

הגשת מועמדות למלגה ע"ש שנבל לסטודנטים מצטיינים ויצירתיים

שם: ליאור וייס

ממוצע מצטבר: 89.5 (סמסטר 6 – מסלול להנדסת מבנים)

נושא הפרויקט: תכנון ובניית אבטיפוס למעבדה חדשה לקורס מבוא לדינמיקת מבנים

במהלך סמסטר חורף תש"ע עבדתי על תכנון ובניית עמדת אבטיפוס למעבדה חדשה המוקמת בימים אלו לקורס מבוא לדינמיקת מבנים בהנחיית ד"ר יסכה גולדפלד.

העמדה תוכננה כעמדה לשניים או שלושה סטודנטים, הכוללת שישה ניסויים שונים. בניגוד למעבדה הישנה, שהיא בעיקרה מעבדת הדגמות, התכנון הינו שה ניסויים יתבצעו ע"י הסטודנטים, משלב הרכבת הניסוי ועד לשלב קריאת המדידות פענוח וניתוחן. מלאכת התכנון, הפיתוח והביצוע ארכה כחצי שנה וכיום העמדה על כל מרכיביה משוכפלת לארבע עמדות נוספות.

במסגרת הפרויקט יישמתי לראשונה את הכלים ההנדסיים שרכשתי (ואני עדיין רוכש) במהלך הלימודים. גיליתי שבעזרת חשיבה יצירתית "מחוץ לקופסא" ניתן להגיע לפתרון בעיות מורכבות, בייחוד כאלו שזו הייתה הפעם הראשונה שנתקלתי בהן ובעיות לא רגילות המיוחדות לפרויקט מהסוג הזה.

תמצית הפרויקט

נדרשתי לבנות מעבדה על סמך המעבדה הקיימת. במעבדה החדשה המטרה היא שהסטודנטים יצרו בעצמם את הניסויים. לכן, בשלב ראשון כל סדרת הניסויים תוכננה להיות מודולרית ורוכזה לעמדת מעבדה אחת. כל ניסוי ניתן לפרק ולהרכיב תוך מספר דקות וכל עמדה תופסת 2.5 מ"ר במקום חדר שלם (ציור 1). כמו כן, באם יהיה צורך, ניתן יהיה בקלות רבה להרכיב עוד ניסויים על העמדה. זהו רעיון חדשני בכך שלכל סטודנט תהייה עמדה קבועה במהלך כל הסמסטר ובה כל רכיבי הניסויים הנדרשים, כולל עמדת מחשב ועמדת איסוף נתונים.

הניסויים שתכננתי ובניתי, בהם לדעתי הפגנתי יצירתיות:

- **ניסוי מומנט אינרציה:** ניסוי זה מבוסס על מדידת תאוצה של דגם בעל מומנט אינרציה מדוד תחת מומנט קבוע. היצירתיות בבניית ניסוי זה באה לידי ביטוי בכך שבמקום לבנות דגם אחד קבוע, תכננתי את הניסוי כך שכל סטודנט בונה לעצמו את הדגם מחדש בפשטות ובמהירות. בניתי דסקה עגולה בקוטר מטר וציפיתי אותה בסקוץ 'ים (ולקרו). לקחתי סוגים שונים של אלמנטים בצורות שונות ומחומרים שונים וציפיתי גם אותם בסקוץ ' (ציור 2). התוצאה היא שכל סטודנט בונה לעצמו דגם אחר מאלמנטים שונים במיקומים שונים מה שהופך את המעבדה לאינטראקטיבית ולכן יותר מעניינת לסטודנט.
- **מדידת תאוצת הדגם המסתובב ע"י מדד עיבורים:** בכדי לקבל משוב על סיבוב הד יסקה, לקחתי שקף, הדבקתי עליו חצי גשר ויטסטון וקיבעתי אותו מתחת לדיסקה. לדיסקה הצמדתי מסמר שבכל סיבוב נותן מכה קלה לשקף ללא הפרעה לסיבוב הד יסקה. השקף עובר

דפורמציה עקב המכה ושולח אות של מתח למערכת איסוף הנתונים וע"י השוואת הזמנים בין האותות אפשר לחשב את התאוצה הזוויתית של הדגם ולהשוותו לתאוצה המחושבת אנליטית.

- **בניית שולחן רועד** : בשביל לייצר פלטפורמה רועדת לניסויים שונים תכנתי אקצנטר הממיר תנועה סיבובית של מנוע לגל סינוס טהור . ניסחתי את הבעיה הדינמית , פתרתי את המשוואות וכך הצלחתי להגדיר את גודל המנוע הדרוש ולבנות שולחן עם בקר תדר . התוצאה היא שולחן רועד שנע בתחום תדרים של 0.5-7 הרץ עם משקל של 10 קילו עליו, שעלותו חצי מחיר משולחן כזה קנוי.
- **ניסוי דרגת חופש אחת** : בניסוי זה נדגמים מבנה בעל דרגת חופש אחת עם ובלי ריסון , כאשר את הריסון תכנתי כך שבקלות ניתן לשלוט בדרגת הריסון ע"י ויסות גובה זרוע מתכתית השקועה בתוך נוזל צמיגי . המבנה תוכנן לנוע באופן חופשי או ע"י תנועת בסיס מאלצת.
- **ניסוי 3 דרגת חופש**: בניסוי זה נדגם מבנה בעל שלוש קומות ללא ריסון (ציור 4). מטרת הניסוי הצגת תגובה דינמית של מבנה במקרים של תנועה חופשית או תנועת בסיס מאלצת. ניתן עם השולחן הרועד שחובר לבסיסו להגיע לשלושת המודים העצמיים של המבנה ולהדגים את תופעת התהודה.
- **ניסוי 2 דרגות חופש**: הניסוי הישן היה בנוי מזוג עגלות עץ המחוברות בקפיצים ומחליקות על מסילת עץ. מטרת הניסוי הייתה הדגמת 2 דרגות חופש ללא ריסון, לכן את הניסוי החדש בניתי כאשר את העגלות מחליפים מסבים לינאריים הנעים על ציר מלוטש (ציור 3). פיתרון זה התברר לא רק כחדשני אלא גם כמוצלח ביותר , הגופים עושים כ-12 מחזורים עד לריסון (בניגוד ל-3 מחזורים בגרסה הישנה) ועלות המרכיבים נמוכה מאוד.

סיכום

למדתי המון מהעבודה על המעבדה . עבודת המהנדס הינה מרתקת ומגוונת. ההתמודדות עם בעיות שלא נתקלתי בהם מעולם אילצה אותי לחשוב "מחוץ לקופסא" ולמצוא דרכים יצירתיות וחדשניות לפתרון בעיות.

אני מאוד מרוצה מהתוצאה וחושב שהיא מדברת בעד עצמה, המעבדה יצאה מוצלחת מאוד. מאחר ובימים אלו המעבדה משוכפלת לארבע עמדות נוספות ולא ניתן לראות אותה בשלמותה מספר תמונות מייצגות מצורפות להלן.



ציור 1: עמדת המעבדה



ציור 2: ניסוי מומנט האירציה עם סקוצ'ים



ציור 3: שולחן רועד, 3 דרגות חופש.



ציור 4: המייסבים המשמשים כמסות לניסוי 2 דרגות חופש (עגלות).