



במה

בשביל זה למדתי הנדסה?

עתודאים בוגרי הנדסה מביעים לעיתים אכזבה מכך שבצבא הם עוסקים באפיון מוצרים בעבור צה"ל ולא בפיתוחם. לאכזבה שלהם אין מקום: במסגרת עבודתם הם באים במגע עם בכירי התעשייה האזרחית וצוברים ניסיון עשיר ורב ערך

ובחברות ההייטק. יתר על כן, סינון המועמדים הטובים ביותר למסלול העבודה - נוסף על פרסומים גלויים בנושאי טכנולוגיה צבאית, מערכות לחימה מתקדמות ועוד - רק מעצים את הציפייה לעיסוק בתפקיד של מחקר ופיתוח בחזית הטכנולוגיה הצבאית.

אולם בעת הגיוס לצבא נוצר לעיתים פער בין הציפיות והשאיפות המקצועיות של העתודאי המתגייס לשירות לבין המציאות בצבא. למעט

יחד עם סטודנטים בוגרי צבא שמשלבים בתעשייה לאחר הלימודים. לא מעטים מקרב העתודאים אף עובדים בזמן הלימודים בתחומי הפיתוח והבדיקות במשרות סטודנט. עקב מיקוד הלימודים והסביבה הטכנולוגית במוסדות הלימוד במחקר ובפיתוח, רבים מבין העתודאים מצפים להגיע בתפקידם בצבא לעיסוק הדומה מהבחינה המקצועית לעיסוק של חבריהם לספסל הלימודים בתעשייה

מבוא

מהנדסים ביחידות הטכנולוגיות בצבא מגיעים בעיקר משורות העתודאים. לאחר סיום לימודי מדעים או הנדסה הם מתגייסים לצבא, עוברים ברובם קורס קצינים ומשתבצים בתפקיד מקצועי ביחידות הטכנולוגיות.

ככלל, הלימודים באוניברסיטאות ובמכללות ממוקדים בהכנה לתפקידי תכן ופיתוח בתחומי ההנדסה. רוב העתודאים לומדים



קורס רב-זרועי באקדמיה הטכנולוגית של צה"ל, בה"ד 20 | מהות התפקיד של המהנדס בצבא היא להביא לכך שאמצעי הלחימה המפותחים והנרכשים בעבור צה"ל עונים לדרישות - מתוך הבנה עמוקה של הצרכים המבצעיים

אל"ם אליעזר בן הרוש
מפקד האקדמיה הטכנולוגית של צה"ל -
בה"ד 20



סא"ל אמיר רפפורט
מפקד בית הספר למפקדים באקדמיה
הטכנולוגית של צה"ל - בה"ד 20



רס"ן ד"ר אלכס בלכמן
ראש מדור הכשרות הנדסיות באקדמיה
הטכנולוגית של צה"ל - בה"ד 20



לימודי הנדסה ללא ניסיון לתפקיד של מהנדס צבאי ולגשר על פער של ניסיון מקצועי, מערכתי וניהולי שחסר לקצין הצעיר. מסלול ההכשרה מיועד להקנות למהנדס יכולת להתמודד בהצלחה עם כל משימה הנדסית, ניהולית וארגונית במסגרת התפקיד בצבא. יתר על כן, מסלול ההכשרה נדרש להביא את המהנדסים המגיעים לצבא לכשירות מלאה בתוך פרק זמן מינימלי.

מקצוע המהנדס הצבאי נשען על הרקע האקדמי של הקצינים הצעירים בהנדסה. עם זאת, התפקיד דורש ידע רחב בתחומים נוספים. מכלול ההכשרות המתוכננות לקצין הצעיר מורכב משלושה חלקים עיקריים שיתוארו להלן בהתאם לתקופות ההכשרה. התקופה הראשונה בתפקיד היא תקופת ההכשרה המשמעותית ביותר לקליטה של המהנדס לתפקידו בצבא. בתקופה הזאת מיקוד ההכשרות הוא בטכנולוגיות של אמצעי לחימה ושל מערכות צבאיות. ההכשרות כוללות את הקורסים הבאים:

1. השלמה חילית בקורס הקצינים (הכרה בסיסית של מערכות לחימה ושל אמצעי הלחימה, אופן ההפעלה והאחזקה של אמצעי לחימה בשטח וסיפוחים לגדודים לוחמים בהתאם לשיבוץ הצפוי במערך הטכנולוגי).
2. קורס קציני מדור (תפיסת תפקיד המהנדס בצבא ומושגי יסוד בעולם הנדסי והפרויקטילי).
3. קורס כניסה מקצועית לתפקיד (סביבת עבודה וממשקים של המהנדס בחלוקה למגזרים מקצועיים, כמו הנדסת מכונות, תעשייה וניהול וכו').

ההכשרות בתקופה השנייה מתמקדות בהנדסת מערכות ובהכשרות מקצועיות. עיקר ההכשרה הוא בתחומי תכן הנדסי והנדסת מערכות לצד קורסים מקצועיים משלימים על פי הנדרש בהתאם למערכות שבהן עוסק המהנדס (כמו עיבוד תמונה, מערכות

לעומת תפקידי הפיתוח של מהנדסים בעולם האזרחי, המהנדס בצבא עוסק לרוב בהגדרת דרישות, בהנדסת מערכת, בחקר ביצועים הנדסי ובניהול פרויקטים מול מהנדס המערכת ומנהל הפרויקט בתעשייה

המהנדס בצבא היא להביא לכך שאמצעי הלחימה המפותחים והנרכשים בעבור צה"ל עונים לדרישות - מתוך הבנה עמוקה של הצרכים המבצעיים. חלק חשוב במרכיבי התפקיד הוא ייצוג עמדת המשתמש הסופי - הלקוח - מול התעשיות. לכן מרכז העיסוק של מהנדס המגיע ליחידות הטכנולוגיות בצבא אינו תכן ופיתוח טכנולוגי והנדסי. לעומת תפקידי הפיתוח של מהנדסים בעולם האזרחי, המהנדס בצבא עוסק לרוב בהגדרת דרישות, בהנדסת מערכת, בחקר ביצועים הנדסי ובניהול פרויקטים מול מהנדס המערכת ומנהל הפרויקט בתעשייה.

השירות בצבא מקדם את המהנדס בתוך זמן קצר מרמת עיסוק טכנית לרמה מערכתית וניהולית. לאחר תהליך חפיפה קצר מצופה מהקצין המהנדס לעבוד מול עמיתים מהתעשייה בתפקידים בכירים - תפקידים שהוא עצמו לא היה מגיע להזדמנות להתמודד עליהם, אלא לאחר שנים רבות של ניסיון מקצועי בתעשייה.

מסלול ההכשרה למהנדס בצבא

השוני של התפקידים בצבא ובתעשייה מציב אתגר משמעותי של רכישת ידע ותיאום ציפיות בתהליך הכניסה לתפקיד המהנדס בצבא. כדי להקל על המהנדס המתחיל לעבור בהצלחה את הקליטה במסגרת הצבאית ולעשות שינוי כיוון מקצועי מפיתוח לניהול, נבנה באקדמיה הטכנולוגית בה"ד 20 מסלול הכשרה מדורג. מסלול ההכשרה מיועד להכשיר בוגרים של

מספר מצומצם של יחידות פיתוח קטנות, עיקר הפיתוח הנדסי נעשה בתעשיות ולא בתוך הצבא. במקום לפתח אמצעים ומערכות באופן עצמאי, המהנדסים בצבא עוסקים בעיקר בכתיבת מסמכי אפיון, בניהול, בבחינה וכו', ואילו עבודת התכן הנדסית העיקרית נעשית בתעשייה. למעשה, המהנדסים בצבא מייצגים את הלקוח (הצבא) מול החברות שאמורות לספק מוצרים או שירותים לארגון.

תפקיד המהנדס בתעשייה

בוגר לימודי הנדסה או מדעים המתקבל למקום עבודה בתעשייה עוסק בתחילת דרכו בתחומים מקצועיים בהתאם להשכלתו. דוגמאות לעיסוקים אופייניים של מי שסיימו לימודי הנדסה הם תכן מכני, תכן אלקטרוני, פיתוח תוכנה ובדיקות תוכנה ועוד. העבודה של המהנדס המתחיל בתעשייה מצומצמת לתחום טכנולוגי צר יחסית, שבו הוא צובר עם זמן ידע ומומחיות. בתפקיד הראשון העבודה היא בדרך כלל בכפיפות לראש צוות או של מהנדס מערכת, ומידת ההשפעה על המוצר או על השירות של החברה היא נמוכה יחסית.

לאחר כמה שנות עבודה מקבלים המהנדסים הטובים ביותר הזדמנות להתקדם לתפקיד של ראש צוות או של מהנדס מערכת. ראשי צוותים ומהנדסי מערכות שהוכיחו את עצמם בצורה הטובה ביותר הופכים לאחר כמה שנים נוספות למועמדים לתפקידי ניהול. לפיכך עוברות בדרך כלל שנים רבות עד שהמהנדסים המצטיינים מקבלים את האפשרות להוכיח את הכישורים המתאימים ולהגיע למשרת ניהול משמעותית.

תפקיד המהנדס בצבא

לאור המצב הקיים שבו פרויקטים מאופיינים בצבא ומוצאים אל הפועל בתעשייה, תפקיד המהנדס בצבא שונה מתפקיד המהנדס בתעשייה האזרחית. מהות התפקיד של

שישלחו דחוף מהנדס חשמל



המוטיווציה לכך נובעת מכמה מקורות. ראשית, הגדלת התדירות של מחזורי הקורסים מאפשרת תזמון מיטבי של ההכשרות ושיפור בזמינותה של הכשרה רלוונטית בהתאם לדרישות התפקיד ומונעת מצבים שבהם המהנדס נדרש לחכות חודשים רבים ולעיתים שנה ויותר להכשרה הנדרשת לעבודתו.

נוסף על כך, הגדלת היקף החניכים והקורסים מאפשרת צמצום עלויות. העלות של קורס בודד אחת לכמה שנים כוללת עלויות של הכנת מרצים וחומרים ולכן גבוהה בהרבה מהעלות של קורס שמתקיים פעם או פעמיים בשנה. נוסף על כך, לעיתים אנו נתקלים במצבים שבהם גוף טכנולוגי עומד בפני השאלה האם לשלוח שלושה או ארבעה מהנדסים באופן יחידני לקורס אזרחי בעלות המגיעה ל-5,000 שקל ויותר לחניך בעבור שבוע הדרכה. החלופה היא לוותר על ההדרכה ולא לתת למהנדס הכשרה מקצועית נדרשת עקב העלות הגבוהה. במצב כזה אנו מנסים ליזום פתיחה של קורס קבוצתי משותף עם שניים-שלושה גופים וזרועות נוספים שיתכן כי גם אצלם יש בעיה דומה בנוגע לשלושה או ארבעה מהנדסים. העלות האופיינית של קורס הנדסי קבוצתי בבה"ד 20 היא עד 2,000 שקל לחניך, ומוכן

חשוב שמומחים מחיל האוויר, מחיל הים, מזרוע היבשה, מהמודיעין ומגופים נוספים ייפגשו ויחליפו לקחים ורעיונות בנושאים טכניים

הווידיאו, מטלב, רכש מתקדם ועוד). הידע הנרכש בהשתלמויות האלה מסייע לחניכים להוביל את הפרויקטים שבאחריותם ברמה מקצועית גבוהה.

בהמשך למגמה של שיפור איכות ההכשרות המקצועיות לאוכלוסיית המהנדסים העברנו חלק מהקורסים למתכונת המאפשרת הכרה אקדמית. לדוגמה, קורס טכנולוגיות טילים שהסתיים במרס 2013 בבה"ד 20 מוכר בלימודי מוסמכים של הטכניון בהיקף של 3 נקודות זכות. קורסים נוספים המיועדים להכרה אקדמית בתקופה הקרובה כוללים הכשרות בתחומים של ניהול פרויקטים, של הנדסת רכב ורק"ם ועוד.

שיתוף הכשרות למהנדסים בצבא

יחד עם זאת, אנו פועלים להרחבתו של מעגל המשתתפים בקורסים ומקבלים בברכה לומדים מתוך כלל גופי צה"ל וארגוני ביטחון וטכנולוגיה נוספים.

תחמושת, זיווד אלקטרוני ועוד). התקופה השלישית מיועדת למתן כלים וכשירויות בתחומים של ניהול פרויקטים. ההכשרה כוללת נושאים מקצועיים בשלושה תחומים מרכזיים:

1. ניהול פרויקטים כללי (כמו חבילות עבודה, ניהול זמן, סקרים ובקרה פרויקטלית).
2. ניהול פרויקטים בסביבה צבאית (תפיסת תפקידו של קצין הפרויקט, הכרת גופים וממשקים, מתודולוגיה לבדיקת מערכת, מסמכי פרויקט, ניהול סיכונים, הבטחת איכות המוצר, ניתוח משק וניהול משק, הגדרת חבילה לוגיסטית משולבת ועוד).
3. מיומנויות אישיות התומכות בניהול פרויקטים (תכנון עצמי, גישות לפתרון בעיות, גיבוש מטרות ויעדים, ניהול משימות וסדר עדיפויות - פארטו ועוד).

מימוש מסלול ההכשרה וקרדיטציה אקדמית

המתכונת המתוארת לעיל של מסלול ההכשרה מיושמת באקדמיה הטכנולוגית בבה"ד 20 החל מ-2012. מאז יותר מ-600 חניכים השתתפו בקורסים מקצועיים וניהוליים בתחומי הנדסה (טכנולוגיות מכ"ם, אות

לכלול שילוב תרגול מעשי ומרצים צבאיים במסגרת הקורס האקדמי. במערכים הטכנולוגיים בצה"ל ישנם מומחים רבים בעלי ידע מקצועי רב ותארים מתקדמים בתחומי הטכנולוגיה וההנדסה. הרצאות של המומחים ושל מוקדי הידע האלה עשויות להשתלב במסגרת הקורסים ולהתמקד ביישום של הידע האקדמי התיאורטי בהתאמה לשיטות ולנהלים בצבא. מובן שנוסף על הזיקה היישומית שמושגת באמצעות שילוב מרצים מהצבא עשוי המהלך גם להוריד את העלות הכוללת של הקורס.

כיום עיקר הפיתוח והייצור של אמצעים ושל מערכות בעבור הצבא נעשה בתעשיות. עקב כך העיסוק האופייני של המהנדס בצבא אינו מחקר ופיתוח עצמאי, אלא ניהול, הנחיה ותיאום של הפרויקטים בתעשיות.

סיכום

כיום עיקר הפיתוח והייצור של אמצעים ושל מערכות בעבור הצבא נעשה בתעשיות. עקב כך העיסוק האופייני של המהנדס בצבא אינו מחקר ופיתוח עצמאי, אלא ניהול, הנחיה ותיאום של הפרויקטים בתעשיות. מאפייני התפקיד של המהנדסים הצעירים המגיעים לצבא מציבים אתגרים מקצועיים משמעותיים שמחייבים תהליך הכשרה ייעודי.

במאמר תואר מסלול הכשרה למהנדס צבאי שבונה את הכשירויות הנדרשות באופן הדרגתי וסדור. המסלול מתבסס על הידע ההנדסי של הקצין ומביא את המהנדס הצבאי בתוך פרק זמן קצר למצב של יכולת לעבוד מול עמיתים בכירים בתעשייה. לקחים ראשונים מיישום תוכנית ההכשרה מצביעים על אפקטיביות ועל רלוונטיות של מתכונת ההכשרה המוצעת.

נוסף על כך הוצגו כיוונים של שיתוף הכשרות טכנולוגיות ואקדמיזציה של הכשרות קיימות. להערכתנו, בשתי המגמות האלה טמון פוטנציאל גדול לשיפור ההכשרות לאוכלוסיית המהנדסים בצה"ל ולהגברת האטרקטיביות של השירות בעבור המהנדסים בצבא בראייה רחבה.

ושל ניהול פרויקטים, למשל, יכולים להיות משותפים בפורום רחב ותדיר, והשיטות והלקחים הפרטניים ברמה של שיוך חילי, יחידתי או זרועי יכולים להיות מועברים בנפרד במסגרת אורגנית של אותו הגוף.

כיווני אקדמיזציה בהכשרות מהנדסים

חלק ניכר מהקורסים למהנדסים המועברים באקדמיה הטכנולוגית בצה"ל 20 מקבילים מבחינת רמת ההוראה והתכנים לקורסים אקדמיים באוניברסיטאות ובמכללות. דוגמה אחת לכך היא קורס עיבוד תמונה שנערך בנובמבר 2012. את הקורס העביר חבר סגל מאחת האוניברסיטאות בארץ על בסיס חומרי לימוד שמשמשים אותו באופן שוטף בהוראה של קורס זה באוניברסיטה.

לפיכך האקדמיה הטכנולוגית בצה"ל 20 פועלת כדי שמרב הקורסים המועברים במסגרתה יזכו להכרה ויעניקו נקודות זכות בדרך לתואר אקדמי, כפי שכבר תואר לעיל ובוצע בפועל בכמה קורסים. בעינינו, זאת הזדמנות להשגת הכרה ברמת ההוראה הגבוהה ובעמידה בסטנדרטים אקדמיים על בסיס ניצול מיטבי של משאבים ושל תקציבים קיימים. תועלת גדולה לא פחות היא עצם האפשרות של מהנדס צעיר לצבור נקודות זכות לתואר אקדמי - בלי שהוא צריך לשלם דבר - במסגרת התפקיד ובזמן העבודה, במיקום גיאוגרפי נגיש ובמסגרת אורגנית נוחה של עמיתים מהיחידה.

סוגיית ההתאמה המדויקת של התכנים בקורסים הנדסיים כלליים לסוג המערכות הטכנולוגיות היא בעלת משמעות נמוכה יחסית

טענה אפשרית נגד אקדמיזציה של ההכשרות היא הצורך בבחינת הישגות של הידע האקדמי התיאורטי. אכן, תהליך ההכרה האקדמי בחלק מהקורסים דורש לעיתים התאמה של היקף הקורס, של התכנים ושל רמת ההעמקה כך שיעמדו בתנאים וברציונל של הכשרה תיאורטית-עיונית בעלת רמה אקדמית. להערכתנו, פתרון מיטבי לנושא הזה עשוי

שהגדלה נוספת של מספר החניכים לכ-25-30 תביא להפחתה נוספת בעלויות.

יתרון נוסף בשיתוף לומדים מגופים שונים הוא שיתוף הידע בין החניכים. לדעתנו, חשוב שמומחים מחיל האוויר, מחיל הים, מזרוע היבשה, מהמודיעין ומגופים נוספים ייפגשו ויחליפו לקחים ורעיונות בנושאים טכניים - כמובן במגבלות המידור והסיווג של השימושים ושל התרחישים המבצעיים הפרטניים.

על פי משובי הבוגרים, קורס משותף מסייע לבנייה של קשרי עבודה חוצי ארגונים ומאפשר לבחון כיצד אחרים מתמודדים עם בעיות מבצעיות דומות. לאור חשיבות הנושא, אנו מנסים ליצור באופן אקטיבי פורומים מקצועיים בתחומים הנדסיים על בסיס הקורסים. לצורך כך אנו יוזמים בכלל ההכשרות אירועים מיוחדים של שיתוף ידע באמצעות הצגת פרויקטים ואתגרים טכנולוגיים מתוך התפקידים של החניכים.

להכשרות משותפות יש ללא ספק יתרונות גדולים, אך נשאלת השאלה עד כמה קורסים כאלה רלוונטיים למשתתפיהם. קורסים מסוימים מותאמים מלכתחילה לשיוך החילי או הזרועי, למשל כשטכנאים או אנשי אחזקה במערך הטכנולוגי מקבלים תכנים שונים בהכשרה בהתאם לאמצעי הלחימה הספציפי, אם זה טנק, מטוס, ספינה או אמצעי אחר.

להערכתנו, סוגיית ההתאמה המדויקת של התכנים בקורסים הנדסיים כלליים לסוג המערכות הטכנולוגיות היא בעלת משמעות נמוכה יחסית. העקרונות הכלליים של מקצועות, כמו ראייה ממוחשבת, תכן מכני וכו' הם דומים בטווח רחב מאוד של עיסוקים, אף כי היישום בעבודה השוטפת יכול להיות שונה מאוד. לדוגמה, קורס אחיד בתחומי עיבוד תמונה מתוכנן לתת רקע הנדסי רחב שיוכל לשמש אחר כך קצינים העוסקים במגוון פרויקטים, כמו מצלמות נישאות חייל, מערכות תצפית מוטסות או אלגוריתמי עקיבה.

במקרים שבהם יש בכל זאת חשיבות למאפיינים של הפרויקטים ושל הסביבה המבצעית והארגונית בתהליכי הפיתוח ניתן לבחון מנגנון שיתוף חלקי של התכנים. העקרונות הכלליים של הנדסת מערכות