



שם הפרויקט		מס' פרויקט
מודל חקר ביצועים לתכנון פריסת אופנועי מד"א		P-2018-085
מנחה שותף	מנחה אקדמי	
ד"ר אלי יפה	פרופ' הלל בר גרא, ד"ר יובל ביתן	
חברי הצוות		
נח דרזנר	איתם טהרלב	
noah613@gmail.com	eitamt@gmail.com	

תקציר

מגן דוד אדום הינו ארגון ההצלה הלאומי של ישראל, אשר בין היתר אחראי על אספקת שירותי עזרה ראשונה, פינוי נפגעים, הפעלת כוחות רפואיים באירועים רבי נפגעים ועוד. כיום, פריסת כלי התחבורה של הארגון מבוססת על אמבולנסים וניידות לטיפול נמרץ המוצבים בתחנות קבועות, וכן אופנועים שניתנו למתנדבים אשר מיקומם ויכולתם לצאת לאירוע אינם ניתנים לחיזוי. במד"א מתכננים לשלב אופנועים בפריסה הקבועה של הארגון, ולשם כך בפרויקט זה פותח מודל חקר ביצועים למציאת מיקומים מיטביים להצבת מספר אופנועים נתון, אשר יהוו פתרון אופטימלי המנצל את יתרונות האופנוע למקסום השיפור בזמני התגובה לאירועים.

בתחילה, התקבלו ממד"א נתוני נסיעות של אמבולנסים וניידות טיפול נמרץ בשנת 2017. לאחר ניפוי נסיעות המחייבות שימוש באמבולנס בלבד, קובצו הנסיעות לפי אירועים. לכל אירוע הוצמדו קואורדינטות גיאוגרפיות, ובנוסף, מכיוון שלא קיבלנו את זמני התגובה הקיימים ממד"א - הגדרנו זמני תגובה על פי זמן הנסיעה בשעת האירוע מתחנת מד"א הקרובה ביותר למקום האירוע. לאחר מכן, בוצע הליך אשכול (clustering) לאירועים באמצעות אלגוריתם K-Means על פי מיקומם הגיאוגרפי, כאשר כל מרכז אשכול הוגדר כמיקום אפשרי להצבת אופנוע. לכל נקודת הצבה חושבו זמני נסיעה של אופנוע לכל האירועים שנמצאים בטווח של עד כ-20 ק"מ. נתוני זמני הנסיעות הוכנסו למסד נתונים מרכזי, על מנת לחסוך מידע כפול וזמן ריצה. חישובי הקואורדינטות, זמני התגובה וזמני נסיעות האופנוע נעשו באמצעות גישה ל-Google Maps API.

לאחר טיוב הנתונים שהתקבלו ובניית מסדי הנתונים, נכתב ניסוח מתמטי לבעיית הצבת האופנועים, אשר שואפת למקסם את השיפור האפשרי בזמן התגובה לאירועים על ידי בחירת המיקומים להצבת האופנועים, תוך התחשבות במיקומי האירועים, בזמני התגובה הנוכחיים ובזמני הנסיעה הצפויים של האופנוע. תחילה, על מנת להבטיח פתרון אופטימלי, נכתבה ונפתרה הבעיה כבעיית תכנות לינארי בשלמים. לאחר מכן, על מנת לאפשר פתרון מהיר יותר שגם ייתן מענה לנתונים בהיקף גדול יותר, נבנה מודל המבוסס על אלגוריתם חמדן להצבת האופנועים. על מנת לבחון את הפתרונות המתקבלים נבנתה סימולציה רטרוספקטיבית אשר רצה על סט אירועים שונה, לבדיקת זמני התגובה הצפויים במקרה של מימוש ההצבות שהתקבלו ע"י המודל. מימוש האלגוריתמים והסימולציה התבצעו בסביבת R.

בחינת תוצרי המודל והרצת הסימולציה מראים כי פריסת אופנועים כחלק מפעילות מד"א תתרום באופן משמעותי להפחתת זמן התגובה לאירועים רפואיים. בסימולציה אשר בחנה את תוצרי המודל על נתוני מרחב ירושלים, נמצא כי בהצבת חמישה אופנועים במקומות המומלצים יופחת זמן התגובה הממוצע במרחב בשיעור של 16.1% ויחול שיפור בזמן התגובה ב-34.1% מהאירועים במרחב. בניית המודל נעשתה באופן המאפשר גמישות בכמות האופנועים המוצבים ובחתי זמן ומיקום שונים, על מנת להוות כלי המאפשר תכנון ומדידת ההשפעה של האפשרויות השונות לשימוש באופנועים אשר עומדות בפני הארגון.

מילות מפתח: רפואת חירום, מד"א, חקר ביצועים, בעיית מיקום, אופנועי חירום.



Project No.	Project Title	
P-2018-085	Operation research location model for the motorcycles of Emergency Medical Services (EMS)	
Academic Advisor		Co-Advisor
Prof. Hilel Bar-Gera, Dr. Yuval Bitan		Dr. Eli Jaffe
Team Members		
Noach Dresner	Eitam Teharlev	
noah613@gmail.com	eitamt@gmail.com	

Abstract

Magen David Adom is Israel's national rescue organization, which is responsible for providing first-aid services. Today, the deployment of the organization's vehicles is based on ambulances and intensive care units stationed at fixed stations, as well as motorcycles given to volunteers whose location and availability are unpredictable. MDA plans to incorporate motorcycles in the organization's regular layout. For this purpose, Operations Research model was developed to find optimal motorcycles locations, which would utilizes the motorcycle advantages to maximize the improvement in reaction times to events.

The project is based on MDA data of ambulances' trips in 2017. Following the screening of irrelevant trips, the trips were grouped to events, and geographical coordinates were attached to each event. Since the current response times were not received, the times were calculated from the nearby MDA station. A clustering procedure was performed for the event locations using the K-Means algorithm, when the cluster centers were defined as a possible location for a motorcycle, for each center, motorcycle travel times were calculated for all events within a range of up to 20 km, and were entered into a database to save double data and runtime. Coordinates, and driving times were created by accessing the Google Maps API.

After optimizing the databases, a mathematical formulation was written for the problem of motorcycle placement, which aims to maximize the possible improvement in response time to events by selecting the locations for the motorcycle, taking into account the events location, the current response times and the anticipated travel times of the motorcycle. First, in order to ensure an optimal solution, the problem was written as a linear programming problem. In order, to enable a faster solution that will also provide a response to the data on a larger scale, a greedy algorithm model was built for placing the motorcycles. In order to examine the resulting solutions, a retrospective simulation was constructed, in order to examine the expected response times when using positions obtained by the model on a different set of events .The project was written and performed using R.

Analysis of the model's products shows that the deployment of motorcycles will contribute significantly to reducing the response time to the events. In the simulation on model's products running on Jerusalem area, it was found that by placing five motorcycles, the average response time would be reduced by 16.1% and the response time would be improved by 34.1% of the events in the space. The model was designed to allow flexibility in the number of motorcycles installed and in different time slots and locations, in order to serve as a tool for planning and measuring the impact of the various options for the use of motorcycles.

Keywords: EMS, MDA, operations research, location problem, Motorcycles.