

רמי ריחן ויסמין מנחם

1. המוטיבציה לפרויקט

עם העליה בנפחי התנועה בצירים העירוניים, רמת השירות של מערכת הרמזורים בצמתים הופכת למהותית יותר, במיוחד כאשר מתהווה ביקוש גדול או בלתי צפוי, למשל בעקבות התחלה או סיום של אירועים הומי אדם כגון משחק כדורגל, הצגה או הפגנה. שיפור רמת השירות בצומת מרומזר מתאפשר לא רק בתכנון נכון אלא גם ביכולת המערכת לקבל החלטות בזמן אמת ובאופן אוטונומי על בסיס מידע מהגלאים אודות הביקושים השונים בגישות. רוב הגלאים בצומת מרומזר, אשר מותקנים תמיד לפני קו העצירה, מתפקדים כגלאי דרישה או כגלאי הארכה ומאפשרים למערכת הרמזורים לקבל החלטות בזמן אמת על מנת לענות על הביקוש ולתת שירות.

מטרת פרויקט זה היא לבחון האם הוספת גלאים ייעודיים באזורים נוספים בעלי חשיבות בקרבת הצומת, למשל לאחר היציאה משטח הקונפליקט בצומת ובאותו כיוון תנועה, תשפר את רמת השירות של הצומת. להערכתנו, הפרויקט יעניין רבות מהנדסי תחבורה בכלל ואת ציבור הנהגים בפרט, הן מבחינת קיצור זמני המתנה לפני קו העצירה בצומת והן מבחינת ייעול פינוי צומת מרומזר.

2. סקירת ספרות

בסקירת הספרות התרשמנו על אודות אופן פעולת הגלאים, דרישות מבנה מערכות בקרה על מנת שיפעלו באופן אוטונומי תוך קבלת החלטות בזמן אמת, היווצרות התור ומאפייניו, מודל החבורות ומודל MITROP. למדנו כי לבקר הרמזורים המודרני יכולות רבות אשר לא באות לידי שימוש בתכנון פעולת הרמזורים בצומת נתון, לדוגמא, אי-הטמעת לוגיקת פעולה אוטונומית של בקרי רמזור סמוכים באמצעות הקמת ערוץ תקשורת ביניהם. בשילוב מקורות הידע ותרומתם, אנו למדים כי ניתן ואף צריך לאפשר לבקרי הרמזורים לקבל החלטות באופן דינמי על בסיס המצב הנתון באמצעות הגמשת זמני האור הירוק והוספת נקודות החלטה בתוכניות הרמזורים.

3. מתודולוגיה

על מנת לקדם את מטרת הפרויקט נבחנו מספר צמתים הסמוכים למקומות ציבוריים בתל אביב וביניהם אצטדיון בלומפילד, הבימה וציר שטרית (מרכז הספורט הלאומי) וציר הופיין בחולון. ביצענו תצפיות בצמתים הסמוכים למקומות הנ"ל לבחינת אופן פעולת מערכת הרמזורים. לאחר בדיקה ראשונית התמקדנו בצמתים הסמוכים למרכז הספורט הלאומי בתל אביב (רחוב שטרית). מיפינו את אופן פעולת תוכנית מצב מינימום דרישה בשני צמתים (שעות שפל) לאחר תצפיות רבות וכמו כן ביצענו ספירת תנועה בצמתים שנבחרו.

לאחר איסוף המידע השתמשנו בסימולטור התנועה SUMO להדמיית האזור הגאוגרפי, מבנה הצמתים, אופן פעולת מערכות הרמזורים וכמו כן את נפחי התנועה באזור. ביצענו מספר סימולציות המדמות את תפקוד הצמתים ללא אירועים מיוחדים, תפקודם בזמן אירועים מיוחדים ואת תפקודם לאחר שכלול הפתרון המוצע על ידנו אשר במהותו, משמעו העברת זמני ירוק "מכובזים" בכיוון תנועה מסוים לכיוון תנועה אחר כאשר הוא פנוי.

4. ממצאים

לאחר ביצוע הסימולציות מצאנו כי מבנה הצמתים והתוכניות פועלות כמצופה גם כאשר מתקיים אירוע והמביא לביקושים גדולים. עם זאת, מצאנו כי כאשר מתקיים אירוע כזה ובאותה העת מתרחש מאורע בלתי צפוי בציר שטרית, כגון תאונה, מערכות הרמזורים לא מסוגלות ולא יודעות כיצד להתמודד עם מצב חדש זה. בעזרת הסימולציה שביצענו ראינו כי הוספת גלאים נוספים בהתאם לפתרון המוצע על-ידינו מתאפשר פינוי יעיל יותר של החניונים הסמוכים והצמתים. מצאנו כי רמת השירות (LOS (Level of Service שופרה מרמה E לרמה D כלומר, פינוי מהיר יותר של הצומת, שיפור זרימת התנועה ומכך נגזר צמצום בפליטות מזהמים מכלי הרכב באזור הצומת.

5. סיכום

בפרויקט הראנו כי אכן ניתן לשפר את רמת השירות בצומת מרומזר. כלומר, הראנו כי פינוי החניונים הסמוכים עבור מספר כלי-רכב נתון מתבצע מהר יותר יחסית למצב הקיים, וזאת ללא שילוב נקודות החלטה נוספות. תובנה זו מלמדת אותנו כי לאור יכולות בקרי הרמזורים כיום ושילוב מחשבה נוספת בתכנון מערכת רמזורים ניתן לשפר את רמת השירות באירועים בלתי צפויים. אמנם הסימולציה מדמה פינוי חניונים אך מצב זה זהה לכיוון תנועה בעל ביקוש גבוהה כגון ציר אבן גבירול או דרך נמיר כך שניתן להרחיב את תובנה זו וליישמה בהצלחה בצירים ראשיים.