

פרויקט סימולציה חלק א'

1. תקציר

הפרויקט נחלק לשני חלקים. בחלקו הראשון, נתבקשנו ליישם מדיניות חלוקת חבילות נתונה. במדיניות זו חבילות גדולות מחולקות קודם רק לתאים המתאימים להן, לאחר מכן בינוניות-לתאים המתאימים להן עד למיצוי המקומות הפנויים או לתאים של חבילות גדולות ולבסוף חבילות קטנות לתאים המתאימים להן עד למיצוי המקומות הפנויים ואז לתאים בינוניים או גדולים במידה ויש מקום. בנוסף, במדיניות זו לא ניתן יהיה לחלק חבילות לאזורים שכנים, אלא רק לאזור אליו מיועדת החבילה. לאחר מימוש המדיניות הנתונה נוכחנו לגלות מספר דברים, הראשון הוא כי ברוב האזורים, רוב החבילות ממתונות 0 ימים במרכז הלוגיסטי עד לחלוקה, עובדה שמעידה על יעילות שיטת החלוקה הנתונה. בנוסף לכך גילינו, כי על פני 50 רבעונים, נראה כי חבילות גדולות הן לרוב אלה שנשארות מספר ימים. תופעה זו קורית הרבה פחות בגדלים בינוניים וקטן, כנראה עקב מדיניות החלוקה הנתונה שגוזרת על חבילות גדולות להשתבץ רק לתאים המתאימים להן, ולשאר הסוגים ישנו סיכוי גדול יותר להיות משובצים עקב המגוון הרחב יותר של תאים אליהם הם יכולים להשתבץ. בחלקו השני, נתבקשנו לחשוב על מדיניות חלוקה אלטרנטיבית וליישמה. מדיניות החלוקה שבחרנו ליישם הינה כדלקמן, ראשית כל, חבילות גדולות יחולקו ראשונות עד למיצוי המקומות בתאים המתאימים. חבילות בינוניות יחולקו עד למיצוי המקומות המתאימים להן או לתאים של חבילות קטנות. חבילות קטנות יחולקו עד למיצוי המקומות המתאימים להן או לתאים של חבילות בינוניות או לתאים של חבילות גדולות. בנוסף לכך, מעבר זה יתבצע עבור כל חבילה באזור אליו היא מיועדת, במידה ולא נצליח לשבצה באף אחד מהתאים כפי שצינו, המעבר יתבצע בשנית על אזור שכן וכך הלאה. אזור שכן יקבע באמצעות מטריצת שכנויות ונסיונות השיבוץ יתבצעו כמספר השכנים עבור אותו אזור. לאחר מימוש מדיניות זו עולה כי מדיניות החלוקה מייטיבה עם כמות החבילות הנותרות במרכז הלוגיסטי לאחר חלוקה, עם זאת אין הבדל מהותי בין המדיניות.

2. מבוא

בפרויקט זה נבחן חברה המעניקה שירותים לוגיסטיים, משלחת חבילות המגיעות מחו"ל לעמדות איסוף בהן מותקנים תאי אחסון אוטומטיים. בעת הכנסת החבילה נשלחת הודעה לבעל החבילה הכוללת הנחיות לפתיחת התא ואיסוף החבילה. אנו בוחנים את יעילות שיטת החלוקה הנתונה לנו לעומת שיטת חלוקה אלטרנטיבית פרי דמיונו, שמטרתה לטייב את פעילות המערכת. כאמור, מדיניות החלוקה הנתונה לנו, בה אין חלוקה לאזורים שכנים וחבילות גדולות מחולקות קודם לתאיהן בלבד, בינוניות לתאיהן ולגדולים וקטנות יכולות להתאים לכל התאים, הראתה יעילות יחסית. את טיב המדיניות אנו בוחנים באמצעות מדדי המערכת שניתנו לנו. ראשית, התפלגות משך הזמן שלוקח עד שחבילה יוצאת מן המרכז הלוגיסטי לשיבוץ. מדד זה מראה למעשה כמה זמן "מת" יש לחבילות עד שהן יוצאות לחלוקה, מדד זה בהחלט מעיד על יעילות המדיניות, ככל שיש יותר זמן מת לחבילות, כך נמנע מבעד חברת השילוח להכניס חבילות נוספות למרכז הלוגיסטי ויעילותו נפגעת. התפלגות מספר החבילות מכל סוג הנשמרות בכל יום במרכז הלוגיסטי- מדד זה, נותן לנו השקפה על כמה זמן לוקח לשבץ את החבילות כפונקציה של גודלן, כלומר האם מדיניות החלוקה הנוגעת לסדר שיבוץ החבילות יעילה? האם זו שיטת הפעולה הנכונה ביותר? המדד הבא רלוונטי רק למדיניות החלוקה שאנחנו חשבנו עליה, שמערבת חלוקה לאזורים שכנים. בה, יתכן מצב בו חבילות מוחזרות למרכז הלוגיסטי. מדד זה בא לבחון האם הבחירה בחלוקה לאזורים שכנים נכונה, או האם היא פוגעת אף יותר ביעילות. המדד האחרון הוא תוחלת מספר הקוחות שנדרשים לחזור ביום המחרת בשל תקלה בעמדת האיסוף, למעשה נרצה להבין באמצעות מדד זה כמה פעמים המערכת הייתה מושבתת, ככל שמדד זה יהיה גבוה יותר כך יעילות המערכת פוחתת.

3. מודל הסימולציה

א. הגדרת המודל

(1) זמן הרצת המודל: $2184 = 13 \cdot 7 \cdot 24$ שעות (13 שבועות הנמדדים בשעות).

(2) הגעת חבילות למרכז הלוגיסטי:

החבילות מגיעות מדי יום בשעה 00:00 בהתפלגות פואסונית כפי שנתון בטבלה. דוגמה לסימון קצב הגעת החבילות הקטנות לאזור 1:

$$x_{1,0} \sim \text{pois}(7) \frac{\text{packages}}{\text{day}}, \quad \text{time} = 00:00$$

אזור	קטנות	בינוניות	גדולות
1	7	3	1
2	8	2	1.5
3	12	4	2
4	5	1	3
5	8	3	1
6	3	1	1.5

(3) טיפול בחבילה: כל החבילות משובצות לתאים מדי יום בשעה 06:00.

(4) קצב הגעת הלקוחות לאסוף חבילות מתחלק למספר הימים + השעה ביום האיסוף:

$$\text{hour of arrival} \sim \text{unifrom}(0,18)$$

מס ימים לאיסוף	באזור היעד	באזור שכן
עד יממה	40%	20%
בין יממה ליומיים	20%	20%
בין יומיים לשלושה ימים	30%	30%
בין שלושה ימים לארבעה ימים	10%	20%
למעלה מארבעה ימים	--	10%

(5) שעון סימולציה לפי יומן אירועים.

(6) ב-1% מהמקרים בהם לקוח מנסה לאסוף חבילה, מתרחשת תקלה המשביתה את עמדת האיסוף. קצב טיפול בתקלה:

$$\text{hours untill fixing} \sim \text{unifrom}(1,5)$$

(7) לקוח שהגיע לאסוף חבילה בזמן שעמדת האיסוף תקולה, ישוב בעוד יום אחד בדיוק.

(8) עבור מדיניות חלוקה 2: חבילה אשר לא נאספה תוך 4 ימים בעקבות תקלה, לא תוחזר למרכז הלוגיסטי.

ב. מטרת המחקר

בדיקת איכות השירות בעמדות החלוקה על סמך בדיקת המדדים: התפלגות משך הזמן בימים מהגעת החבילות למרכז הלוגיסטי ועד לשילוחן לתאי האיסוף, התפלגות מספר החבילות (מכל גודל) הנשמרות בכל יום במרכז הלוגיסטי, מספר החבילות המוחזרות למרכז הלוגיסטי, מספר הלקוחות הנדרשים לשוב ביום למחרת בשל תקלה.

- הנחה – מדד "משך הזמן מהגעת החבילות ועד שילוחן" סופר גם ימי סוף שבוע.

ג. משתני עזר לניתוח

משתנים סטטיים:

1. s_space – משתנה שמחזיק את כמות התאים מכל גודל בכל עמדת חלוקה.

2. $pack_distribution$ – משתנה שמחזיק את התפלגות הגעת חבילות לכל אזור בכל יום.

3. $quarter_time$ – משתנה שמחזיק את זמן רבעון בשעות ($13 \cdot 7 \cdot 24$).
4. $quarters$ – משתנה שמחזיק את כמות הרבעונים בסימולציה (50).
5. $pack_dic_time_dics$ – משתנה שמחזיק מילון לכל אזור חלוקה ובו מספר החבילות שחולקו לאחר X ימים, עבור כל ההתרחשויות.
6. $pack_lc_amount_dic$ – משתנה שמחזיק מילון לכל גודל חבילה ובו מספר הימים שבתום יום חלוקה נשארו X חבילות במרכז הלוגיסטי, עבור כל ההתרחשויות.
7. $return_customer$ – משתנה שמחזיק את כמות הלקוחות שחזרו לאסוף את החבילה ביום למחרת בעקבות תקלה.
8. $reuturn_packages$ – משתנה שמחזיק את כמות החבילות שהוחזרו למרכז הלוגיסטי לאחר שחולקו.

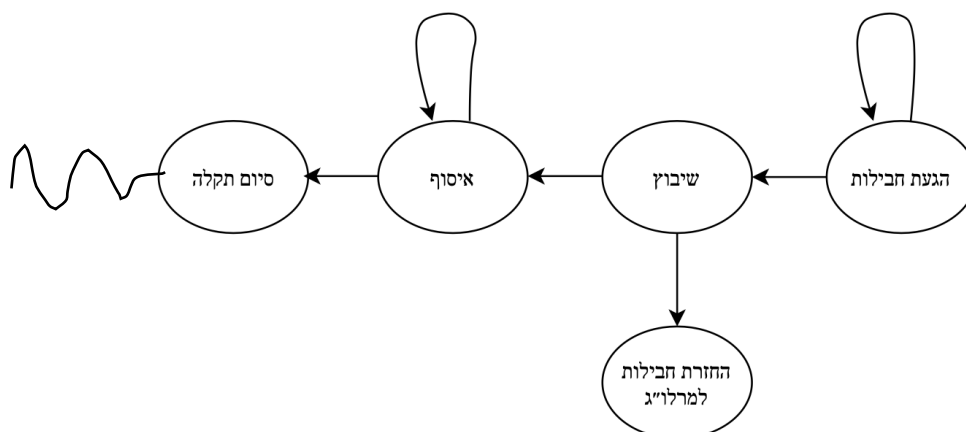
משתנים שמתאפסים בכל "יום" בסימולציה:

9. $event\ log$ – ערימת מינימום שמחזיקה את אירועי הסימולציה. סידור האיברים לפי שעת התרחשותם.
10. $curr\ time$ – משתנה שמחזיק את זמן האירוע הנוכחי.
11. $event$ – האירוע הנוכחי בו מטפלים.
12. lc_pack – מטריצה המחזיקה את יום ההגעה למרכז הלוגיסטי עבור כל חבילה בחלוקה לפי גודל ואזור חלוקה.
13. s_pack – מטריצה המחזיקה את כמות החבילות מכל סוג בכל אזור חלוקה.
14. $error_zone$ – וקטור המחזיק את מצב התקלות בכל אזור ($1 = \text{תקול}$, $0 = \text{לא תקול}$).

ד. מצבי המערכת

1. הגעת חבילות
2. שיבוץ חבילות
3. איסוף חבילה
4. סיום תקלה

ה. תרשים אירועים

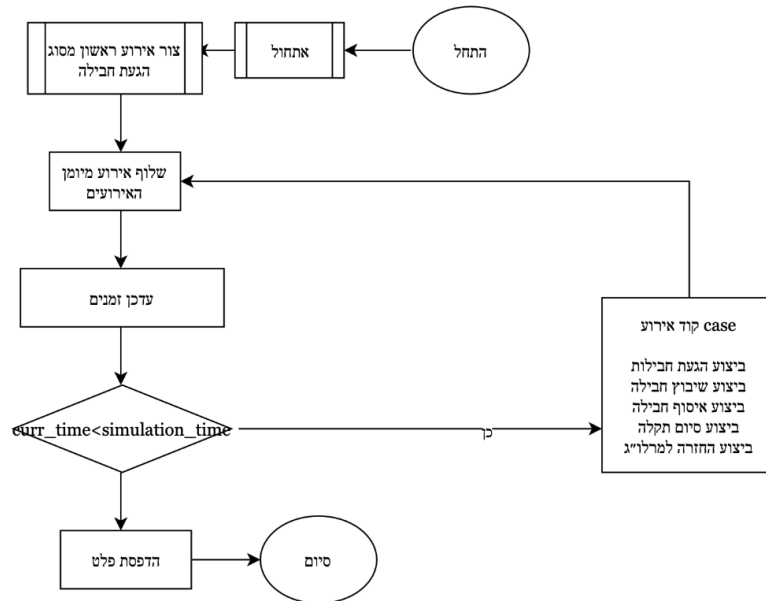


ו. פרוצדורות המערכת

- | | | |
|-----------------------|-----------------------|----------------------|
| 1. ראשי | 5. יצירת איסוף חבילה | 9. ביצוע איסוף חבילה |
| 2. אתחול | 6. יצירת סיום תקלה | 10. ביצוע סיום תקלה |
| 3. יצירת הגעת חבילות | 7. ביצוע הגעת חבילות | |
| 4. יצירת שיבוץ חבילות | 8. ביצוע שיבוץ חבילות | |

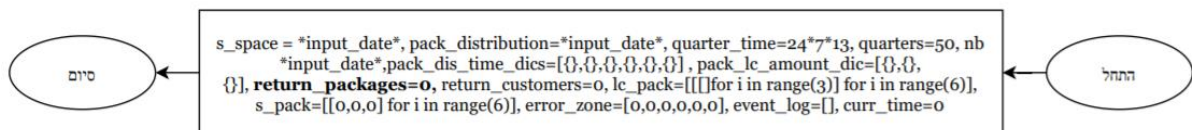
2. תרשימי פרוצדורות

ראשי



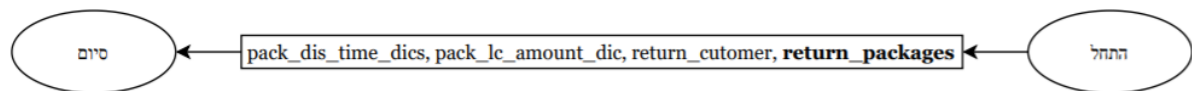
אתחול סימולציה

*פונט מודגש : שייך למדיניות חלוקה ב' בלבד.

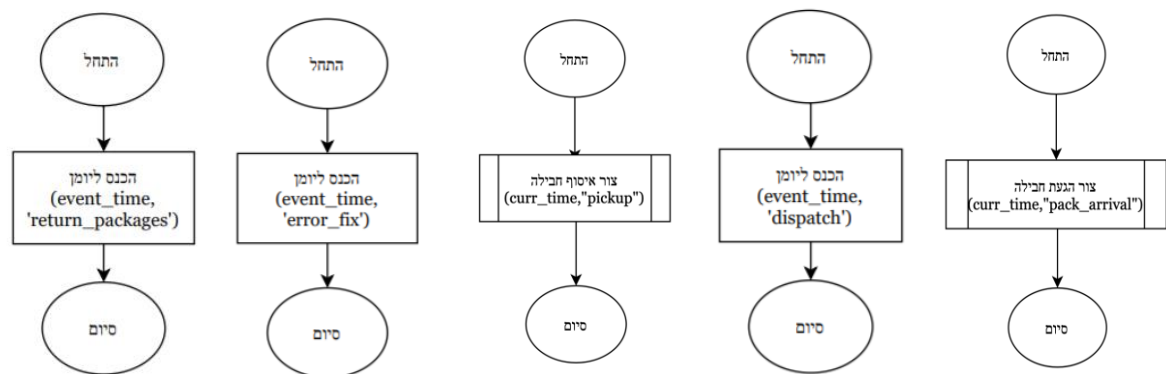


פלט הסימולציה

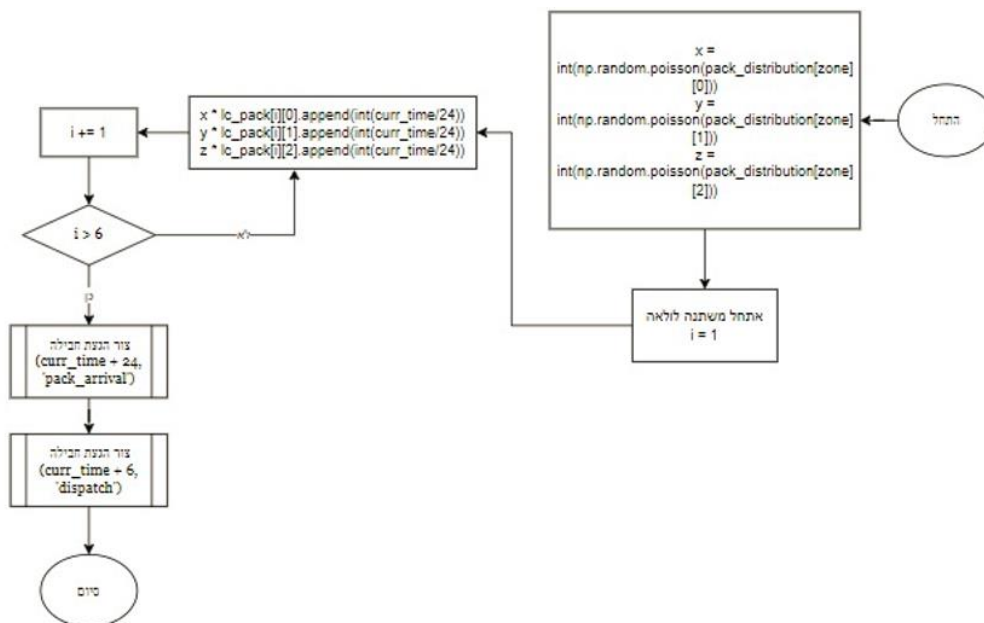
*פונט מודגש : שייך למדיניות חלוקה ב' בלבד.



יצירת חבילות	יצירת שיבוץ חבילות	יצירת איסוף חבילה	יצירת סיום תקלה	יצירת החזרת חבילה
--------------	--------------------	-------------------	-----------------	-------------------



ביצוע הגעת חבילות

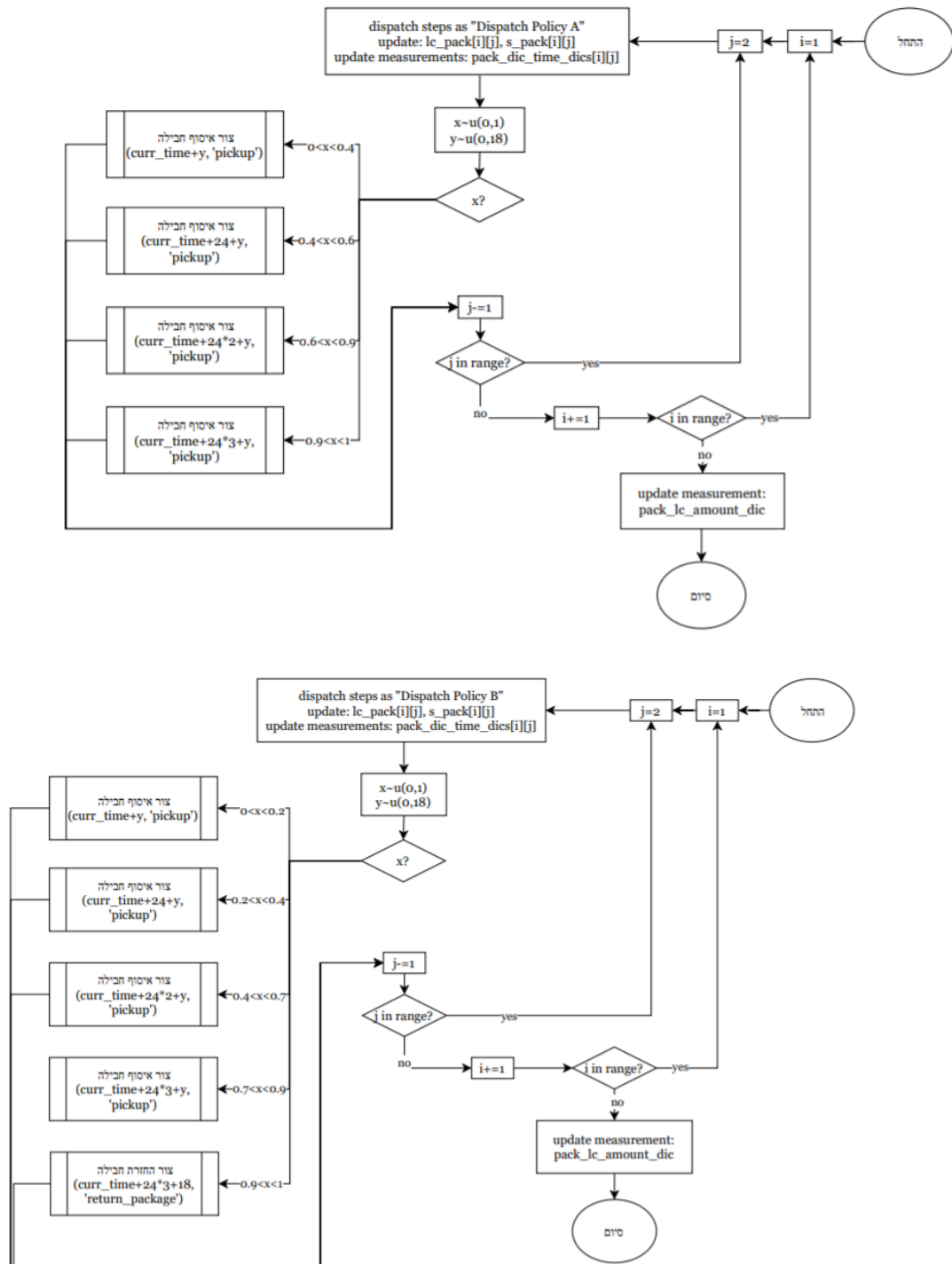


ביצוע שיבוץ חבילות

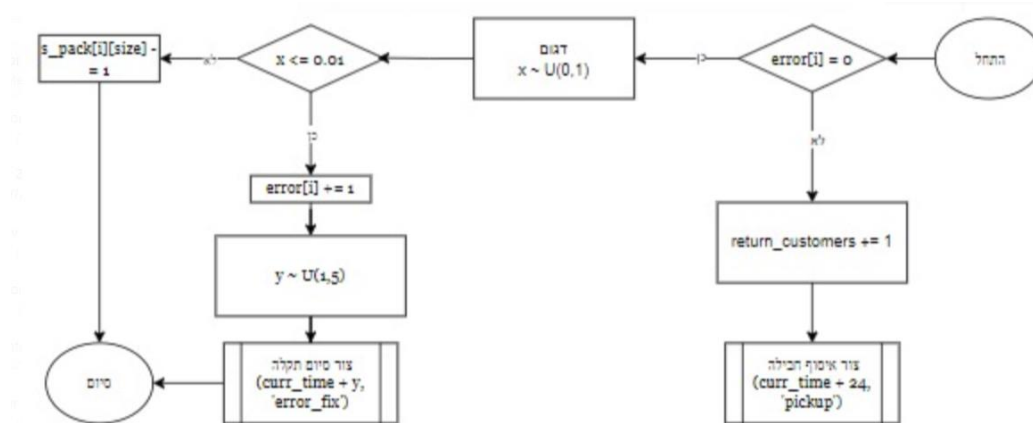
*כיתוב מודגש שייך לשיטת חלוקה ב' בלבד.

Dispatch Policy A/B* – שיטת חלוקה שבה עבור כל אזור מתקיים: שיבוץ חבילות גדולות בתאים גדולים ← שיבוץ החבילות שנותרו בתאים גדולים באחד מהאזורים השכנים ← שיבוץ חבילות בינוניות בתאים בינוניים ← שיבוץ החבילות שנותרו בתאים גדולים/בינוניים באחד מהאזורים השכנים ← שיבוץ חבילות קטנות בתאים קטנים ← שיבוץ החבילות שנותרו לשיבוץ בתאים בינוניים פנויים ← שיבוץ החבילות שנותרו לשיבוץ בתאים גדולים פנויים

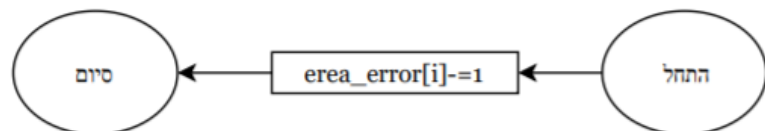
שיבוץ החבילות שנותרו בתאים גדולים/בינוניים/קטנים (לפי הסדר) באחד מהאזורים השכנים.



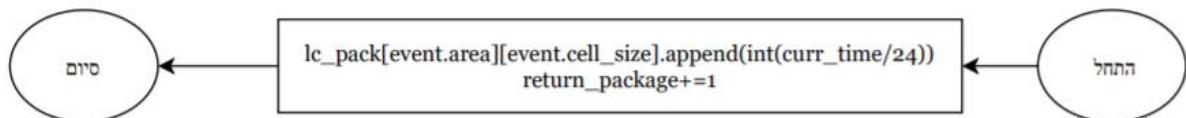
ביצוע איסוף חבילה



ביצוע סיום תקלה

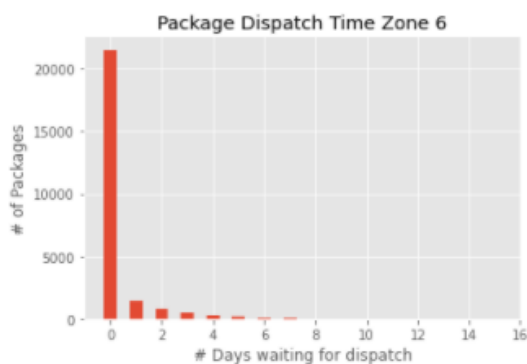
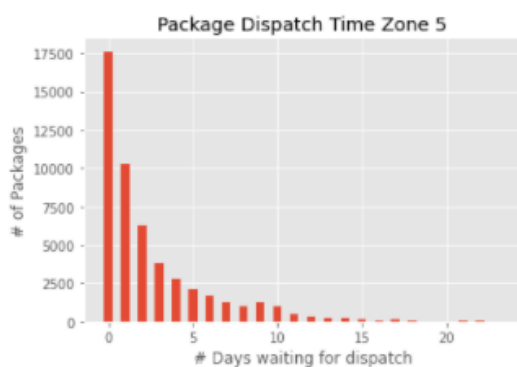
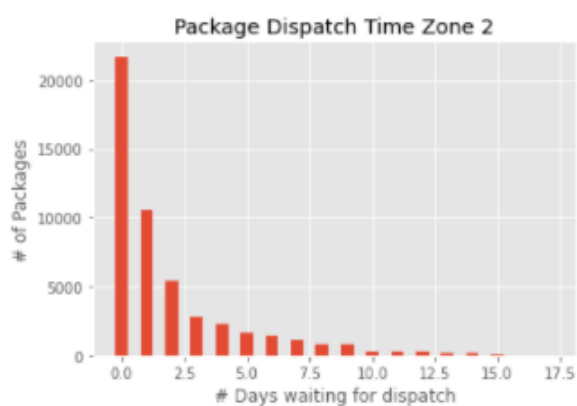
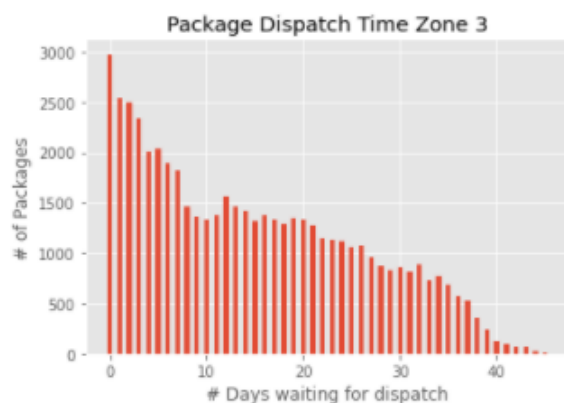
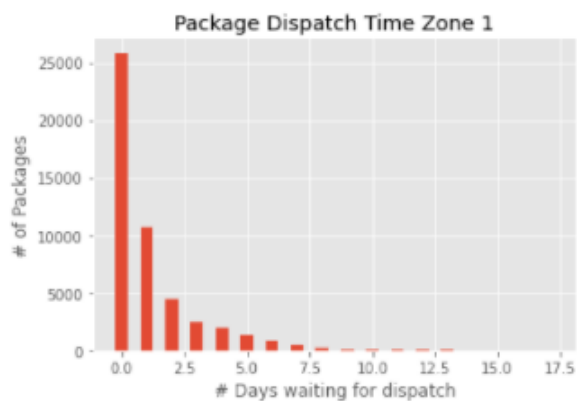


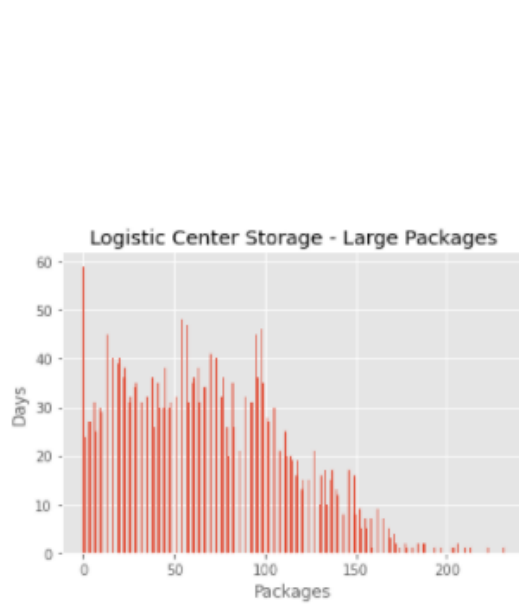
ביצוע החזרת חבילה



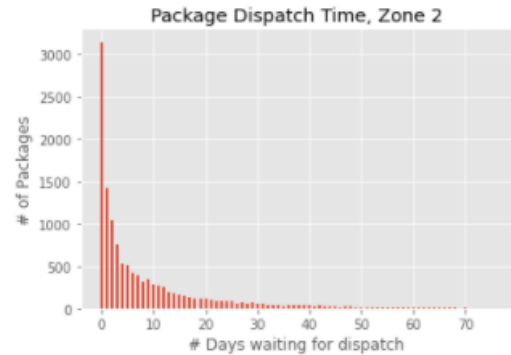
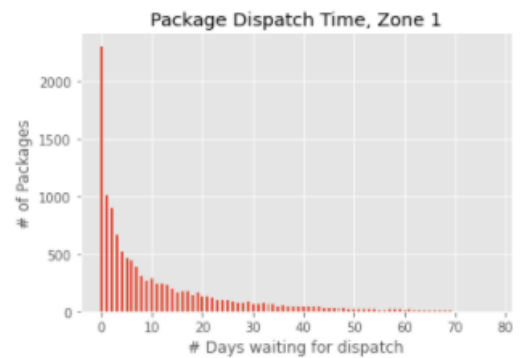
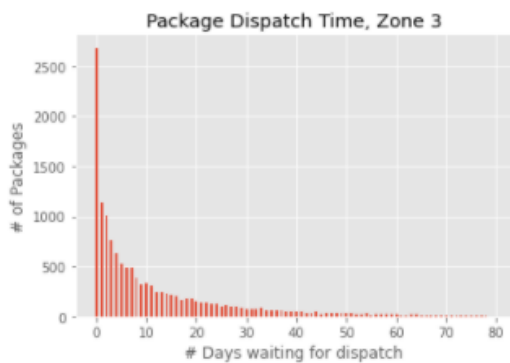
ניתוח מצב קיים

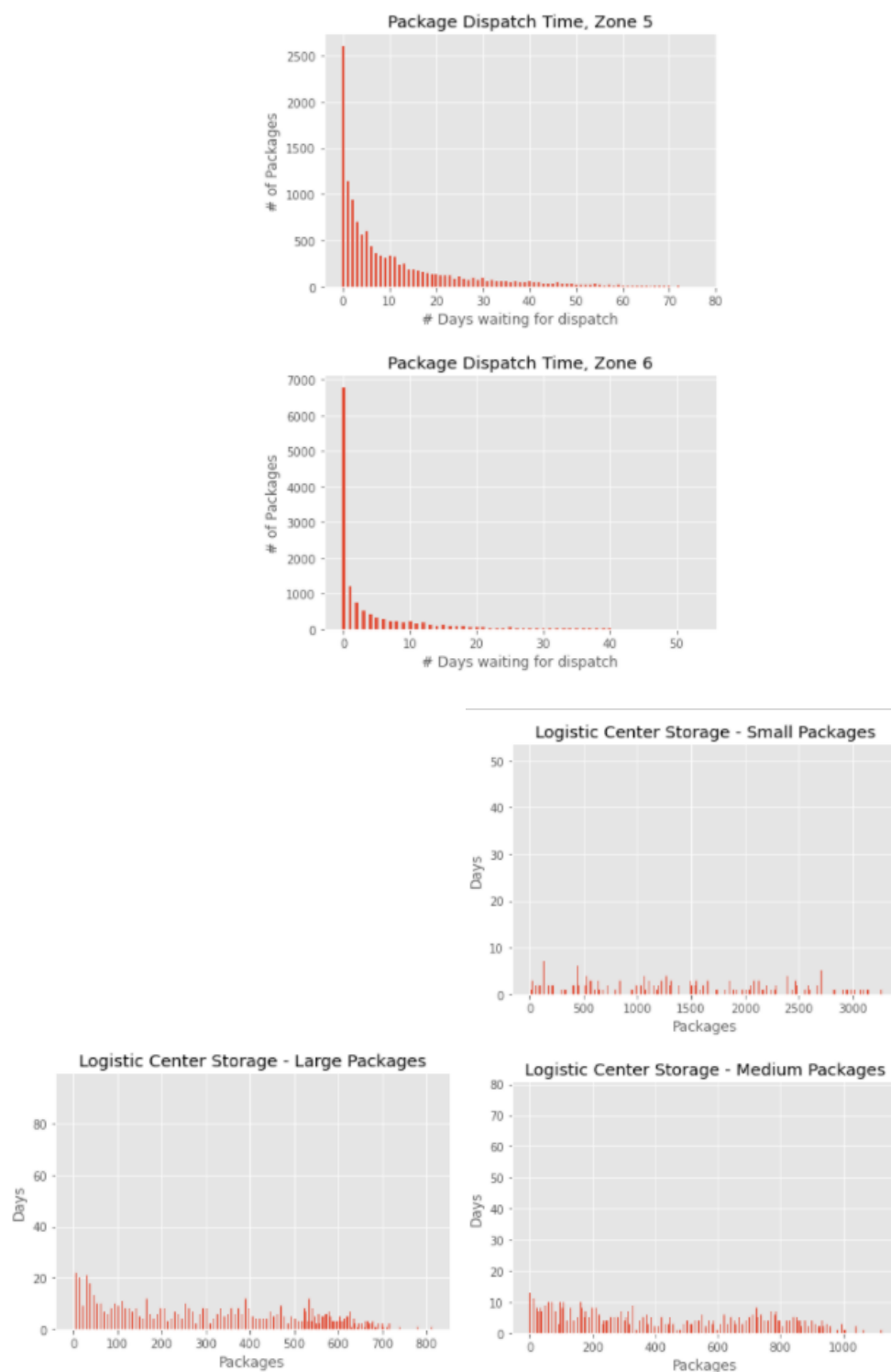
מדיניות א'





מדיניות ב'





4. סיכום

המדדים אשר אמדנו משקפים תמונת מצב הגיונית, ולכן נראה כי הלוגיקה אשר יישמנו עבור האירועים השונים המתרחשים במרכז החלוקה אכן נכונה:

- מספר ימי ההמתנה של חבילות במרכז הלוגיסטי מסודר בסדר יורד עבור כל איזורי החלוקה. קצב הגעת הלוקוחות לאיסוף החבילות הוא שווה בין כל האזורים, לכן קצב פינוי התאים לחבילות חדשות שווה בהתפלגותו ולכן יש היגיון בתוצאות אלה.

-
- עבור כל הגדלים של החבילות, נראה כי התפלגות מספר הימים בהם שהו החבילות היא בצורה אחידה, למעט כמויות גבוהות יחסית של חבילות.
 - תוצאות המדדים דומות עבור שתי מדיניות השירות (התפלגות דומה). זה הגיוני מאחר שלמרות שאנו מעניקים יותר אופציות חלוקה (השכנים בנוסף לאזור החלוקה המקורי) אנו במקביל חוסמים תאים לחבילות באזורים הבאים בתור.
- תוצאות מודל הסימולציה שניסחנו מבטאות תמונת מצב הגיונית ולגיטימית, ועל-פי הבדיקות שלנו ניתן יהיה להשתמש בו לצורך הבנה נכונה של התנהגות המערכת וקבלת החלטות רלוונטיות.
- ניתן לטייב את המודל באמצעות :
- המודל אינו מתחשב בחגים, חופשות וזמנים שבהם צפויה נוכחות פחותה/עודפת מהממוצע.
 - במדיניות חלוקה ב', אנו בודקים את השכנים של כל אזור לפי סדר מספרי. נכון יותר יהיה לבדוק את האזורים הפנויים יותר/האזורים אליהם מגיעות פחות חבילות.