטוס אזרחי, בעיקר אזרחי, גם לשימושים צבאיים. האמברגו הצרפתי הביא לזה שייצרו את המיראז', ואח"כ אנחנו שיכללנו את המיראז' ועשינו את הכפיר וגם בתחום הטילים, חלק מהדברים האלה עדיין חסויים. ואח"כ עד ללביא, מטוס הקרב הטוב ביותר בעולם.

פרופ' תדמור: זאת האכזבה הגדולה שלך?

פרופ' ארנס: לא רק שלי, של אלפי אנשים שעבדו על זה. אני חושב שמאות אלפי ישראלים חלמו על מטוס קרב כחול לבן ופתאום הוא הופל. לא על ידי ערבים, לא על ידי אמריקאים אלא על ידי ישראלים. אבל בעצם העובדה שהצלחנו כאן לפתח, בעיקר בוגרי הטכניון, אבל לא רק, התחילה הנדסה אווירונאוטית גם באוניברסיטת ת"א, אוניברסיטת בן גוריון, הייתה שם קשת רחבה של ידע, בין מתכנני המטוס, טיסת הבכורה של הלביא הייתה בסוף 86.

פרופ' תדמור: היית אז כבר שר הביטחון?

פרופ' ארנס: כשהלביא טס בפעם הראשונה, אני הייתי שר בלי תיק התחלפתי עם רבין, הוא היה שר הביטחון. אבל בתקופה שהייתי שר הביטחון כמובן דחפתי את הפרויקט. בתקופה שהייתי שגריר אני השגתי כמובן את המימון האמריקאי של הפרויקט.

פרופ' תדמור: השאלה היא האם היינו יכולים להמשיך ולפתח גם דור שני, דור שלישי, האם היינו מסוגלים לעמוד בזה מבחינה כספית?

פרופ' ארנס: כן, בודאי. חלק מהארגומנטים שהוצגו אז, עברתי במקרה על הפרוטוקולים של הממשלה שדנו בנושא הזה, אנשי כלכלה אמרו אז 'ישראל תפשוט רגל, זה גדול על ישראל', ותראה עכשיו את ישראל, את הכלכלה הישראלית, את התמ"ג. הפיתוח אז היה כבר למעשה גמור. בשנת 1987 זה נחשב למטוס הקרב הטוב ביותר בעולם.

פרופ' תדמור: אז האמריקאים לא רצו לעצור את זה?

פרופ' ארנס: לא, מפני שהישראלים רצו לעצור את זה.

פרופ' תדמור: מכיוון שהאמריקאים רוצים להיות ראשונים, הם לא יכולים לסבול שישראל תפתח מטוס יותר טוב.

פרופ' ארנס: יש פה קוניונקטורה שבאמת צריך לראות אותה מקרוב כדי להבין אותה. למראית עין הייתי אומר שהאמריקאים לא יתמכו במטוס קרב שיהיה מתחרה פוטנציאלי למטוסים שלהם ושקודם כל יתפוס נתח חשוב שהוא שוק גדול מאוד, זה של חיל האוויר הישראלי. מדינת ישראל מדינה קטנה מאוד אבל חיל האוויר הישראלי הוא חייל גדול מאוד, בקנה מידה בינלאומי, אז במקום לקנות מטוסים אמריקאים הוא יקנה מטוסים ישראלים? אבל מה שקרה פה זה שהממשל האמריקאי באותם ימים, הנשיא רייגן ובעיקר שר החוץ באותם ימים, ג'ורג' שולץ, שוכנעו, בעיקר על ידי, וגם על ידי אחרים

שזה מאוד חשוב למדינת ישראל, ואם זה מאוד חשוב לישראל אז צריך לעזור להם. מי שלא היה בדעה הזאת היה ויינברגר, שר ההגנה האמריקאי, שלא היה כל כך ידידותי לישראל. נוסף לזה האיש ראה את עצמו בתור הנציג של התעשייה האמריקאית והוא היה צריך להגן עליהם. אבל הממשל היה בעד והקונגרס היה בעד, והקונגרס העביר החלטה לאפשר לנו המרה של הסיוע האמריקני לשקלים, בשביל הפיתוח של הלבאי. זה היה דבר חסר תקדים. אנשים לא האמינו. אז הייתי שגריר והייתה לי יד בדבר הזה. ובנוסף לזה האמריקאים פתחו לנו את כל הטכנולוגיה האמריקאית. לא היה צריך לתכנן שום דבר מחדש. Pratt & Whitney פיתחו לנו מנוע במיוחד ללבאי כי לנו לא היה ידע בתחום של מנועי סילון, הם עשו את זה על חשבונם. הם חשבו שאם המטוס טוב מאוד אז יהיה שוק למנועים שלהם. חברת Gruman עשתה את הכנף, וחברת Sieglar-Lear עשתה את ה-flight control, כך שבהרבה מובנים זה הפך לפרויקט ישראלי-אמריקאי. כך שכמו שהיו חברות באמריקה כמו ג'נרל דינאמיקס שעשו את 16-F, שהתנגדו בכל תוקף, בגלל שהם נלחמו על השוק הזה, היו גם חברות כמו Pratt & Whitney שהיו מעוניינות בקידום הפרויקט. מה שקרה זה שבאו קצינים בצבא לשר הביטחון שהחליף אותי, לרביץ, שלא היה בין התומכים הגדולים של פיתוח בכלל, ואמרו לו: "מטוסים אפשר לקנות באמריקה, למה אנחנו צריכים לפתח פה? ניקח את הכסף ונעשה דברים אחרים." וכך, על חודו של קול, התקבלה החלטה בממשלה לבטל את הפרויקט, בתקופה ששני מטוסים כבר טסו. היה ברור שהמטוס עושה כל מה שהוא צריך לעשות, ולא הייתה בעיה כלכלית, אפשר היה להשיג עוד תמיכה מהאמריקאים, אם זה היה דרוש, והמשק הכלכלי הלך וצמח, ומי שמסתכל היום אחורנית...

פרופ' תדמור: האמריקאים היו קונים את הלבאי?

פרופ' ארנס: אני לא יודע אם האמריקנים היו קונים את הלבאי. קודם כל, כפי שאמרתי, חיל האוויר עצמו היה לקוח נכבד. כך שזה היה השוק. למעשה, מה שהרג את הלבאי בדיון בממשלה היה שהפרויקט של הלבאי היה מבוסס על רכישה של 150 מטוס על ידי חיל האוויר ופתאום באו אנשי צבא ואמרו אנחנו הולכים לצמצם את הסד"כ של חיל האוויר ואנחנו צריכים רק 75 מטוסים, לא 150. כל השרים הוציאו פיסת נייר ועיפרון והתחילו לחשב ואמרו "אוהו, זה יעלה פי 3, זה לא מה שחשבנו."

פרופ' תדמור: חיל האוויר היה בעד? חיל האוויר רצו לקנות את המטוסים?

פרופ' ארנס: בחיל האוויר היו חילוקי דעות. היותר ותיקים, כמו דויד עברי ועמוס לפידות היו בעד. מהצעירים יותר, אביהו בן נון שעמד להחליף את לפידות היה נגד, והוא בא עם הרעיון שצריך לצמצם וצריך רק 75 מטוסים. זה למעשה מה שהרג את המטוס, זה שינה את כל הקלקולציות הכלכליות. לולא היו מבטלים אז היינו משפרים אותו כל הזמן, כמו עם המרכבה. זה אצלנו בבית, היינו משכללים אותו. נדמה לי שהיום בכלל לא היינו חושבים לקנות את 35-F. אני מניח שהיינו מוכרים אותו גם בחוץ. הוא היה באיכות כה גבוהה, וחלקים רבים מהמטוס היו מוצרים אמריקאים, כך שהאיכות הייתה גבוהה. לי אין ספק שזאת פשוט הייתה טעות. לקטול פרויקט כזה. אנחנו מדברים על זה כי זאת הייתה ההוכחה ליכולת הגדולה מאוד, הייתי אומר האדירה אפילו שאליה הגענו. שבמדינה הקטנה הזאת, החל מאותם 12 בוגרים בשנת 58, שמהמקור הזה הגענו לתכנן את מטוס הקרב הטוב ביותר בעולם, שבאותם הימים ואולי אפילו עד היום, זו הייתה המערכת ההנדסית הכי מורכבת שכן אדם יכול היה לתכנן. הכי מורכבת. בקיצור, זה הסיפור.

פרופ' ארנס: במשך הרבה מאוד שנים, התעשייה האווירית, גם רפא"ל, הייתה תעשיית ההיי-טק המתקדמת ביותר בישראל. כמעט היחידה. גם רפא"ל – התעשייה האווירית ורפא"ל. כל היתר היו התעשיות המסורתיות ולא רק מהן אבל גם מהן צמחה פריפריה. ללבאי היו תתי קבלנים, בכל רחבי הארץ בתחום ההידראוליקה, בתחום המכניקה, בתחום של חומרים, תקשורת, תקשוב, מכ"ם. אם לחץ יש מכ"ם "אורן ירוק" זה על בסיס המכ"ם של הלבאי. זאת דוגמא אחת מתוך הרבה מאוד דוגמאות.

פרופ' תדמור: כשאתה מסתכל על תעשיית ההיי-טק אתה אומר שהיא לא הייתה יכולה להיווצר לולא היו כל אותם תתי-קבלנים ברמה גבוהה. אי אפשר לפתח כלום אם אין לך את כל התשתית הזאת מסביב.

פרופ' ארנס: ובטכניון, המחלקה הפכה לפקולטה ומחזור של 12 הגיע למחזורים של 120 וישראל הפכה למעצמה אווירונאוטית. הביטול של הלבאי פגע בזה קשות. תראה, רפא"ל היום, וגם התעשייה האווירית, זה הגוף המוביל בעולם מבחינה של טילים טקטיים. מעבר לכל ספק, הטילים הכי טובים, טילי אוויר-אוויר, טילי קרקע-קרקע, טילים טקטיים, זה קודם כל רפא"ל והתעשייה האווירית בתחום של מטוסים לא מאויישים.

פרופ' תדמור: שהופך להיות להיט עולמי, וזה התחיל פה.

פרופ' ארנס: אנשים מופתעים כשאני אומר להם שה-Predator, שהוא מטוס לא מאוייש אמריקאי, המתכנן שלו הוא ישראלי, בוגר הטכניון, אברהם כפלווי, היום הוא נקרא אייב קרן. הוא היה בוגר חיל האוויר, בוגר הפקולטה, הוא עבד בתעשייה האווירית אצלי, עשה את התכנון של השיפורים של המיראז' כדי להפוך אותו לכפיר, לא הסתדר בתעשייה האווירית, נסע לאמריקה והתחיל בתכנון של ה-Predator.

פרופ' תדמור: אבל המטוס הראשון ללא טייס זה היה של התעשייה האווירית.

פרופ' ארנס: של תדיראן, כן. הייתי קשור לזה, הצלחה גדולה במלחמת לבנון הראשונה. אבל בעניין זה, בעניין המטוסים הזעירים ללא טייס זה לא רק התעשייה האווירית אלא גם אלביט.

פרופ' תדמור: זה יחליף את המטוסים בבוא העת?

פרופ' ארנס: זה כבר מחליף. אני חושב שה-F-35, אני לא מהתומכים, אני לא חושב שישראל צריכה לרכוש את המטוס הזה, אבל אני חושב שזה המטוס המאוייש המערבי האחרון. מכיוון שלמעשה כל דבר שמטוס מאוייש עושה, מטוס לא מאוייש יכול גם לעשות.

פרופ' תדמור: ראיתי פעם גרף שמצייר את עלות המטוס לפי שנים, דור חדש ועוד דור חדש וכך הלאה, כשעושים אקסטרפולציה אז עלותו של הדור האחרון היא כמו ה-GDP של ארה"ב.

פרופ' ארנס: זו קצת הגזמה. אבל למעשה המטוס הלא מאוייש עושה את העבודה. אבל בכל ההתפתחות הזאת בישראל, אם אתה עוקב ורוצה לראות את המקור, זה במחלקה להנדסה אווירונאוטית בטכניון. שוב, אני לא רוצה לזלזל במסודות אחרים ובדיסציפלינות אחרות, אבל פה זה התחיל. מצד אחד צעירים מאוד מוכשרים וגם הרבה צעירים משוגעים לטייס שהיו בקלוב תעופה, בגדנ"ע אוויר ואח"כ בחיל האוויר והטכניון, שהייתה בזמנו הפקולטה בין הטובות בעולם, אני לא יודע איך היא נחשבת היום.

פרופ' תדמור: אני חושב שגם היום.

פרופ' ארנס: מדינה קטנה שעושה כמעט את הבלתי אפשרי. אני זוכר שבתקופה שהייתי פה במחלקה, הגיע לכאן מומחה מטעם האו"ם, A.D. Young, מקווינס קולג' באנגליה. הוא גם היה בין המדענים שסייעו למאמץ המלחמתי באנגליה במלחמת העולם השנייה, די ידוע בתחום הזה. אני זוכר שהוא בא כדי ליעץ למחלקה על הקוריקולום מטעם האו"ם. אני זוכר שדיברתי איתו פעם והוא שאל אותי "מה אתה חושב שהמהנדסים שלכם יעשו?" אמרתי לו שאנחנו נעשה פה מטוסים וטילים. הוא אמר לי: "תשכח מזה, אפילו אנחנו באנגליה עשינו מטוסים אבל אנחנו כבר לא יכולים לעמוד בתחרות הזאת מול האמריקאים והרוסים, זה כבר מעבר ליכולת שלנו."

פרופ' תדמור: אז המסקנה שזה הרבה עניין של חזון ותעוזה, ושל כורח.

פרופ' ארנס: זה האנשים, הכשרונות. יש לך פה את האנשים, יש לך כשרונות. וגם בטכניון, הכשרונות של הסגל שמלמד את הבחורים האלה. וכפי שאמרתי לך, היות ובאתי מארה"ב למחלקה ראיתי את הסטודנטים שלי ואמרתי לעצמי שהם טובים יותר מהסטודנטים בארה"ב. אמרתי לעצמי – אין גבול למה שאפשר לעשות פה.

פרופ' תדמור: אתה נולדת בארצות הברית?

פרופ' ארנס: אני נולדתי בליטא וגדלתי בארצות הברית. עליתי לארץ בפעם הראשונה בשנת 48. לקראת סוף מלחמת העצמאות. אחרי כמה שנים חזרתי לארצות הברית לקאל טק לעשות שם תואר שני. והתחלתי דוקטורט והחלטתי שאני חוזר לארץ, שאני לא מוכן לבזבז זמן על זה. קאל טק היה באותה תקופה המוסד המוביל בתחום של טילים ומטוסים, אווירודינמיקה, אמצעי הנעה, זה המקום שבו הכל התבשל ומשם גם קיבלתי את ההשראה. כשאני שואל את עצמי למי אני חייב את ההשקפה שלי על הנדסה אז קודם לקאל טק. התואר הראשון שלי הוא מ-MIT וכשהגעתי לקאל טק אנשים היו שואלים אותי, הייתה אז תחרות ביניהם, מה יותר טוב MIT או קאל טק, אז קאל טק. את עיקר ההשראה קיבלתי מהם.

פרופ' תדמור: אתה מרגיש שהגישה הייתה רחבה יותר מבחינה מדעית?

פרופ' ארנס: קודם כל זה היה מוסד הרבה יותר קטן ולכן הקשר עם הסגל היה הרבה יותר קרוב. ב-MIT התחלתי ללמוד בתקופת המלחמה וגם שירתתי בצבא האמריקאי וכשחזרתי זה היה כבר בשנה שאחרי המלחמה וזה היה כמו תעשייה גדולה. היו שם אלפי סטודנטים. הסגל לא הכיר את הסטודנטים, זה היה כמו מפעל תעשייתי.

פרופ' תדמור: שירתת בצבא האמריקאי בזמן המלחמה?

פרופ' ארנס: אחרי זה חזרתי ל-MIT וסיימתי את הלימודים ואחרי זה עליתי לארץ.

פרופ' תדמור: כמה שנים שירתת בצבא האמריקאי?

פרופ' ארנס: שנתיים. אח"כ המלחמה הסתיימה ושחררו אותי.

פרופ' תדמור: יש לך היסטוריה מאוד מעניינת.

פרופ' ארנס: זה מה שמאפיין את מדינת ישראל בכל התחומים. הכישרון, אנחנו לא צריכים להיות יומרניים מדי ולהגזים ביכולות שלנו, אבל יש פה כשרונות גדולים מאוד ורק צריך לתעל אותם בצורה טובה.

פרופ' תדמור: נכון שהכישרון הוא קריטי והכרחי, אבל נוסף על זה צריך את התעוזה. אולי בגלל זה שלא היה שום דבר לפני כן, ישראל הייתה צריכה ליצור דברים מחדש. העיזו לעשות דברים. תראה בחקלאות. לא העתקנו את החקלאות של הפלח הערבי אלא עשינו חקלאות חדשה. אותו הדבר בתעשייה, בכל מקום, היוזמות, הסטרטאפים, כל זה בא מתוך תעוזה לעשות דברים חדשים.

פרופ' ארנס: זה די נכון. תראה, המוטיבציה של אנשים כמוני ושל הסטודנטים שלי הייתה לתרום לבטחון המדינה. בטחון המדינה זה היה "הדבר" באותם השנים. לראות מה אפשר לתרום כדי לחזק את בטחון המדינה. אבל פה קרה דבר מעניין שגם בא לידי ביטוי בוויכוח הגדול על הלבאי. אנשי חיל האוויר, שזה היה החיל המוביל מבחינת הטכנולוגיה, היו להם ספקות רבים לגבי היכולת של המהנדסים לעשות משהו. הם הסתכלו מלמעלה למטה. עזר ויצמן היה אומר "לא לקפוץ מעל הפופיק. מטוסים אנחנו קונים בחו"ל. לא צריך להגזים." במשך די הרבה שנים גם אצל רפא"ל וגם בתעשייה האווירית, חלק מהאתגר וחלק מהמאבק היה מול מקבלי ההחלטות פה שהטילו ספק ביכולת של המהנדסים הישראלים להביא את המוצר. מקבלי ההחלטות לא היו מהנדסים. למעשה, כאשר בני פלד ז"ל התמנה למפקד חיל האוויר, הוא הרי למד בטכניון, הוא היה סטודנט שלי בהנדסה



אווירונאוטית בטכניון. אז אנחנו בטכניון תלינו תקוות שעכשיו, בחור שלמד אצלנו בטכניון יהיה מפקד חיל האוויר, ואז תהיה הבנה גם בצד המבצעי ליכולת שלנו להביא לפיתוח עצמי. אבל הייתה סקפטיות גדולה מאוד מצד אנשים שלא היו מהנדסים, שלא הבינו בטכנולוגיה, וזה נראה להם אבסורד שפה, במדינת הקטנה הזאת, כמה צעירים מאוד שאפתנים טוענים שהם יכולים לפתח פה מטוס וטיל. "נא לא לקפוץ יותר מדי גבוה!" רבין אמר לי לא פעם, "תראה, את כל המלחמות שלנו ניצחנו לא עם נשק ישראלי, עם נשק שרכשנו בחוץ." היום אתה כבר לא נתקל בזה מכיוון שהיום זה מובן מאליו שאנחנו יכולים לעשות פה כל דבר. השאלה היא האם צריך לעשות כל דבר.

פרופ' תדמור: הם קצת הלכו over board כי הם חושבים שהכל ניתן. אבל לך היה יתרון כפול כי קודם כל לימדת, ראית את הסטודנטים והכשרת אותם, ולכן הייתה לך הבנה עמוקה של היכולות שיש פה, וגם יכולת להשוות עם ארה"ב.

פרופ' ארנס: יכולתי להשוות עם ארה"ב וגם עבדתי בתעשייה האמריקאית, וגם כל הזמן רציתי עשייה. אני חזרתי לארץ לא במטרה להיות פרופסור, אני רציתי לעשות. דרך אגב הייתי בתעשייה האווירית ונשארתי שם, ובעיצומה של העשייה הודיעו לי מהטכניון שאם אני לא חוזר בשנה הבאה אז אני כבר לא חבר בסגל הטכניון (צוחק).

פרופ' תדמור: זה הקטנוניות האקדמית. אני לא יודע מה הנוהל היום. אבל בדרך כלל, כשמישהו הלך לתקופה של שירות לאומי אז נתנו כמה זמן שצריך.

פרופ' ארנס: הייתי כל כך שקוע במה שעשיתי בתעשייה האווירית שאמרתי: בסדר, לא צריך.

פרופ' תדמור: אז אם אתה מסתכל אחורה עכשיו על כל התקופה הזאת, אז יש לך סיפוק עצום. תרמת מכל כך הרבה כיוונים.

פרופ' ארנס: תראה יש לי סיפוק עצום. דיברנו על הליביא, אבל זה גם החץ, פעם ראשונה שפיתחו טיל שיכול ליירט טיל. דבר שמהנדסים כמוני, 20 שנה קודם לכן, לא האמינו שזה אפשרי בכלל, איך טיל יכול ליירט טיל? לווין, מטוסים לא מאויישים, רשימה של דברים, אנחנו בפרונט. ישראל מדינה קטנה, עם טכנולוגיה אדירה.

פרופ' תדמור: לוויינים זה בכלל מדהים. שאנחנו יכולים לשלוח אותם...

פרופ' ארנס: כדי להכניס לווין למסלול אתה צריך כלי שיכול לשגר אותו. זה כבר אומר הרבה בפני עצמו. צריך להבין את זה. תראה את כיפת ברזל. זה הישג טכנולוגי אדיר. זה אפילו יותר, ככל שהטיל בא אליך מטווח יותר קצר כך יותר קשה ליירט אותו. אז אמרתי קודם שלמעשה אנחנו יכולים לעשות פה כמעט כל דבר. צריך לשאול האם זה נחוץ, אבל מבחינת היכולת, היכולת קיימת.

פרופ' תדמור: סיפור מדהים.

תודה רבה, זה ייכנס עכשיו להיסטוריה של הטכניון.