

תורי אניות

בנמל חיפה

פרויקט בהנדסת תעשייה 2
(094196)

מנחה: פרופ' אבישי מנדלבאום

מגישים:

זהר אילן 128570406
נעם שלסקי 124609513
מוטי ארנון 12449255
ערן ברעם 127117241

אפריל 96

תודות

עבודה זו לא היתה יוצאת אל הפועל לולא עזרתם של אנשים רבים. תודתנו על כל השעות, על החומר הרב שקיבלנו ועל העידוד:

בראש ובראשונה לפרופ' אבישי מנדלבאום שלאורך השנה הדריך אותנו, הנחה אותנו, ושללא עזרתו לא היינו מצליחים לגבש דו"ח זה.

רשות הנמלים והרכבות

ד"ר אריה סחיש, סמנכ"ל רשות הנמלים והרכבות שברכתו לפרויקט איפשרה לנו את ביצועו.

נמל חיפה

איליק פיצ'ניק, ראש יחידת הערכות נמלית שתרים מזמנו, הדריך אותנו בנמל ונתן לנו חומר ספרותי רב. ד"ר משה נווה, סמנכ"ל תפעול שהקדיש לנו מזמנו והצביע על כיווני מחקר כדאיים. רחל פרי מן המרכז לתכנון ותאום תפעולי שתירמה רבות בשיחות ובגישה למסמכי הנמל.

חברת צים

רב-חובל איתן רפפורט, מנכ"ל דיזינגוף ויו"ר לשכת הספנות שעזר רבות בשיחות ובחומר. ד"ר יורם זבה, ראש מנהל תכנון ופיתוח, הנדסה ומערכות מידע שהקדיש מזמנו ועזר לנו בהכרת המערכת ובעיותיה. מר דוד שגיא מנהל אגף תכנון ופיתוח שתרים באיסוף הנתונים ואימותם. ד"ר דן נדלר תכנון ופיתוח (מנהל הספריה - מרכז מידע) שעזר באיסוף הנתונים. ד"ר בתיה ויינריב מתכנון משאבי אנוש שעזרה ביצירת הקשר.

מר אליהו סיוון, מהנדס תעשייה וניהול, חוכר אניות, שחוות דעתו וניסיונו בעבודה מול רשויות הנמל האירו את פרספקטיבת הלקוחות. גברת שירי סיוון, שעזרה ביצירת הקשר.

תוכן הענינים

4	1. תקציר מנהלים
6	2. הצגת הפרוייקט
13	3. סקירה בבליוגרפיה
16	4. הגורמים המשפיעים על תורי האניות בנמל
19	5. העבודה בנמל
27	6. ניתוח המצב הקיים - כללי
36	7. ניתוח המצב הקיים - אניות מכולה
44	8. בניית מודל אנליטי
52	9. מחקרי המשך
53	10. סיכום
55	11. בבליוגרפיה
56	12. נספחים

1. תקציר מנהלים

פרויקט זה עוסק בתורי אניות בנמל חיפה. מטרת הפרויקט הן אפיון שלבי השרות שעוברת אניה בנמל ובניית מודל אנליטי המייצג באופן כמותי את המצב הקיים במערכת שרות זו. מודל זה משמש לניתוח רמת השרות בנמל ומצביע על הצורך בשיפור.

בין השנים 1984 ו-1993 חל גידול של כ-60% בתנועת האניות בנמל חיפה (1472 ל-2341 אניות בשנה). תוכנית פיתוח הנמל (1995) חוזה המשך מגמה זו לתוך שנות ה-2000.

- עלות יום המתנה של אנייה היא כ-\$14,500 בממוצע ויכולה להגיע עד כ-\$70,000 באניות מכולה טרנס-אטלנטיות. (קיבולת של מעל 1000 מכולות 20 רגל).

- סך עלות ימי המתנת אניות ב-1994 הוערכה בכ-10 מליון דולר. תחזית הנמל לעלות ימי המתנה בשנת 2000 נעה בין 30 ל-50 מליון דולר, אם לא יחול שינוי בתשתית הנמל הקיימת.

- הסיבות להמתנת אוניות הן: חוסר משאבי נמל פנויים (נתב, רציפים, מנופים, כ"א, שטחי אחסון); בעיות בחיזוי ובהערכות להגעות אניות; המתנות מרצונם של מפעילי האניות; תקלות מכניות.

לצורך ביצוע הפרוייקט נותחו נתוני תנועת אניות בנמל בין החודשים ינואר עד אפריל 1995. הנתונים התקבלו הן מהנמל והן מצים והתגלתה התאמה בין המקורות.

שלבי מערכת השירות אופיינו כדלהלן (ממוצעים בשעות):

מרכיב (שעות)	כלל האוניות	אוניות מטען	אוניות מכולה
המתנה	17.98 (~30%)	19.23 (~30%)	13.92 (~30%)
ניתוב פנימה	0.55 (~1%)	0.57 (~1%)	0.51 (~1%)
שרות	40.31 (~67%)	42.68 (~67%)	30.93 (~66%)
המתנה לנתב	1.29 (~2%)	1.36 (~2%)	0.98 (~2%)
ניתוב החוצה	0.28 (~1%)	0.28 (~1%)	0.25 (~1%)
סה"כ	60.41	64.12	46.59

זמן ההמתנה לאניות המכולה (13.92 שעות) גדול יחסית למקובל בנמלים המובילים בעולם. לדוגמא, על פי נתוני צים, זמן המתנת אנית מכולה בנמל ברצלונה הוא 4.23 שעות בממוצע ובסינגפור 7.52 שעות בממוצע.

לנתוני אניות המכולה בוצע ניתוח מעמיק ואופיינו ההתפלגויות הבאות:

מרכיב (שעות)	ממוצע	סטיית תקן	שברון 0.9	התפלגות
המתנה	13.92 (~30%)	18.8	38.4	GAMMA(0.005,4.17)
ניתוב פנימה	0.51 (~1%)	0.26	0.83	GAMMA(1.56,0.39)
שרות	30.93 (~66%)	31.96	71.96	EXP(0.036)
המתנה לנתב	0.98 (~2%)	1.61	1.92	LOGNORMAL(0.04,0.07)
ניתוב החוצה	0.25 (~1%)	0.1	0.33	BETA(6.99,20.08)
סה"כ	46.59 (100%)			

- הנתונים הוצגו בפני אנשי צים והנמל והוערכו כמשקפים את הנתונים הקיימים בידיהם לתקופה זו.

- נבנו שני מודלים אנליטיים ראשוניים של מערכת שרות אניות המכולה. המודלים מניחים שלב שרות בודד. המודל הראשון מניח תהליך הגעה פואסוני ושרות אקספוננציאלי ($M / M / m / \infty$). המודל השני הוא עבור התפלגויות כלליות כלשהן ($G / G / m / \infty$).

- על פי תוצאות המודל הראשון, בהשוואה לרמת שרות נורמטיבית ($\rho + \sqrt{\rho}$) יחידות שרות, התקבל כי מערכת שרות אניות המכולה פועלת בכ- 16% מתחת למקובל.

- נבנה מודל סימולציה (SIMAN - ARENA) של מערכת שרות אניות המכולה, שכלל את שלבי השרות כפי שאופיינו. המודל התאים לניבוי המודל האנליטי הראשון ברמה של 98%, והעלה כי המערכת פועלת בחסר של 16.5% יחידות שרות.

- אילו פעלה המערכת ברמת השרות הנורמטיבית, היה משך ההמתנה הממוצע לאניית מכולה יורד בכ- 54% ל- 6.44 שעות. סך העלות הנובעת מהמתנת אניות המכולה היה מצטמצם באותו שיעור.

- הפרוייקט הנוכחי מבהיר את הצורך במחקרים נוספים לזיהוי המרכיבים הממשיים של יחידת השרת (ציוד, כ"א, ניתוב, וכו') שיובילו בצורה האפקטיבית ביותר לשיפור הנדרש ברמת השרות.

- במהלך הפרוייקט התברר כי אין תמימות דעים בין הגופים השונים הפועלים במערכת השרות, לגבי המצב הקיים. למשל: לפי רשות הנמלים, זמן המתנה ממוצע לאנית מכולה בנובמבר '94 הינו כ- 2.5 שעות. לפי צים זמן זה לתקופה שבין אפריל '95 לאפריל '96 עומד על 13.83 שעות, ולפי נתוני הפרוייקט זמן ההמתנה עומד על 13.92 שעות. מחשוב עמדת התצפית בה מתרכזים כל נתוני תנועת האניות, יוביל לשיפור בזרימת המידע ואמינותו, ויאפשר הצגה אמיתית של המצב הקיים.

2. הצגת הפרויקט

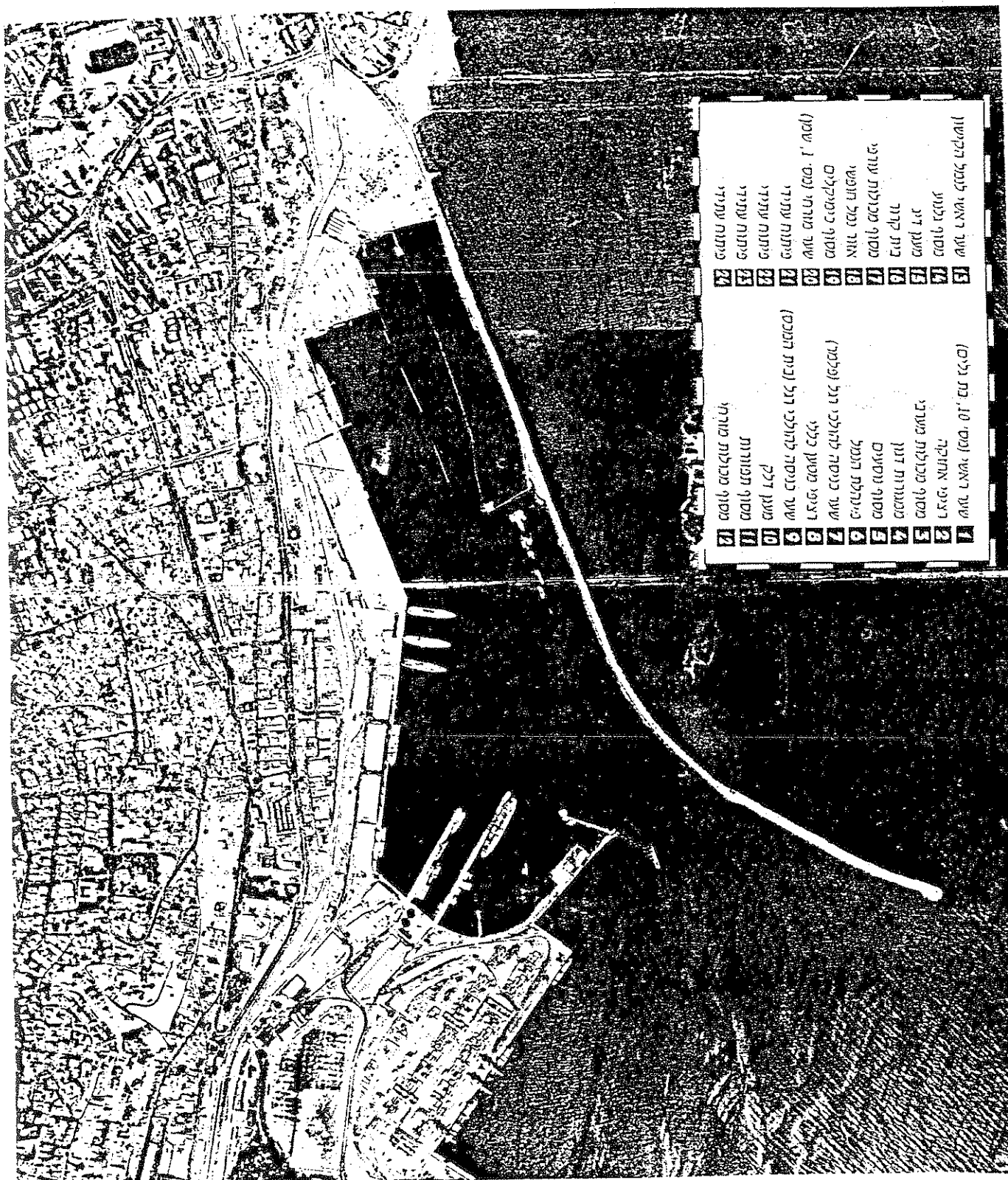
מסמך זה מהווה דו"ח לפרויקט "ניתוח תורי אניות בנמל חיפה". הפרויקט עוסק במערכת שירות - נמל חיפה. ע"י חקר ביצועים של מערכת השירות ניתן ללמוד על הבעיות המאפיינות אותה ולהמליץ על פתרונות אפשריים. נמל חיפה הוא מערכת מורכבת מאד המטפלת במטען רב ובסכומי כסף אדירים. ההמתנה עקב תורים בנמל, היא גורם מהותי בעלויות אניה. יום המתנה של אניה יכול להסתכם בהפסד של עשרות אלפי דולרים, המורכב בעיקרו מעלות אלטרנטיבית. בד"כ בעלי האניות משתכרים על-פי ההעברות שהם מבצעים מנמל לנמל, ללא תלות במספר הימים שפעולת ההעברה צורכת, כך שימי המתנה מיותרים מחוץ לשערי הנמל מונעים מבעל האניה לעסוק בפעילות העברה נוספת בזמן זה. משמעות ההמתנה עבורם היא הפסד אלטרנטיבי של עשרות אלפי דולרים, מעבר לעלות התפעול (משכורות לאנשי צוות, דלק, תחזוקה ועוד). מורכבותה של המערכת מקשה על איסוף נתונים אמניים וגורמת לעיתים לחוסר הסכמה בין הלקוחות לנותני השרות (למשל צים והנמל) על הנעשה בשטח. אחת ממטרות הפרויקט היא ליצור תמונה אובייקטיבית. בניגוד למשאבים האדירים המושקעים בנמל בצידוד ובתפעול, נראה כי המחקר האקדמי בתחום אינו נרחב ומפותח. בפרויקט זה נאפיין את מערכת השירות דרך "פרופיל שהיה של אניה", המוגדר כמסלול שאניה עוברת מרגע הגעתה ועד עזיבתה את הנמל. ע"י איסוף נתונים וניתוחם, נאפיין סטטיסטית את השלבים השונים במסלול השרות, ונלמד על דרך פעולתה של המערכת. כאמור, אפיון המצב הקיים הנו מטרה חשובה כשלעצמה. מטרות נוספות שנבקש להשיג בפרויקט: זיהוי מרכיבים בעייתיים, ניתוח הגורמים לכך והצעות לפיתרון, ולבסוף בנית מודל אנליטי ראשוני ושימוש בו לצורך ניתוח רגישות.

1. 2. נמל חיפה - נתונים כלליים

שטח נמל חיפה מקיף את אזור הנמל הראשי, המשתרע לאורך החוף הצפוני של העיר חיפה ואת אזור הקישון שמסביב לשפך נחל הקישון. אזור הקישון כולל, בנוסף לנמל המטענים עצמו, גם נמל דיג, מעגן ספורט, מספנה לתיקון ובניית אוניות, מסוף כימיקלים, מסוף עורפי להמכלה או לריקון של מכולות ולאכיסון וכן אזור לסחר חופשי.

(כיום הסתיימה בנייתו של רציף מכולות נוסף במזרח הנמל, באורך 300 מ').

אזור הנמל הראשי שוכן על חופו הדרומי של מפרץ חיפה. הנמל מוגן על-ידי שני שוברי גלים: שובר הגלים הראשי באורך 2,826 מטר בצפון מערב ושובר הגלים המשני באורך 765 מטר במזרח. רוחב תעלת הכניסה, בין שוברי הגלים הראשי והמשני, הוא 183 מטר ועומקה 13.8 מטר. בנמל הראשי יכולות לעגון אוניות עם שוקע מירבי של עד 13 מטר. אגן הנמל משתרע על פני 1,066,000 מ"ר והשטח היבשתי של אזור הנמל הראשי מתפרס על-פני כ- 1,000,000 מ"ר.



שם ראשי (נמל, כנ, גלם)	שם ראשי (נמל, כנ, גלם)
1 רציפי אחיזה	13 שם ראשי (נמל, כנ, גלם)
2 מסוף מבולות מערב	14 מסוף גלגלי
3 מספרות גז	15 מעון דג
4 מסוף נוסעים	16 בית קור
5 תחנת המל	17 מסוף מבולות ערבי
6 שם בניסה להולכי רגל (פלמ)	18 אזור נמל חופשי
7 רציפי משען כללי	19 מסוף כימיקלים
8 שם בניסה להולכי רגל (נמל המס)	20 (מס, נמל, חופשי)
9 מעון דלק	21 תחנת עתיד
10 מסוף תבואות	22 תחנת עתיד
11 שם בניסה להולכי רגל	23 שם בניסה להולכי רגל
12 מסוף מבולות מערב	24 תחנת עתיד

2.2. המבנה הארגוני של נמל חיפה

ניהול הנמל, אחזקתו, פיתוחו והפעלתו נתונים בידי רשות הנמלים והרכבות, תאגיד הנושא את עצמו ואשר נוסד על פי החלטת הכנסת. הרשות פועלת באמצעות מנהל נמל, הנעזר בתפקידו על ידי משנה לתיפעול ועל ידי סגן למינהל וכח אדם, 7 ראשי מחלקות וכן על ידי מנהל מסוף כימיקלים, ממונה על תנועת הנוסעים, ראש יחידת הערכות נמלית, יועץ משפטי וממונה על יחסי ציבור ודוברות.

אחד היעדים העיקריים של המשק הישראלי הוא לקיים סחר חוץ תקין ולהגדיל את יכולות היצוא. המערכת הנמלית היא אחת החוליות החיוניות במערכת השיווק, היבוא והיצוא של ישראל. למרות התקדמות תהליך השלום, קשרי המסחר היבשתי אינם טובים דיין ואינם מספקים את כל הצרכים. הקשר האווירי תופס חלק קטן מאוד מהמסחר, ולכן מהווים הנמלים את הקשר המסחרי העיקרי והגדול ביותר של ישראל עם שאר מדינות העולם, והם מהווים את שער הכניסה והיציאה לרוב מטעני היצוא והיבוא של מדינת ישראל.

3.2. היעדים העומדים בפני הנהלת הנמל:

- איפיון תהליך ההגעות של אוניות לנמל.
- הקמת מערכת דיווח תפעולי מקיפה לגבי כל הפעולות מבוצעות בנמל.
- טפול מהיר ויעיל בכל סוגי המטענים.
- הפעלת מערכת שרות ברמת עלויות ובאיכות שיענו על הביקוש הקיים.
- תכנון אסטרטגי ופיתוח פרויקטים נוספים שיענו על הצרכים העתידיים של המשק.
- הפחתת מספר העיתוקים של אניות ממגש למגש (SHIFTING).
- אלו היעדים ברמה האסטרטגית של הנהלת הנמל, ומהן נגזרים יעדים נוספים העוסקים ישירות בניהול הנמל:

- הגדלת ניצולת הציוד. (חוסר בציוד מקשה על טיפול שוטף, הגורם לתקלות רבות)
- יצירת מאגר כ"א מיומן שיענה על דרישות המערכת בצורה מיטבית.

4.2. פעילויות הנמל

הפעילויות רבות ומגוונות. להלן פעילויות הרלוונטיות לפרוייקט.

- שירותים ימיים:
- ניתוב פנימה, והחוצה. (ע"י נתב, וסירות גוררות)
- קשירה.
- פריקת מטענים וטעינתם.
- אחסנת מטענים.

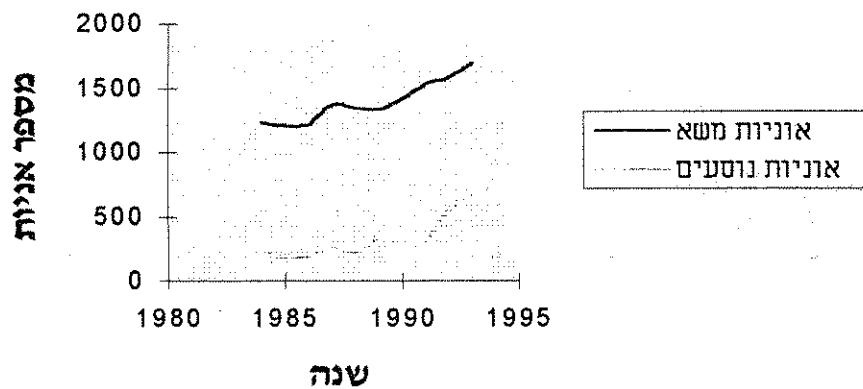


5. 2. נתונים סטטיסטיים (ע"פ הנהלת הנמל)

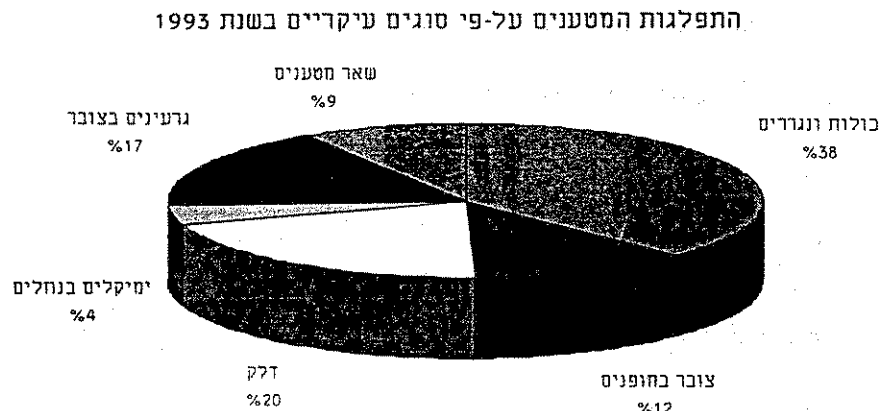
השנה	אניות משא	אחוזים	אניות נוסעים	אחוזים	סה"כ
1984	1234	84%	238	16%	1472
1985	1206	88%	171	12%	1377
1986	1219	86%	196	14%	1415
1987	1366	84%	259	16%	1625
1988	1343	86%	222	14%	1565
1989	1335	80%	333	20%	1668
1990	1411	83%	292	17%	1703
1991	1528	82%	329	18%	1857
1992	1573	74%	560	26%	2133
1993	1694	72%	647	28%	2341

טבלה 2.1 - תנועת האניות בנמל חיפה
להלן נתוני הטבלה בגרף:

תנועת אניות בנמל חיפה



גרף 2.1 - תנועת אניות בנמל חיפה



גרף 2.2 - התפלגות מטענים

6.2. שינוע מכולות

על הנמל לספק ללקוחותיו מסוף מכולות, שטחי איחסון, חניה והמתנה. מסוף המכולות בנמל חיפה כולל 2 רציפים: הרציף המזרחי והרציף המערבי. כאמור, רציף נוסף בשטח המזרחי נפתח זה עתה לשימוש. בבנין המינהלה של המסוף, הממוקם ברציף המזרחי, נמצאים משרדי המסוף ומשרדים של סוכני אנוני, סוכני מכס וחברות תובלה.

הרציף המזרחי

ממוקם במזרח הנמל הראשי. אורכו 650 מטר מהם 430 מטר לשינוע מכולות ו-220 מטר, לשינוע צובר. עומק מים: עד 12 מטר. הרציף המזרחי משתרע על פני שטח של כ-300 דונם ובו שטחי אחסנה לכ-12,000 מכולות (T.E.U.).
T.E.U - מידה המתייחסת למספרי מכולות כמכולות באורך 20 רגל. (מכולה באורך 40 רגל שווה ל-2 יחידות T.E.U.).

הרציף המערבי

ממוקם באזור הנמל הראשי. אורך: 400 מטר, עומק מים: עד 10.5 מטר. הרציף המערבי משתרע על שטח של כ-100 דונם ובו מבנים, חניונים, נתיבי נסיעה ושטחי איחסון לכ-2600 מכולות T.E.U.

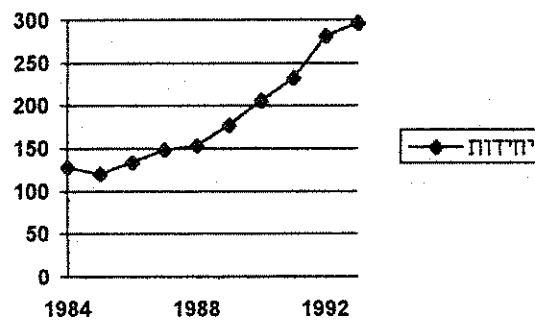
הרציף החדש

הארכה של הרציף המזרחי ב-300 מטר נוספים והגדלת שטח המסוף ב-30 דונם.

שנים	יחידות	T.E.U.
1984	128	163
1985	120	155
1986	134	172
1987	149	195
1988	153	201
1989	178	237
1990	206	277
1991	233	318
1992	282	385
1993	296	403

טבלה 2.2 - התפתחות תנועת המכולות והנגררים בנמל חיפה (באלפי יחידות)

להלן נתוני הטבלה בגרף:



גרף 2.3 - תנועת מכולות ונגררים (אלפי יחידות)

הנתונים התקבלו מהנהלת הנמל.

3. סקירה ביבליוגרפית

"A port is a microcosm of the overall transportation network. It has access systems on the land and water sides, which have channels, traffic lanes, intersections, and flow control and vehicle guidance systems ... like many other 'multichannel' bottlenecks, it can become crowded or unused depending on the traffic conditions."

Daganzo (1989)

על מנת למקם את הפרוייקט הנוכחי במסגרת המחקר הבינלאומי של נמלים ימיים ותורי אניות, הושקע מאמץ רב בשלבים הראשונים של הפרוייקט באיתור ואיסוף ביבליוגרפיה מתאימה. המקורות העיקריים ששימשו מטרה זו היו מכון וידרה לחקר הספנות באוניברסיטת חיפה, המכון לחקר התחבורה בטכניון, ומנחה הפרוייקט, פרופסור אבישי מנדלבאום, שסייע באיסוף מאמרים עדכניים ורלוונטיים שנושאים תאוריות מערכות תורים. בסך הכל נסקרו במהלך ביצוע הפרוייקט כעשרה מאמרים (ראה נספח: ביבליוגרפיה) המטפלים בחקר ביצועים של נמלים ימיים על ידי שימוש בתורות וטכניקות שונות:

1.3. סימולציות

החלק הארי (כ- 70%) מהפרסומים המדעיים בתחום חקר הביצועים של נמלים ימיים מתארים תוכניות סימולציה ממוחשבת ומעריכים את תוצאותיהן. ניתן להבדיל בפרסומים אלה בין עבודות אקדמיות לבין מחקרים תפוזים לנמלים שונים בעולם. דוגמא לסוג הראשון הינו מאמרם של (Soros and Zador, 1977), המציג סימולציה הקובעת את מספר, גודל וקיבולת הרציפים, הציוד ושטחי האחסון האופטימליים בנמל. לשם כך משתמשים החוקרים במודל המשלב תהליך הגעה פואסוני, זמן שרות אקספוננציאלי, תור יחיד ומשטר FIFO ללא נטישות. בעבודות האקדמיות הללו יש צורך להשתמש בסימולציות מכיוון שבניית מודל אנליטי מסובכת למדי. התוכניות מהסוג השני מפותחות לעיתים קרובות בעידודם ותמיכתם של הנמלים עצמם, והן עוסקות כמעט בכל תחומי הפעילות הנמלית, החל בתכנון, ניהול, ועד ניתוח ביצועי מדיניות תפעול. דוגמא לעבודה מסוג זה היא סימולצית מחשב בשפת SSS אשר פותחה על ידי פרופסור משה פולטשק, מהפקולטה להנדסת תעשייה וניהול בטכניון.

בשני סוגי עבודות הסימולציה שצוינו טמונים מכשולים המקשים על יכולת ההסקה ואימוץ התוצאות לטובת פרויקטים חדשים כגון הנוכחי. מצד אחד, כפי שניתן להתרשם מהדוגמא של (Soros and Zador), רובן הגדול של הסימולציות האקדמיות נשענות על מודלים פשוטים ואידאליים מדי של תהליכי השרות בנמל. כפי שיצויין בהמשך, למשל, משטר הכניסה לשרות בנמל חיפה מתבסס על תור תפעולי המושפע משיקולים כלכליים/פוליטיים/בטחוניים ובפועל סדר כניסת אניות שרות רחוק

מלהיות FIFO. ברור שנסיון לתאר את המשטר המונהג בנמל בחיפה על ידי המודל של Soros and Zador לא יהיה מדויק. מצד שני, עבודות כגון זו של Zografos and Martinez (1990) (נמלים באקוודור), "תפורות" בפרטי פרטים על נתונים האופייניים לנמלים אשר בהקשרם בוצעו המחקרים. בתפועל נמל ימי מעורבים אלפי תהליכים ומרכיבים התלויים במשאבי הנמל, כך שבכל נמל מתבצעים תהליכים אלה באופנים מורכבים ושונים. זמני השרות בתתי המערכות הרבות בנמל, כפי שמוצאים Kiesling and Walton (1988), אינם בהכרח אקספוננציאלים; מדיניות התור משתנות מנמל לנמל בהשפעת גורמים פיזיים, טכנולוגיים ופוליטיים. כפי שלא ניתן היה לאמץ את הנחת משטר ה FIFO לתאור מדיניות הכניסה לשרות בנמל חיפה מכיוון שמשטר זה הינו "כללי" מדי, כך גם לא מתאימות ההנחות שבלב המודל האקוודוריאני למקרה החיפאי מכיוון שאלה "ספציפיות" מדי (באקוודור פועלים ארבעה נמלים ברשת, והאוניות מוכוונות עוד מהים לנמלים השונים על מנת לאזן עומסים ותפוקות בין הנמלים). ה "שטחיות" במודלים האקדמיים והדגש על תקפות פנימית במודלים "תפורים" הופכים לקשה, אם לא בלתי אפשרי, להשתמש בתוצאות של סימולציות מפרסומים קיימים להעשרת המחקר הנוכחי.

2.3. בעיות שיבוץ

מבין הבעיות בהן עוסקת ספרות חקר ביצועי הנמלים הימיים, בעיות השיבוץ הן הנפוצות בקרב אלה הזוכות בטיפול אנליטי. בעיות שזכו לתשומת לב מיוחדת הן בעית שיבוץ האוניות לרציפים (Ship-Berth Problem), ניתוב תנועת אוניות בתוך מערכת נמלים (Port System Demand Reallocation), ובעית שיבוץ עגורנים לאוניות (Crane Scheduling Problem). עבור האחרונה, לדוגמא, מציע Daganzo (1989) פתרון דומה לזה של שיבוץ משימות על מכונות זהות במקביל (Openshop parallel machine scheduling), כאשר תכולת כל תא אחסון (hold) באוניה מהווה משימה והעגורנים הינם המכונות. דוגמא נוספת היא שימוש בגרסאות שונות של תכנות מעורב בשלמים (mixed integer programming) לפתרון בעית מערכת הנמלים. תרומתם הישירה של הפרסומים התוקפים את בעיות התפעול הנמלי בכלים של תורת השיבוץ לנושא החקר הנוכחי איננה ניכרת. יחד עם זאת, תוצאותיהם של מרבית המאמרים שנסקרו, בעיקר אלה העוסקים ברציפי המכולות, הינן כלליות דיין וניתנות ליישום בנמל חיפה.

3.3. מודלים אנליטיים של תורים

בין המאמרים שנסקרו נמצאו בודדים המתמודדים עם בעיות אופייניות לנמלים ימיים על ידי מודלים אנליטיים של תורים. חלקם, Imakita, 1960 ; Fratar, 1978) מאמצים לשם כך מודלי תורים פשוטים (M/M/m, FIFO) הסובלים מיכולת יישום והכללה מוגבלת לאור תהליכי ההגעה ומדיניות השירות המורכבים

הנצפים במרבית הנמלים. מאמרים אחרים (Sabria 1986 ; Newell 1982) מציעים הרחבות לתורת התורים הסטנדרטית על מנת להגביר את התאמתה לתהליכי הנמל. Sabria and Daganzo (1989), לדוגמא, מפתחים ביטויים אנליטיים מקורבים לזמן ההמתנה בתור וזמן השהייה הכולל בנמל בו אנויות מגיעות תוך סטיות מלוח הזמנים, אך משוררות בהתאם לתכנון המקורי. דוגמא זו ודומותיה משקפות את הקושי והמחסור בביטויים אנליטיים לתאור כנה של תפקוד נמל. ההנחות שעליהן מבוססים קירוביהם של Sabria and Daganzo אינן מתקיימות בהכרח בנמלים בכלל, ובנמל חיפה בפרט. מעבר לכך, האילוצים הרבים המאפיינים כל אחד מתהליכי השרות בתתי-המערכות של הנמל מסבירים את העובדה שלרבים מהם (לדוגמא, שיבוץ אנויות לעגורנים) טרם פותח כל פתרון המבוסס על מודל אנליטי של תורים.

התמונה המסתמנת מסקר הספרות שנערך לצורך פרויקט תורי האנויות בנמל חיפה מחזקת, אם כן, את הצורך בפיתוח מודלים אנליטיים במידת האפשר או סימולציה במידת הצורך.

4. הגורמים המשפיעים על תורי אניות

המערכת הכוללת את הנמל הנה מערכת מורכבת מאד הבנויה מגורמי השפעה רבים: משרד התחבורה, רשות הנמלים והרכבות, נמל חיפה (שירותי ניתוב, ציוד, כ"א, רציפים, תכנון), חברות הספנות (סוכני האניות), אגוד המשתמשים. כל גורם משפיע או יכול להשפיע על תורי האניות במידה זו או אחרת. להלן סקירה של הגורמים הללו וצורת השפעתם:

1. 4. משרד התחבורה

המשרד האחראי מטעם הממשלה על רשות הנמלים והרכבות. בסמכותו לאכוף את החלטות הממשלה בנושאי תחבורה.

2. 4. רשות הנמלים והרכבות

הגדרה- תאגיד הנושא את עצמו ואשר נוסד ע"פ החלטת הכנסת. הרשות אחראית על הניהול והתפעול של כל נמלי ישראל. בניגוד לנהוג במדינות שונות, בהן מתפקד כל נמל כיישות עצמאית (פרטית או ציבורית, לעיתים כפוף לעירייה) מאוגדים שלשת נמלי ישראל תחת הרשות. רשות הנמלים והרכבות מתווה את המדיניות הניהולית עבור הנמלים, הכוללת תעריפי שימוש בשרותים השונים, סדר הכניסה לנמל (תור תפעולי - שלו השלכות כלכליות כבדות), וכד'. השפעתה של הרשות על הוצרות תורי האניות מתבטאת באופן ישיר דרך התור התפעולי (ראה נספח 1). תור תפעולי- מערכת הנחיות המגדירה עדיפות לכניסה לנמל של אניות מסוגים שונים ע"פ מועד הגעתן, וסוג מטען.

3. 4. נמל חיפה

הגורם העיקרי המשפיע על הוצרות תורי האניות. המרכיבים הבאים בפעילות הנמל הם המשפיעים ישירות על הוצרות התורים.

1. 3. 4. שירותי ניתוב

כמקובל ברוב נמלי העולם, כל תנועות האניות בתחום נמל חיפה מנותבות על ידי רב-חובל המוכשר ומועסק לצורך זה על ידי הנמל. תנועת האניות כתוצאה מכך תלויה באופן ישיר בזמינות הנתבים ובצורת עבודתם.

2. 3. 4. ציוד

לפריקת וטעינת המטענים ולשינועם יש צורך בציוד רב ומגוון. הציוד הכבד שנמצא בנמל חיפה כולל עגורני גשר המשמשים לפריקת וטעינת מכולות מן האניות, עגורני שער המשמשים להעמסת מכולות ולפריקתן מערוגות האחסון, מנופי קוקס (מנופי זרוע חדישים המסוגלים לטפל בסוגי מטענים רבים, ובהתאמה קטנה גם בפריקת מכולות) ואחרים המשמשים לפריקת סוגי מטענים נוספים. הציוד הקל יותר כולל בין היתר מלגזות, משאיות שינוע, מנופים קלים, רכבים יעודיים למחלקות השונות ועוד.

כמות הציוד ושמישותו (ניצולת הציוד) משפיעים ישירות על זמן השרות לאניות, מדד המשפיע על היקף התורים.

3. 3. 4. כח-אדם

מרכיב זה מכיל גורמים רבים: מס' עובדים, מדיניות גיוס, מדיניות ציוות, תפוסת משמרות, שיטת תגמול, ועוד. בין הגורמים היחודיים לנמל ניתן למנות מספר גורמים כפי שעלו בשיחה עם רחל פרי ממרכז תכנון ותאום תפעולי.

- הסכמי הנמל עם ועדי העובדים בנושאי מדיניות גיוס עובדים. המועסקים צריכים להיות בני משפחות עובדי נמל או מועסקים באישור הוועד.

- ציוות כח האדם למשמרות נעשה על פי מפתח קבוע המכתיב את גודל הצוות בהתבסס על סוג מטען, סוג ציוד וסוג אניה. המפתח נקבע בהסכם בין הוועד להנהלה.

- צוות שסיים את עבודתו לפני תום המשמרת ואין אניה עם מפרט זהה בהתאם למפתח משוחרר מעבודתו.

- מדיניות העסקת מספרי צוותים במהלך היממה: 100% במשמרת ראשונה 00:00-6:00 ; 80% משמרת שניה 00:00-22:00 ; 14:00-22:00 ; 20% בלבד במשמרת שלישית 00:00-22:00-6:00 בבוקר למחרת. אלו רק חלק מהפרמטרים ולכל אלו השפעה משמעותית על זמני השרות.

4. 3. 4. רציפים ושטחי אחסון

מס' האניות היכולות להמצא בו-זמנית בנמל הוא פונקציה של אורך הרציפים בנמל, אחוז הניצול שלהם (צוות נכון של אניות לרציפים), וניידות הציוד.

שטחי אחסון שאינם זמינים או לא במיקום אופטימלי יקטינו את היקף פעילות ויעילות הנמל ולכן הם גורם חשוב ומרכזי, המשפיע על זמני השרות. בשיחה עם ראש יחידת הערכות נמלית עלו מספר נקודות מענינות:

כיום רציפי המכולות מפוצלים לשניים (מזרחי ומערבי), דבר היוצר צורך של העברת מכולות מצד אחד של הנמל לצדו השני.

עקב מחסור בשטחי עורף מתקיים מו"מ עם חברת החשמל לפנות את השטחים שבבעלותה הקרובים לנמל.

5. 3. 4. תכנון וארגון

יעילות הקצאת המשאבים תלויה ביכולת הנמל לחזות הגעת אוניות, להערך בהתאם, ולתאם בין מרכיביו השונים. תאום זה כולל תכנון מדוקדק של שיבוץ אניות לרציפים, צוותי עבודה, וציוד שישולבו. תכנון על כן מהווה גורם משפיע על זמני השרות.

4.4. חברות הספנות (סוכני האניות)

סוכני האניות הן נציגי חברות הספנות בפני הנמל והם המטפלים בכל צרכי האניות בהגיעם לנמל. סוכני האניות הנם המקור הבלעדי של הנמל למידע כלשהו הקשור באניות ובמשא שהן מייבאות או מייצאות. אופק התכנון והדיווח של חברות הספנות (ע"י הסוכנים) משפיע על יכולתו של הנמל להיערך לשרות האוניות. משיחות עם אנשי צים (ד"ר זבה) והנמל (רחל פרי) עולה כי החיזוי הנו קשה מאד עקב הגורמים הבאים:

1. כל בעיה בנמל קודם יכולה להשפיע על האניות בעיכוב, החל בהקדמה (אם מוותרים על הנמל הקודם), וכלה באי מופע.
2. קיימת, תופעה שאוניות שסיימו את פקידתן בנמל קרוב אחר מזדמנות לחיפה, כדי לקחת מטען מזדמן.
3. סוכני האניות, לא נוטים למסור מידע על הגעת אניותיהן (למעט המידע שהם מחויבים למסור לנמל) כדי שמתחריהם לא יקדימו אותם, באם הספינות מתוכננות להגיע באותו זמן לערך.

4.5. אגוד המשתמשים

היבואנים והיצואנים (פרטיים או ציבוריים) המשתמשים בשירותי חברות הספנות והנמל משפיעים על דרך, כמות ועיתוי המשלוחים.

5. העבודה בנמל

בפרק זה נתאר את צורת העבודה של המחלקות העוסקות ישירות באניות, ונפרט נתונים על פעולות שונות בנמל. נסקור תחילה את מחלקות הנמל, לאחר מכן את צורת העבודה המקובלת בנמל בין סוכני האניות, המרכז לתכנון ותאום תפעולי, והמחלקות השונות. נתאר את תהליך השהיה של אניה במערכת השירות, ונציג נתוני נמל על פעילויות השרות.

1. 5. מחלקות הנמל

הנמל מורכב ממחלקות שונות העוסקות במגוון הפעילויות. מחלקות הנמל הרלוונטיות לפרויקט הן מחלקת הים, מחלקת תפעול, מחלקת מכולות, מרכז לתכנון ותאום תפעולי.

1. 1. 5. מחלקת ים

המחלקה מספקת שרותי ניתוב גרירה וקשירה. הנתב - בתפקיד זה משמשים קברניטים ותיקים המכירים את הנמל בצורה טובה. הנתבים אחראים על הכנסת והוצאת האניה. דרך העבודה: הנתב עולה על האניה המגיעה בפתח הנמל ובעזרת הקברניט של האניה מכוון את כניסתה. הנתב נעזר במנועי האניה ובגוררות במידת הצורך. הגוררת: סירה בעלת כח רב המשמשת לדחיפת האניה או למשיכתה לצורך סיבוב בנמל. אנשי הגוררת מקבלים את הוראותיהם מן הנתב. קושרי חבלים: אחראים על קשירת/שחרור האניה לרציף ע"י חבלים הנזרקים מן האניה. משאבים הנדרשים להכנסת אניה אחת: נתב אחד, סירת נתב, אחת או שתי גוררות, ולעיתים סירה נוספת.

2. 1. 5. מחלקת תפעול

המחלקה מבצעת עבודות פריקה וטעינה של אוניות, קבלת מטענים, אחסון ומסירתם. כן מטפלת המחלקה באוניות נוסעים.

3. 1. 5. מחלקת מכולות

המחלקה מבצעת עבודות פריקה וטעינה של מכולות, ריקון והמכלת מכולות, אחסון ומסירתן.

4. 1. 5. מרכז לתכנון ותאום תפעולי

מקבל נתונים מסוכני האניות ומהתצפית ומרכז את שיבוץ העבודה, שיבוץ האניות לרציפים וחלוקת המשאבים לפי זמן וכמות.

2. 5. תהליך העבודה

מדי שבוע ביום שלישי מעבירים סוכני האניות למרכז התכנון ותאום תפעולי צפי של עד עשרה ימים הכולל את מועד הגעתן של האניות. (ע"פ דבריה של רחל פרי, בנמל לא נעשה בנתונים אלו שימוש לצורך תכנון).

מדי בוקר מועברים נתונים על ידי סוכני האניות לגבי הצפוי ביממה הקרובה. הנתונים מועברים עד השעה 10:00. נאספים נתונים מידי מחלקת ים על אניות שהגיעו לנמל (בפתחו), נאספים נתונים על הנעשה בפועל ברציפים (מיקום אניות, מנופים). הנתונים מרוכזים והאניות המגיעות ממוינות ע"פ תאריכי הגעה ובהתאם לתור התפעולי.

לאחר איסוף כל נתוני הבוקר מתחיל תהליך השיבוץ הכולל את פעילות הנמל לשלש המשמרות הבאות : משמרת ב', משמרת ג', משמרת א' של יום המחרת. השיבוץ מועבר לדיון בוקר תפעולי המתקיים אצל סגן מנהל הנמל לתפעול בהשתתפות ראשי מחלקות וענפים. בדיון מוצגים סידורי העבודה למשמרת א' (שבעבודה) ומסוכמים סידורי העבודה למשמרות שתוכננו. בשעה 12:00 מתקיים ה"מיטינג" בו מעדכנים את בעלי התפקידים בנמל ואת סוכני האניות בפרטים הרלוונטיים. שינויים שסוטים מן התכנון במהלך המשמרות מתואמים בין הסוכנים למחלקת תפעול ובמידת הצורך (אניה שלא סיימו לעבוד עליה במשמרת הצפויה למשל) מתקשרים מנהלי העבודה לאחראים לקבל הוראות מעודכנות.

שיבוץ האניות הממתינות מתבצע לפי הקריטריונים הבאים :

- התור התפעולי. (ראהנספח 1)

- סוג האניה וגודלה.

- סוג הציד הנדרש למטען שמישותו וזמינותו.

- רציפים פנויים ומתאימים.

- מצב המחסנים, מיקומם ויעודם.

כ"א משובץ ע"פ מפתח שהוסכם עם הועד, הקובע את מספר האנשים לכל צוות כתלות במטען האניה ובציד המופעל.

3. 5. התהליך שעוברת אניה בהגיעה לנמל

שהיית האניה במערכת השרות מורכבת ממספר שלבים. הסעיפים הבאים מתארים שלבים אלו (פעולות קדם, הגעת האניה, המתנת האניה בפתח הנמל, הכנסת האניה לנמל וקשירתה לרציף, עגינת האניה, המתנה להתחלת העבודה על האניה, עבודה על האניה, המתנת האניה ליציאה מהנמל, הוצאת האניה מן הנמל)

1. 3. 5. פעולות קדם

דיווח לנמל ע"י סוכן האניה על צפי הגעת האניה (יום ושעה) ועל המטען שהיא נושאת (סוג, כמות, סידורו). דיווח ארוך טווח עד כ- 10 ימים, דיווח מידי כ- 24 שעות לפני.

2. 3. 5. הגעת האניה

דיווח האניה לרשויות הנמל (דרך התצפית) על הגעתה לפתח הנמל.

3. 3. 5. המתנת האניה בפתח הנמל

זמן המתנה תלוי ברציפים פנויים לסוג מטען האניה, התור התפעולי הקובע את העדיפות בין סוגי אניות שונים, עומס על מחלקת ים (נתב וגוררות) המכניסים ומוציאים אניות אחרות מן הנמל או מעבירים אניות בין הרציפים השונים (SHIFTING).

3. 3. 4. הכנסת האניה לנמל וקשירתה לרציף

זמן התלוי בגודל האניה, בנתב ובצפיפות האניות בנמל. (זמן חניה)

עגינת האניה (berth) מוגדרת מנקודת זמן זו ועד הוצאת האניה מן הנמל.

3. 3. 5. המתנה עד לתחילת העבודה על האניה

הזמן תלוי בציוות העובדים לאניה (כמות וזמן התחלה), ציוד תקין פנוי, הסדרת המסמכים ע"י הסוכן, צוות האניה, והנמל (הפעולות הדרושות, מיקום המשא, פריקה, העמסה). מחוסר נתונים התברר בשיחות עם גורמים שונים כמו סוכני אניות, עובדי נמל, וראש יחידת הערכות נמלית כי זמן זה הוא זניח, וכי צוות הפועלים מתחיל לעבוד מיד כשהאניה עוגנת.

3. 3. 6. עבודה על האניה

זמן התלוי בפעולות הנדרשות (העמסה, פריקה, סוג המשא, כמות המשא), בעובדי הנמל (כמות, תפוקה, זמן עבודה), ציוד (איכות, כמות).

3. 3. 7. המתנת האניה ליציאה מהנמל

זמן התלוי בצוות האניה (אם מוחלט להאריך שהות האניה ברציף מעבר לזמן הנדרש לצורך חופשת חוף או טיפול), בזמן דיווח הסוכן למחלקת ים, בזמן התגובה של מחלקת ים.

3. 3. 8. הוצאת האניה מן הנמל

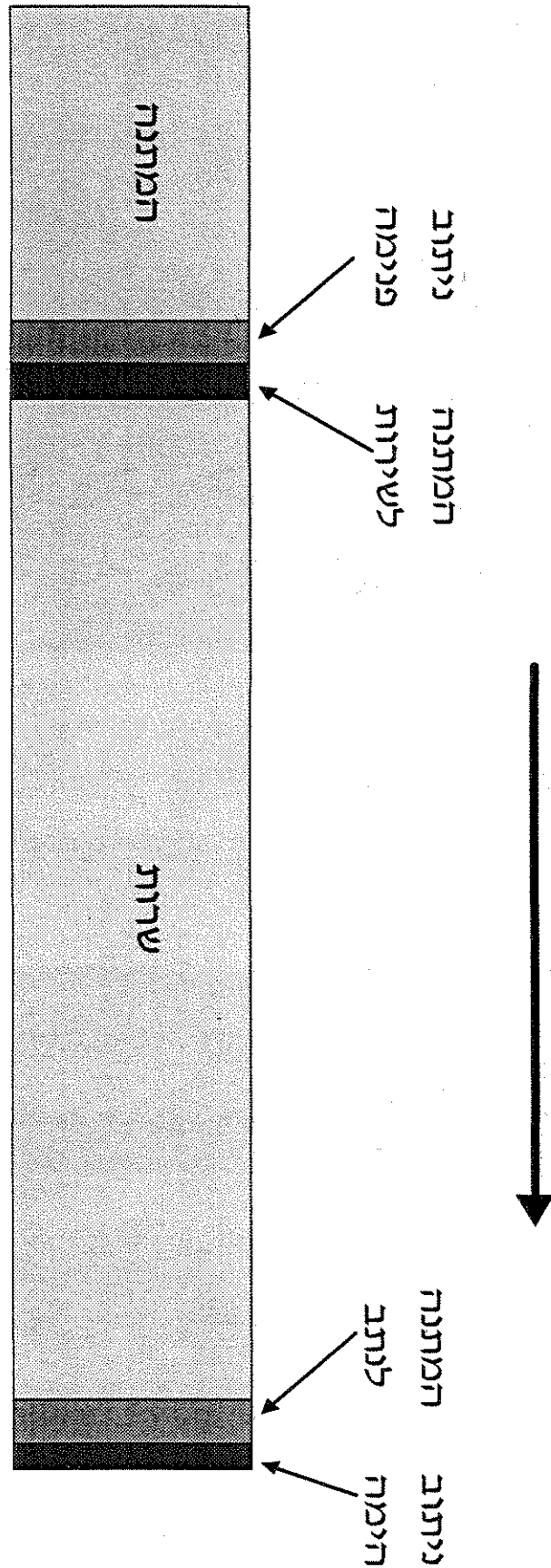
זמן התלוי בגודל האניה, בנתב ובצפיפות האניות בנמל. (זמן יציאה מחניה)

3. 3. 9. (אופציונלי) זמן מעבר מרציף לרציף (shifting)

לעיתים יש צורך להעביר אניה מרציף בו היא היתה קשורה לרציף אחר בנמל מהסיבות הבאות: סוג מטען שניתן לפורקו או להעמיסו רק במקום אחר, שיבוץ אופטימלי של אניות ברציפים השונים. הזמן כולל את המתנת האניה לנתב, ניתוב בתוך הנמל, קשירת האניה ברציף החדש והמתנה לתחילת עבודה.

בעמוד שלהלן מתואר תרשים גנט סכמטי של פרופיל השהיה בנמל של אניה.

פרופיל שהיה של אניית מכולה



תרשים 5.1 - פרופיל שהיה של אניה (סכמטי)

4. 5. נתונים כמותיים

להלן סכום נתונים מדויק של רשות הנמלים והרכבות (ראה נספח 3) ומטיוטת תוכנית פיתוח נמל חיפה (95). הנתונים, מייצגים את המצב בהתאם להערכת וצפי רשות הנמלים והרכבות. בהמשך העבודה נשווה בין הנתונים הנובעים ממחקרנו לבין נתוני הרשות.

1. 4. 5. המתנות

ע"פ דו"ח של רשות הנמלים והרכבות (ראה נספח 3), משך המתנה ממוצע לאניית מכולות בנוב' 94 הנו 0.1 ימים (כשעתיים וחצי לערך!), וזמן זה מגיע עד 5 - 0.3 ימים (7 שעות) באניות תפזורת. נתונים אלו אינם תואמים לממצאים שהועלו במחקרנו. יתר על כן משיחות עם ראש יחידת הערכות נמלית עולה כי הנתונים שקיבלנו בחקר מוערכים כסבירים. הנתונים הבאים התקבלו: לא התגלתה עונתיות בתנועת אניות (למעט אניות נוסעים), בתחום אניות המכולות קיימת יציבות לאורך השנה עם מגמה לעליה בכמות ההגעות לאורך השנים.

2. 4. 5. רמת שירות

יעדי רמת השירות של רשות הנמלים והרכבות, ע"פ "טיוטת תוכנית פיתוח נמל חיפה" הם כדלהלן:
מסופי מכולות:
ניצולת רציפים 50%.
משך המתנה ממוצע לאניה עד 1 שעה.

מסופי מטען כללי ותפזורת בחופנים:
ניצולת רציפים 70%.
משך המתנה ממוצע לאניה עד 1 שעה.

עבודה במשמרת ג':
במסוף המכולות ובאניות צובר גדולות.

תחזוקת רציפים:
מנגש אחד בתחזוקה במשך כל השנה.

הקצאת מנופים:
ע"פ הנדרש תפעולית לכל אניה.

במסגרת תוכנית פיתוח נמל חיפה (טיוטא מרץ 95) הוכנה תוכנית סימולציה שבחנה את רמת השירות לאניות, וזאת כתלות בתחזית המטענים והקצאת רציפים לאניות. להלן הנתונים שהתקבלו כתחזית לשנת 2000 כאשר מצב הרציפים נשאר זהה. המצב המתואר כזה הנו מצב תכנון שרובו הסתיים וכולל הארכת רציף המכולות המזרחי ב - 300 מטר (בוצע - סה"כ אורך נוכחי 900 מטר), הוספת מנוף גשר (בוצע -

סה"כ 5 מנופים פועלים), הוספת ארבעה מנופי שער ופתיחת ערוגת מכולות נוספת. (בוצע בחלקו- התווסף מנוף שער אחד. נמצאים 7 מנופים תקינים).

התחזית הסבירה:

גידול של 45% בכמות המכולות לעומת 1993 (296,000 לעומת 432,000). צמצום של 7% בכמות המטען הכללי ותפזורות (2.43 מליון טון לעומת 2.28 מליון טון)

התחזית המקסימלית:

גידול של 121% בכמות המכולות לעומת 1993 (656 אלף מכולות צפויות) גידול של 33% בכמות המטען הכללי ותפזורות (3.25 מליון טון צפויות)

3. 4. 5. תוצאות הסימולציה

הנתונים שהתקבלו	תחזית מטענים סבירה	תחזית מטענים מקסימלית
משך המתנה ממוצע לאניות מכולה (שעות)	2.9	12.1
ניצולת רציפי מכולות (%)	64	89
משך המתנה ממוצע לאניות מטען כללי וצובר בחופנים (שעות)	1.5	11.9
ניצולת רציפי מטען כללי וצובר (%)	56	83
עלות שהיית אניות שנתית בגין המתנה (אלפי דולרים)	31,093	56,851

טבלה 5.1 - תוצאות סימולציה (מתוך טיוטת תוכנית פיתוח נמל חיפה מרץ 95)

5. נתונים על פעילויות פריקה והעמסת אניית מכולה

אניות מכולה הן הפשוטות ביותר לכימות עקב האופי הבריד של המטענים וצורת העבודה הקבועה. מנופי גשר, ומנופי שער שניתן למדוד להם תפוקות בדרך פשוטה יחסית.

הנמל מבצע מדי תקופה, חקר ביצועים, על מנת להפיק לקחים ולשפר את צורת העבודה. הנתונים שיוצגו מתארים חקר אחד. ואינם ממוצעים, אך ניתן לקבל מושג על סדר הגודל של הנתונים (ע"פ כותבי הדו"ח).

הנתונים הם מתוך דו"ח טעינת מכולות לייצוא - אניית צים קנדה 9/94. החקר בוצע על אנייה זו בלבד. "צים קנדה" הנה אניית מכולה השייכת לצים והקו שלה כולל את צפון אמריקה.

מנופי גשר - המנופים המעמיסים ופורקים את המכולות מן האניות.

מנופי שער - המנופים המעמיסים ופורקים את המכולות מערוגות האחסון בנמל.

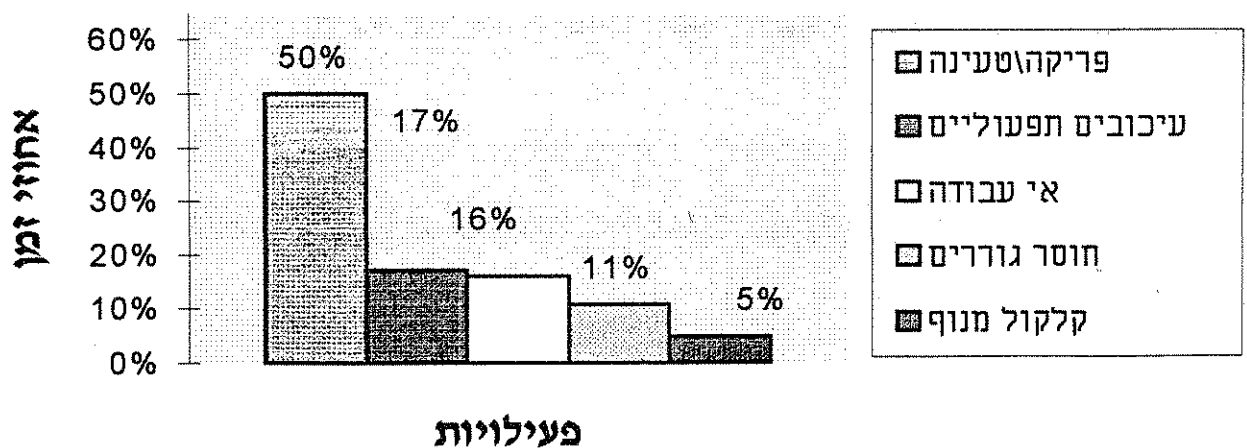
קצב נטו מוגדר כמספר המכולות שנפרקו בזמן עבודה ישיר לשעה. קצב ברוטו מוגדר כמספר המכולות שנפרקו בזמן העבודה הכולל לשעה.

קצב ממוצע	מנופי גשר	מנופי שער
מכולות לשעה - נטו	32.8	-
מכולות לשעה - ברוטו	15.8	24.9

טבלה 5.2 - קצבי עבודה ממוצעים למנופים

להלן התפלגות זמן החקר במנופים השונים:

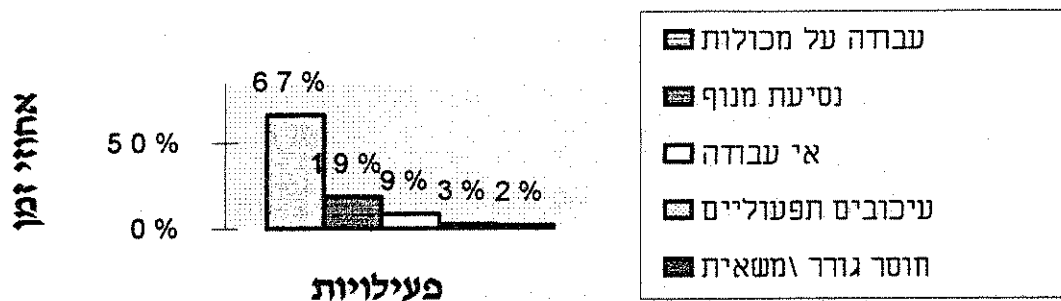
מנופי גשר - התפלגות לפי זמן



גרף 5.1 - מנופי גשר

אותה התפלגות עבור מנופי שער:

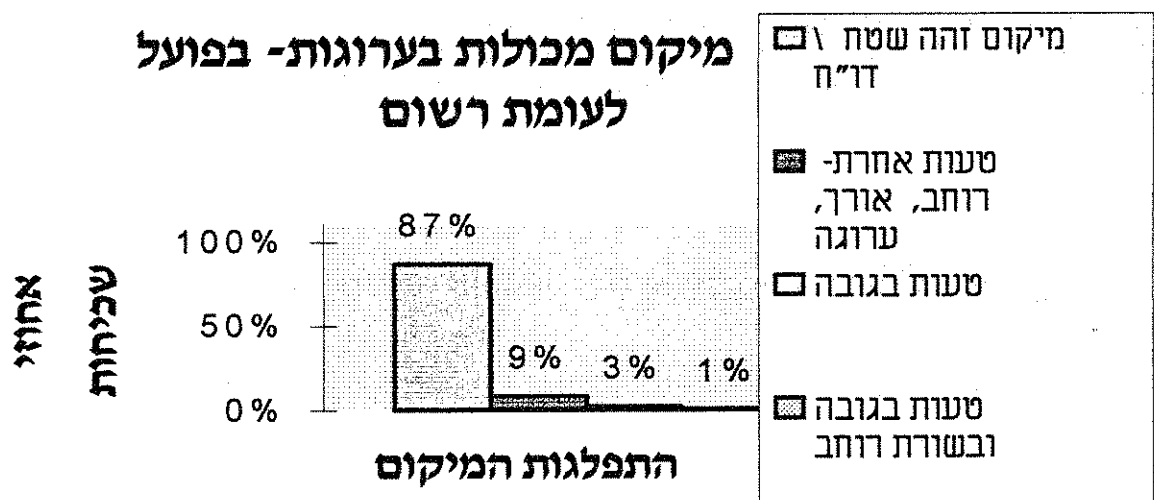
מנופי שער - התפלגות לפי זמן



גרף 5.2 - מנופי שער

בתרשימים שלעיל ניתן לראות שעבודה התבצעה למעשה רק ב- 50%-ו-67% בהתאמה. ניתן להניח כי נתונים אלו ניתנים לשיפור. הגורמים שמשפיעים על התורים הם כאמור רבים. כ"א, איכות ציוד וכד' כפי שכבר הוזכר. כל גורם ניתן לניתוח מעמיק שיפרוט את הסיבות לאורך הפעולות השונות. להלן דוגמה לטעויות ברישום דו"ח מיקום מכולות. דו"ח זה ניתן למפקח המשמרת ע"י הקצין הראשון באניה, ובו מפורטות המכולות לפריקה ומיקומם באניה. (המכולות מסודרות במשטחים ובקומות באניה, כמו בקוביה). מפקח המשמרת מעביר בהתאם את ההנחיות למנופאי. טעות בדו"ח תגרום לבדיקה מחודשת של מיקום המכולות ובכך יתעכב תהליך העבודה כפי שקרה. בתרשים שלהלן מפורטים אחוזי המכולות מכלל המכולות בדו"ח ע"פ סוגי טעויות במיקום, או מיקום נכון. 87% מן המכולות היו במקומן הנכון ע"פ הדו"ח אך עכב הטעויות האחרות נאלצו העובדים לוודא את המיקום הנכון.

מיקום מכולות בערוגות- בפועל לעומת רשום



תרשים 5.3 - התאמת מיקום מכולות לדו"ח

6. ניתוח המצב הקיים - כללי

בפרק זה ננתח את המדדים השונים הקשורים במערכת תורי האניות בנמל. הניתוח יתבצע תחילה עבור כלל אניות המטען, ואחריו ניתוח מעמיק יותר עבור אניות המכולה. הניתוח יכלול ממוצעים סטיות תקן והתפלגויות של ההגעות, זמני ההמתנה, זמני השרות ועוד.

הניתוח מתבסס על נתוני האניות שהגיעו לנמל חיפה בתקופה שבין תחילת ינואר לסוף אפריל 1995. הנתונים נאספו משני מקורות במקביל, **נתוני הנמל ונתוני צים**, והתגלתה התאמה גבוהה יחסית בין שני המקורות. למרות העובדה שהנתונים אינם משקפים את תנועת האניות השנתית בנמל אלא רק את התנועה בחודשים שהוזכרו לעיל (חודשי החורף), משיחות עם מר אליהו סיון ומר אליק פיצ'ניק עלה כי לא קיימת בנמל עונתיות לגבי מספר האניות המגיעות וכמות המטען המשוּנע. כלומר, תוצאות הניתוחים הבאים משקפות את פעילות הנמל לאורך כל השנה.

1. 6. מופעים

בספרות מקובל להניח, בהעדר אינפורמציה סותרת, כי הגעות אקראיות של צרכנים במערכות שרות מתפלגות פואסונית (הזמן הבין מופעי מתפלג אקספוננציאלי). הנחה זו מתחזקת כאשר ממוצע הזמנים הבין מופעים וסטיית התקן שלהם קרובים זה לזה.

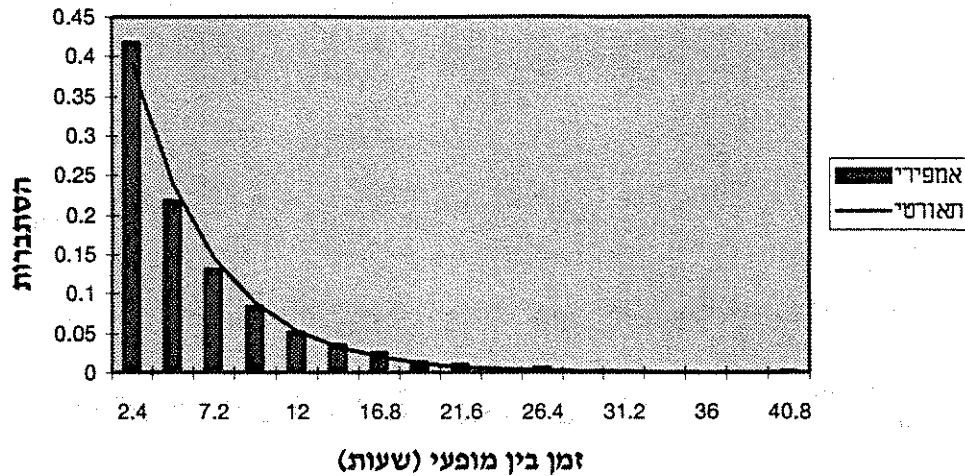
הממצאים שיוצגו להלן מאוששים קביעה זו לגבי מופעי אניות המטען בנמל חיפה, אם כי רצוי כמחקר המשך לנסות ולאפיין את מופע האניות כפונקציה של הזמן לאורך יממה (מופע פואסוני הטרוגני).

מניתוח ראשוני מקורב המניח מופע הומוגני בזמן התקבל קצב הגעות של 5.032 אניות מטען בממוצע ליום.

מניתוח הזמנים הבין מופעיים של כלל האניות התקבלו המדדים הבאים:

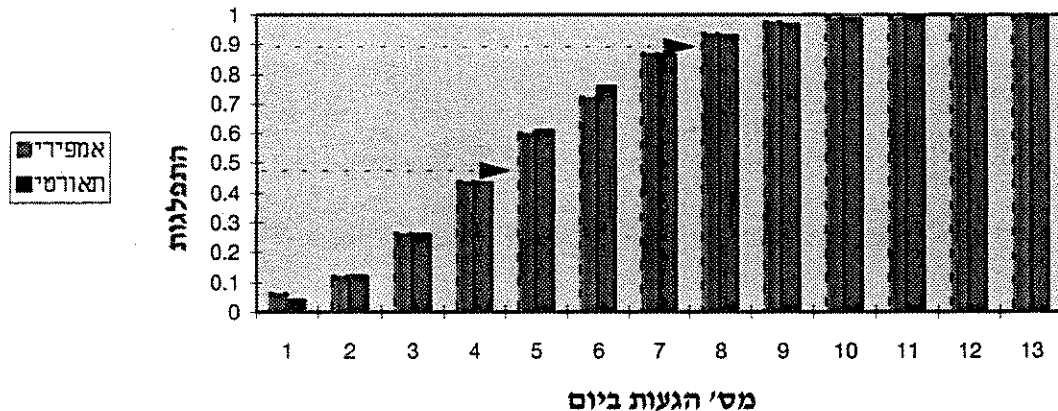
ממוצע - 4.82 (שעות)
ס. תקן - 5.22 (שעות)
שברון 90% - 10.96 (שעות)

בגרף 6.1 מתוארת הסטוגרמת הזמנים הבין מופעיים האמפירית בהשוואה לצפיפות האקספוננציאלית התאורטית. כפרמטר לצפיפות התאורטית נלקח ההופכי לממוצע הזמנים הבין מופעיים ($\lambda = 0.21$).



גרף 6.1 - הסטוגרמת זמנים בין מופעים כנגד צפיפות אקספוננציאלית

לצורך אישוש הנחת הפואסוניות ניתן להשוות את התוצאה שהתקבלה למס' המופעים הממוצע ליום בפועל. מספירת סה"כ ההגעות במשך התקופה שנבדקה (629 אוניות ב - 125 יום), חושב הממוצע - 5.032 אוניות מטען ליום (0.209 אוניות מטען לשעה). תוצאה זו מחזקת את הנחת הפואסוניות. בגרף 6.2 ניתן לראות את התפלגות ההגעות היומיות בתקופה זו כנגד ההתפלגות התאורטית. כפרמטר להתפלגות התאורטית נלקח ממוצע ההגעות ליום ($\lambda=5.032$).



גרף 6.2 - התפלגות הגעות האוניות לנמל (אמפירית ותאורטית)

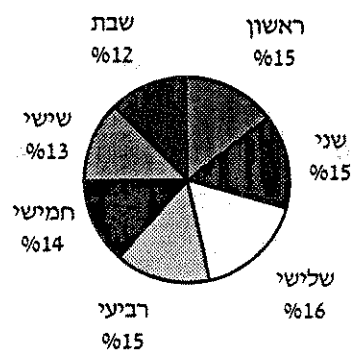
על סמך התפלגות זו ניתן לחשב שברונים לצורך תכנון והיערכות:

$$p_{0.5} = 5 \quad (\text{חציון})$$

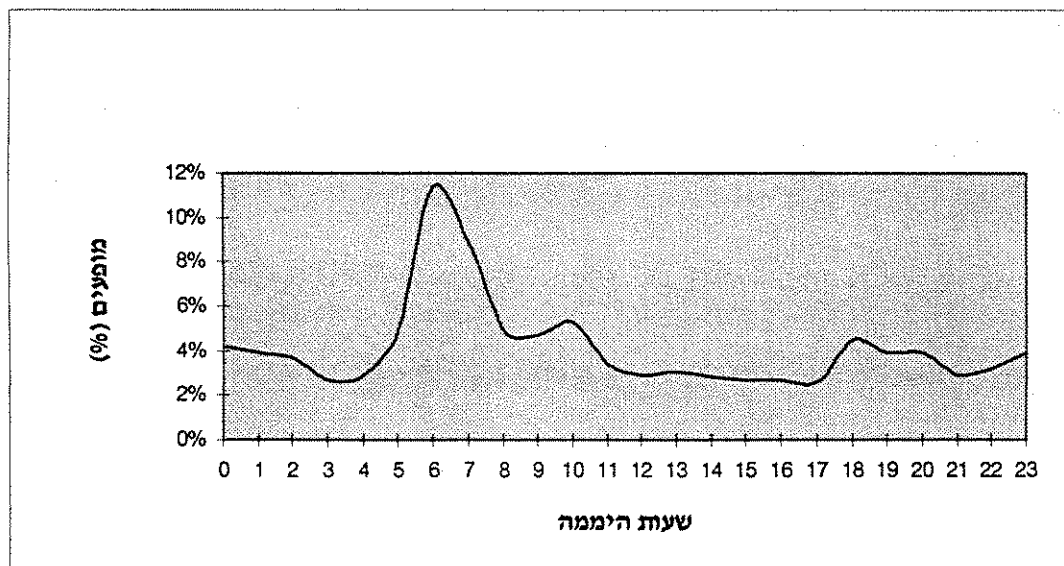
$$p_{0.9} = 8 \quad (\text{אחוזון 90})$$

בגרף 6.3 מתואר פיזור ההגעות לפי היום בשבוע. ניתן לראות כי אין מגמתיות מובהקת של הגעות על פני ימות השבוע.

בגרף 6.4 מפולגות ההגעות לפי שעות היממה. ניתן לראות כי בשעות הבוקר המוקדמות (5:00-8:00), בזמן פעילות המשמרת הראשונה, צפיפות הגעת האניות היא הגבוהה ביותר. עובדה זו מרמזת על הטרונגניות המופעים. לצורך ניתוח מודל זה נשתמש בקירוב ראשוני של מופע הומוגני, אך כמחקר המשך ניתן לבצע ניתוח מעמיק של המופע לאורך זמן ולאפיין את קצב ההגעות כפונקציה של הזמן - $\lambda(t)$ (הפונקציה המופיעה בגרף 6.4).



גרף 6.3 - ההגעות לפי ימות השבוע



גרף 6.4 - התפלגות ההגעות על פני שעות היממה

2.6. שהייה

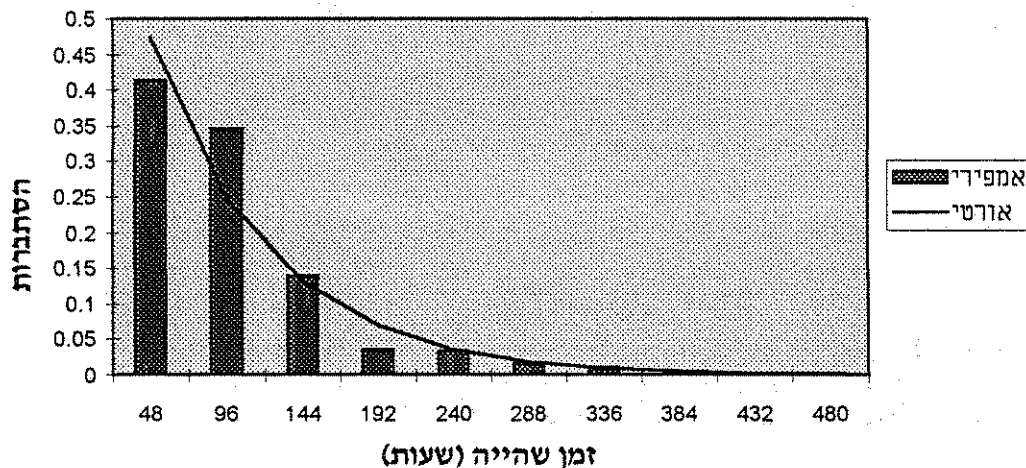
שהיית אונייה בנמל מורכבת מרצף של ארועים (המתנה בתור, זמן ניתוב, זמן שרות, ועוד) המצטברים לכדי זמן שהייה כולל במערכת. ספרות חקר תורים לא מצביעה על התפלגות אופינית לשהיית מופעים במערכות שרות.

מניתוח ההפרשים בין זמני הגעתן ועזיבתן (סיום הניתוב החוצה) של אוניות מטען התקבלו המדדים הבאים:

ממוצע - 64.12 (שעות)

ס. תקן - 77.34 (שעות)

בגרף 6.5 מוצגת הסטוגרמת זמני השהייה כפי שחושבה ע"פ הנתונים כנגד צפיפות אקספוננציאלית תאורטית עם פרמטר השווה להופכי ממוצע זמן השהייה ($\lambda = 0.016$). ניתן לראות כי אין התאמה מספקת בין ההתפלגויות, כלומר לא ניתן להניח כי זמן השהייה הכולל מתפלג אקספוננציאלית, ולכן גם לא חושבו שברונים תאורטיים. בהמשך ננסה לחלק את זמן השהייה לחלקים קטנים יותר ולאפיין את התפלגותם.



גרף 6.5 - הסטוגרמת זמן השהייה במערכת כנגד צפיפות אקספוננציאלית

3.6. מס' אוניות במערכת

את מס' האוניות (צרכנים) הממוצע במערכת (L) ניתן לקבל על ידי שימוש בנוסחת

$$L = \lambda W \quad \text{LITTLE}$$

מחישובים קודמים קיבלנו כי $\lambda = 0.016$, $W = 64.12$.

מהצבת הנתונים בנוסחא מקבלים כי מס' האוניות הממוצע במערכת (המתנה, ניתוב, שרות וכו') הוא - 13.46.

בנוסף לחישוב התאורטי בוצע חישוב אמפירי של מספר האוניות הנוכחות במערכת הנמל (כולל בהמתנה) בכל יום מהתקופה עליה מתבסס הניתוח. החישוב בוצע על ידי חיסור מספר האוניות שעזבו את הנמל עד יום X מהמספר שהגיע לנמל עד אותו יום. תוצאת החישוב העלתה כי בממוצע נכחו בנמל 12.52 אוניות ביום, אך מכיון שהחישוב האמפירי חסר תנאי התחלה (כמה אוניות היו בנמל יום לפני התאריך הראשון אליו מתייחס הניתוח?), לצורך הניתוחים הבאים נעשה שימוש בערך המחושב על פי נוסחת LITTLE.

4. 6. חלוקת זמן השהייה לזמני משנה

1. 4. 6. זמן המתנה

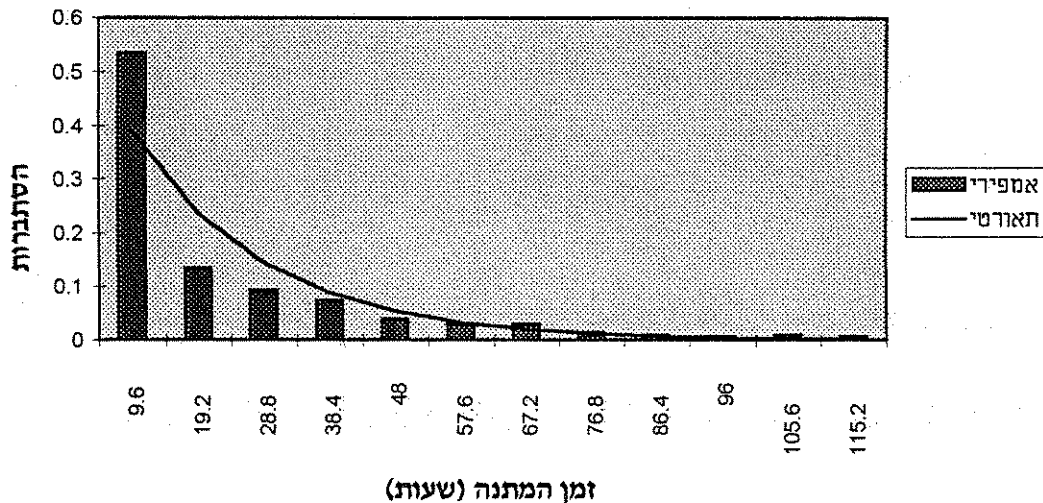
לצורך אפיון זמן ההמתנה, מחשבים את ההפרש בין זמן הגעת האונייה לזמן תחילת ניתוב פנימה.

מניתוח זמני ההמתנה התקבלו המדדים הבאים:

ממוצע - 19.23 שעות

ס.תקן - 27.01 שעות

בנסיון לזהות ולאפיין את התפלגות המתנות האוניות מוצגת בגרף 6.6 הסטוגרמת זמני המתנה כפי שהתקבלה מניתוח הנתונים (כפרמטר לחישוב הצפיפות האקספוננציאלית נלקח ההופכי לממוצע, $\lambda=0.052$). ניתן לראות כי כפי שניתן היה לצפות מההפרש שבין הממוצע וסטיית התקן, אין ההתפלגות דומה להתפלגות אקספוננציאלית.



גרף 6.6 - הסטוגרמת זמני ההמתנה בהשוואה לצפיפות אקספוננציאלית.

2.4.6. זמן שרות

מערכות שרות עתירות תורים מאופיינות בדרך כלל בתהליכי שרות אקספוננציאליים.

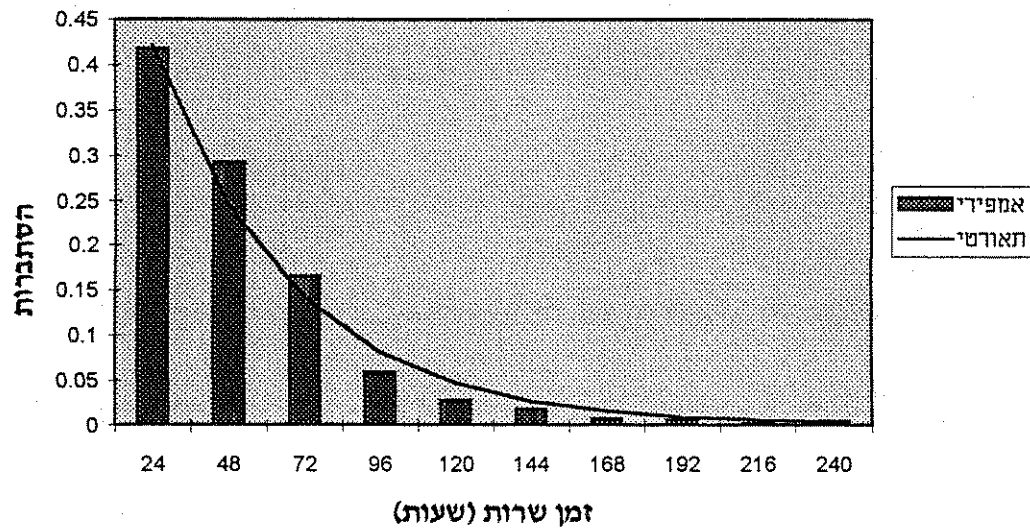
ניתוח זמן שרות אוניות מטען בנמל חיפה העלה כי אכן תהליך זה הינו אקספוננציאלי, $\lambda=0.022$.

לצורך אפיון זמן שרות אוניות המטען בנמל חיפה, חושבו ההפרשים בין זמני תחילת הניתוב (פנימה) לזמני העזיבה (סיום הניתוב החוצה). חישוב זה מתייחס לכל התהליכים שעוברת האונייה (ניתוב, שרות, המתנה לנתב וניתוב החוצה) כאל "קופסא שחורה" הנקראת - מערכת השרות. בהמשך נחשב את הממוצעים וסטיות התקן של תתי מערכת זו. עבור אוניות המכולה יבוצע בפרק הבא ניתוח מעמיק יותר של התפלגויות כל מרכיב ממערכת השרות.

מניתוח זמני השרות התקבלו התוצאות הבאות:

ממוצע - 44.89 (שעות)
 ס.תקן - 50.33 (שעות)
 שברון 90% - 104.66 (שעות)

עבור זמני השרות קיימת קירבה רבה בין הממוצע וסטיות התקן. בגרף 6.7 ניתן לראות כי הסטוגרמת זמני השרות מקורבת באופן מספק לצפיפות אקספוננציאלית, ולכן ניתן להניח כי זמני השרות מתפלגים בקירוב אקספוננציאלית. (כפרמטר לחישוב הצפיפות האקספוננציאלית נלקח ההופכי לממוצע, $\lambda=0.022$).

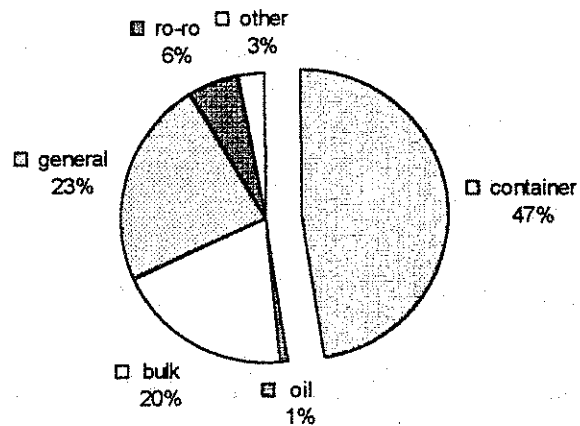


גרף 6.7 - הסטוגרמת זמני השרות בהשוואה להתפלגות אקספוננציאלית

לצורך המשך ניתוח הנתונים רצוי להתמקד בתחום ספציפי יותר בפעילות הנמל. הוחלט להתמקד באוניות המכולה לאור השיקולים הבאים:

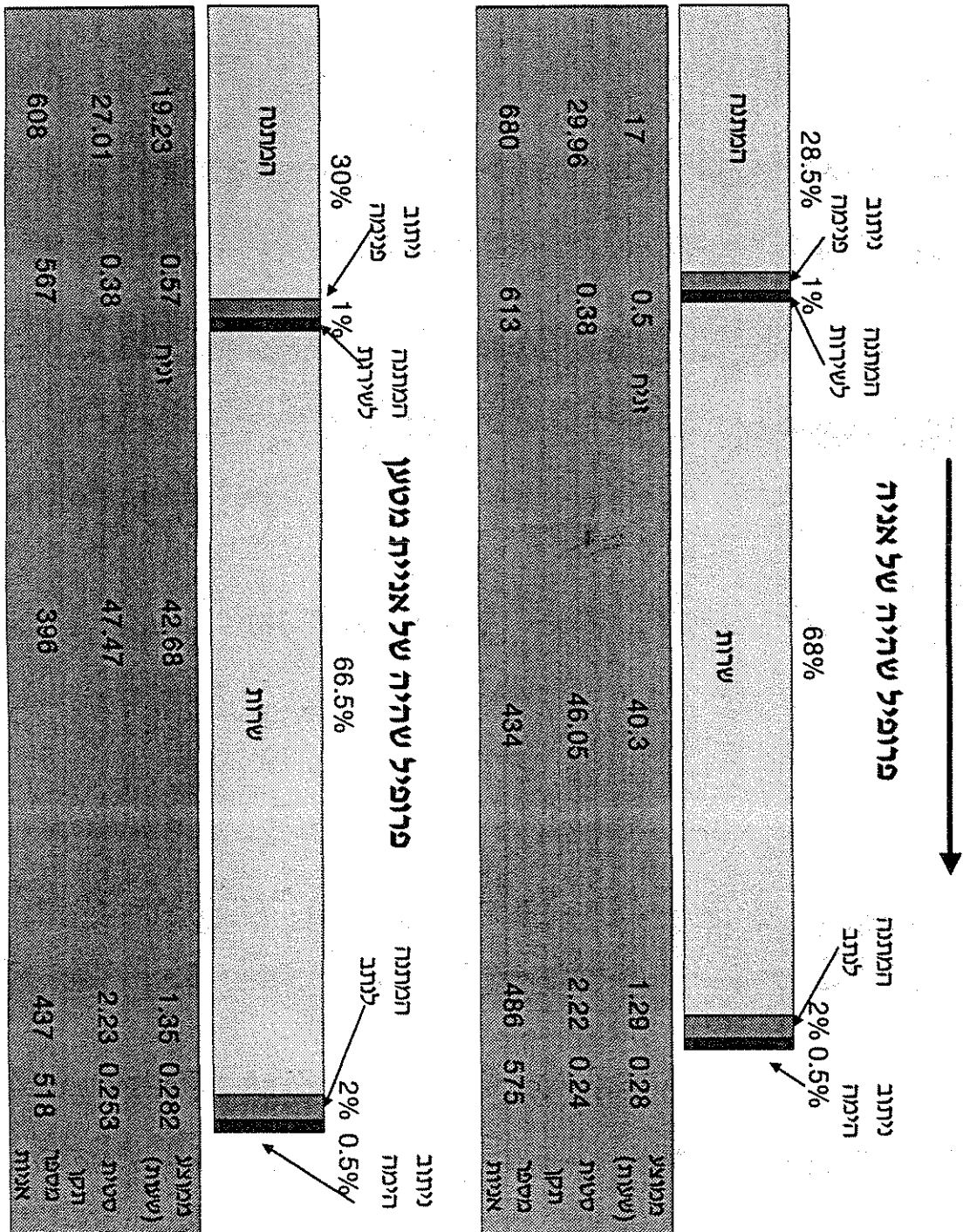
א. אוניות המכולה מהוות את החלק הארי מכלל האוניות (47%). בגרף 6.8 מוצגת התפלגות האוניות בנמל לפי מטעניהם.

ב. כל אוניות המכולה מביאות מטענים אחידים בצורתם (מכולות 20 ו- 40 רגל), ולכן קל לאפיין את השלבים השונים בתהליך שעוברת כל אוניה כזו. (הנתונים המופיעים בגרף 6.8 הם על פי הנתונים ששמשו את המחקר הנוכחי, בניגוד לתרשים 1.1 שהופק על ידי רשות הנמל).



גרף 6.8 - התפלגות אוניות המטען בנמל לפי מטענים

בעמודים הבאים מופיעי תרשימי "פרופיל שהיה של אניה" עבור הנתונים שהתקבלו לכלל האוניות ולאוניות המטען. על מנת לשפר את תצוגת ההפרמטרים נערכו התרשימים לא לפי קנה מידה.



גרף 6.9 - פרופיל שהיה של אניה בנמל חיפה

7. ניתוח המצב הקיים - אניות מכולה

פרק זה מציג ניתוח מעמיק של אניות המכולה שפקדו את נמל חיפה במשך החודשים ינואר - אפריל 1995. מטרת ניתוח זה היא "לפוצץ" את הקופסא השחורה שייצגה את מערכת השרות בניתוח של כלל האוניות בפרק 6. כלומר, בנוסף לתהליך הגעת אניות מכולה וזמן ההמתנה בתור, ינותחו גם תהליך הניתוב האוניות לתוך הנמל, השרות ברציף, ההמתנה לניתוב אל מחוץ לנמל והניתוב החוצה עצמו.

בנוסף לשיטת הניתוח שהוצגה בפרק 6 לגבי כלל האוניות, בפרק זה נעשה שימוש בתוכנת סימולציה ARENA לאפיון מדויק של התפלגויות הזמנים השונים.

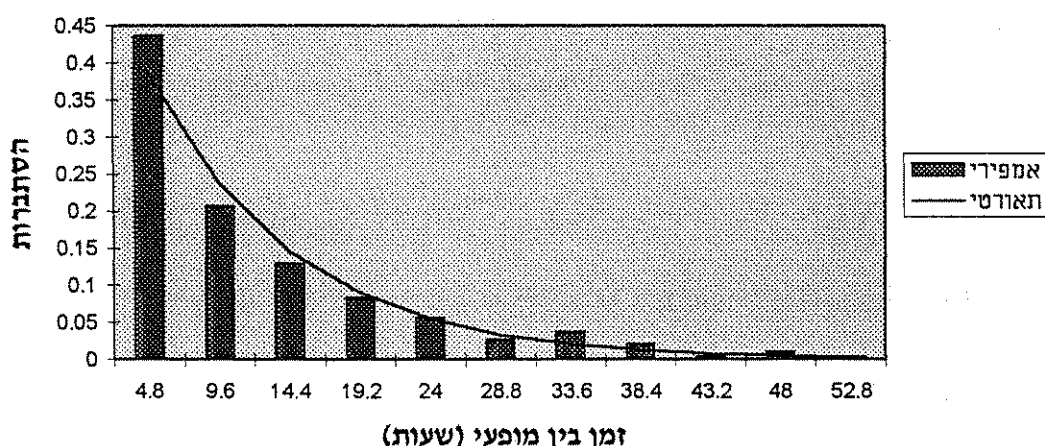
7.1. הגעות

תוצאות הניתוח לגבי כלל האוניות הצביעו על תהליך הגעה פואסוני, ומכאן היתה ההנחה כי אותה ההתפלגות מאפיינת גם את תהליך הגעת אניות מכולה. ניתוח של התפלגות ההגעות לאורך התקופה הנחקרת (על פי ימים) העלה כי תהליך ההגעות הינו הומוגני בזמן, ומכאן התבסס הניתוח על התפלגות פואסונית בעלת קצב קבוע.

מניתוח הזמנים הבין מופעיים של הגעות אניות מכולה התקבלו המדדים הבאים:

ממוצע - 9.62 (שעות)
 ס. תקן - 9.93 (שעות)
 שברון 90% - 22.14 (שעות)

בגרף 7.1 מתוארת הסטוגרמת זמנים בין מופעיים אמפירית בהשוואה לצפיפות האקספוננציאלית התאורטית. כפרמטר לצפיפות התאורטית נלקח ההופכי לממוצע הזמנים הבין מופעיים ($\lambda = 0.104$).



גרף 7.1 - הסטוגרמת זמנים בין מופעיים של הגעות

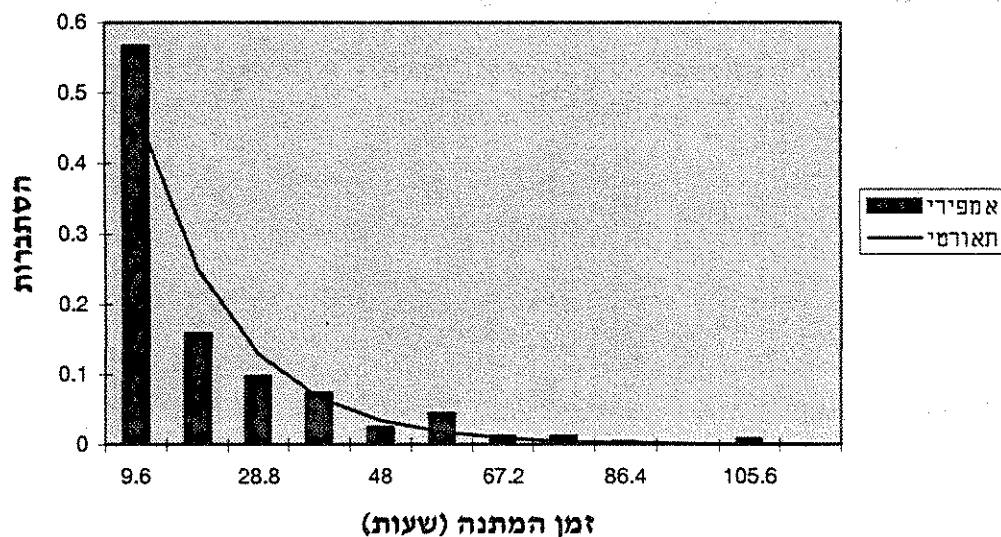
תוצאות תוכנת הסימולציה התאימו לאלה של הניתוח הסטטיסטי.

2.7. זמן המתנה בתור

ניתוח זמן המתנה בתור עבור אניות מכולה בוצע באותו אופן של ניתוח כלל אניות המטען. המדדים שהתקבלו הם:

ממוצע - 13.92 (שעות)
 ס. תקן - 18.83 (שעות)
 שברון 90% - 38.4 (שעות)

בניתוח הכללי אובחן כי זמני ההמתנה אינם מתפלגים אקספוננציאלית. גרף 7.3 מציג הסטוגרמה אמפירית של זמני המתנת אניות מכולה מחוץ לנמל, ממנה ניתן לראות כי הדבר נכון גם לגבי אניות המכולה.



גרף 7.2 - זמן המתנה בתור

בנספח 2 מצורף גרף התפלגות זמני ההמתנה כפי שהתקבל מתוכנת הסימולציה. ניתן לראות כי ההתפלגות המתאימה ביותר לתאור זמן זה היא התפלגות גמא, עם פרמטרים (0.00513, 4.17).

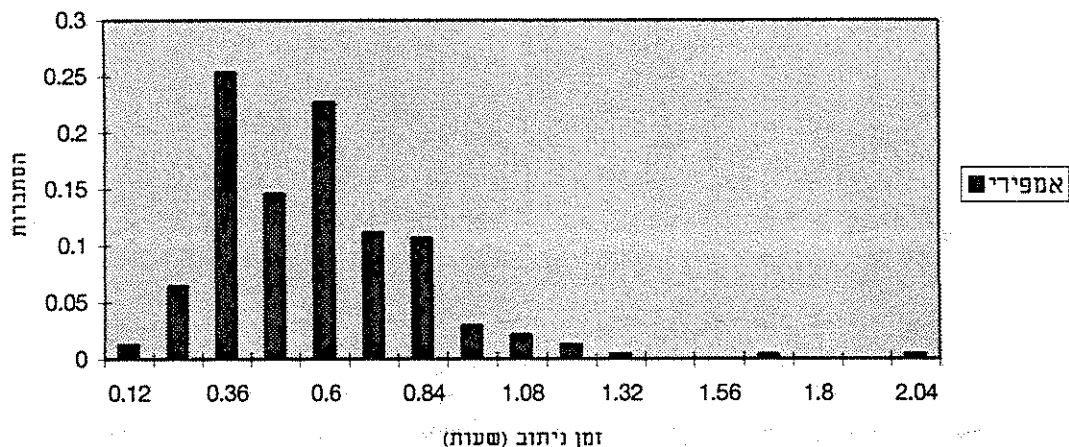
7.3. ניתוב פנימה

לגבי 232 אוניות מכולה שפקדו את נמל חיפה בתקופה בה מתמקד הניתוח ציינו נתוני הנמל שעת תחילת וסיום ניתוב האוניות מהמעגן (תור) לאחד הרציפים. הפרש הזמנים הללו הינו משך ניתוב אוניה לתוך הנמל. ניתן להתייחס לתהליך ניתוב האוניות כאל תת-מערכת שרות בתוך המערכת הכוללת. כך נעשה במודל הסימולציה (ראה בהמשך).

מניתוח זמני ניתוב אוניות מכולה לתוך הנמל התקבלו התוצאות הבאות:

ממוצע - 0.51 (שעות) או 30.6 (דקות)
 ס. תקן - 0.26 (שעות) או 15.6 (דקות)
 שברון 90% - 0.83 (שעות) או 50 (דקות)

גרף 7.3 מציג הסטוגרמה אמפירית של זמני הניתוב אל תוך הנמל.



גרף 7.3 - זמני ניתוב לתוך הנמל

מכיון וההסטוגרמה לא עולה בקנה אחד עם השערת המעריכיות, בנספח 2 מצורף גרף התפלגות זמני הניתוב לתוך הנמל כפי שהתקבל מה- ARENA. ניתן לראות כי ההתפלגות המתאימה ביותר לתאור זמן זה היא התפלגות גמא, עם פרמטרים (1.56, 0.3901).

4.7. זמן שירות

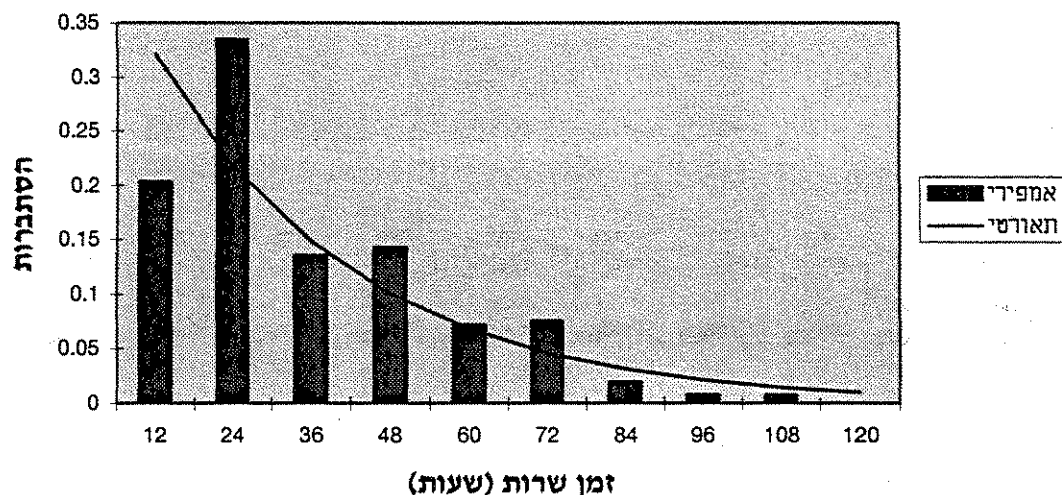
בניתוח אניות המכולה מוגדר זמן השרות כהפרש בין זמן עגינה ומועד סיום עבודת הצוותים השונים. הגדרה זו שונה מזו שהוצגה בפרק 6. זמן השרות במודל הנוכחי הוא הזמן נטו המוקדש לפריקת וטעינת מטען אניות המכולה, בעוד שבניתוח הקודם של כלל האניות נכלל בזמן השרות כל זמן שהיית האוניה במערכת מלבד זמן ההמתנה במעגן (זמן ניתוב, זמן המתנה לנתב, וכו').

מניתוח זמני השרות התקבלו התוצאות הבאות:

ממוצע - 30.93 (שעות)
 ס. תקן - 31.96 (שעות)
 שברון 90% - 71.96 (שעות)

בעוד שבניתוח הכללי התקבלה סטייה של כ 10% בין הממוצע וסטיית התקן של זמני השרות, עבור אניות המכולה מדדים אלה קרובים עד כדי 3%. גרף 7.4 משווה את זמני השרות של אניות מכולה לצפיפות אקספוננציאלית ($\lambda = 0.036$). למרות שנראה כי רמת ההתאמה בין ההתפלגות האמפירית והתאורטית הינה נמוכה, הפרמטרים הדומיננטים במקרים רבים הם σ , E (invariance) ולכן הנחת המעריכיות

סבירה.



גרף 7.4 - זמני שירות

תוצאות תוכנת הסימולציה תאמו גם במקרה זה את תוצאות הניתוח הסטטיסטי.

5.7. המתנה לנתב

הזמן שבין סיום עבודת הצוותים (פריקה וטעינה) לתחילת ניתוב אוניה אל מחוץ לנמל הינו זמן המתנה לנתב והוא זמן בטלה. על מנת לאפיין מרכיב זה במחזור

השרות של אונת מכולה נותחו אונות שלגביתן קיימים היו שני הזמנים הנדרשים לחישוב ההמתנה.

מניתוח זה התקבלו המדדים הבאים :

ממוצע - 0.98 (שעות)
ס. תקן - 1.61 (שעות)
שברון 90% - 1.92 (שעות)

תוכנת ה ARENA אפיינה את תהליך ההמתנה לנתב על ידי התפלגות לוגנורמלית עם פרמטרים (0.04298,0.07229).

ניתן לשער כי ההמתנה הממוצעת לנתב האורכת כשעה נובעת מעומס גבוה על הנתב.
בהמשך יוצג ניתוח מעמיק של פעילות הנתב והעומס הקיים עליו.

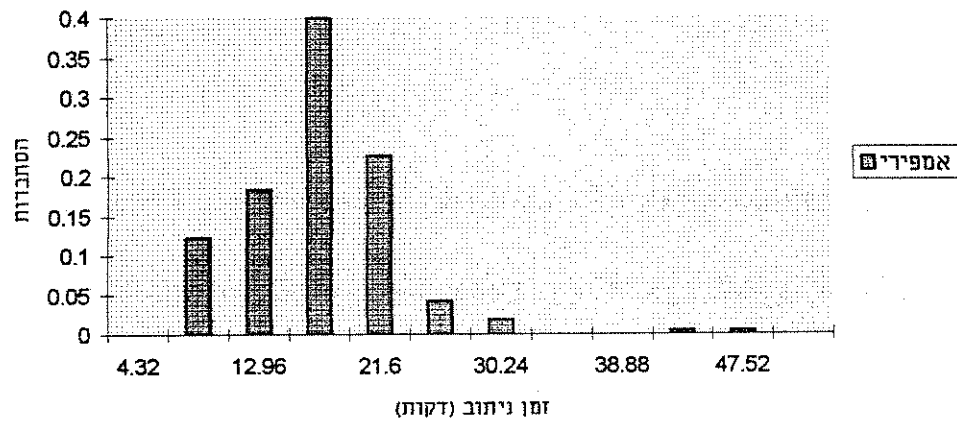
7.6. ניתוב החוצה

לגבי 213 אונות מכולה שפקדו את נמל חיפה בתקופה בה מתמקד הניתוח ציינו נתוני הנמל שעת תחילת וסיום ניתוב האונות מהרציף האחרון בו שורתו אל מחוץ לתחום הנמל (מעגן). הפרש הזמנים הללו הינו הזמן שאורך ניתוב אונת החוצה מהנמל.
מניתוח זמני ניתוב אונות מכולה החוצה התקבלו התוצאות הבאות :

ממוצע - 0.25 (שעות)
ס. תקן - 0.10 (שעות)
שברון 90% - 0.33 (שעות)

ניתן לראות כי הזמן הממוצע שאורך ניתוב אונת החוצה קטן בכ 50% מהזמן הממוצע שאורך ניתוב פנימה. את עובדה זו ניתן להסביר בקשיי התמרון הכרוכים בהכנסת אונת לנמל ובעגינתה ברציף. ניתוב אונת החוצה מצריך פחות דיוק ותמרון. דוגמא אנלוגית להסבר זה היא בחניית רכב.

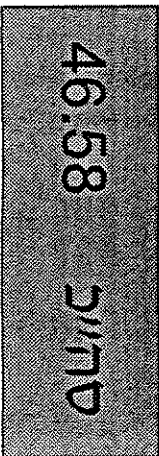
גרף 7.5 מציג הסטוגרמה אמפירית של זמני הניתוב החוצה מהנמל.



גרף 7.5 - זמן ניתוב מן הנמל הימה

תוכנת הסימולציה אפיינה את זמן ניתוב אוניות מכולה אל מחוץ לנמל על ידי התפלגות בטא, עם פרמטרים (6.99, 20.079).

בעמוד הבא מופיע "פרופיל שהיה של אניית מכולה" עם סוגי ההתפלגות הרלוונטים.



7.7. השוואה בין החתכים השונים של אוכלוסית האוניות:

בטבלה 7.1 ניתן לראות את הזמנים המרכיבים את זמן שהיית אונייה בשרות עבור כלל האוניות, עבור אוניות המטען בלבד (ללא אוניות נוסעים) ועבור אוניות המכולה.

מרכיב (שעות)	כלל האוניות	אוניות מטען	אוניות מכולה
המתנה	17.98 (~30%)	19.23 (~30%)	13.92 (~30%)
ניתוב פנימה	0.55 (~1%)	0.57 (~1%)	0.51 (~1%)
שרות	40.31 (~67%)	42.68 (~67%)	30.93 (~66%)
המתנה לנתב	1.29 (~2%)	1.36 (~2%)	0.98 (~2%)
ניתוב החוצה	0.28 (~1%)	0.28 (~1%)	0.25 (~1%)
סה"כ	60.41	64.12	46.59

טבלה 7.1 - מרכיבי זמן השרות עבור כלל האוניות ועבור אוניות מטען

מהטבלה ניתן לראות כי זמן ההמתנה הממוצע של אונית מכולה קטן בכ- 25% מהזמן המקביל באוניות מטען וכלל האוניות. תוצאה זו ניתן לייחס בעיקר לתור התפעולי שהוזכר בפרקים הקודמים (ראה: נספח 1). לאוניות מכולה עדיפות גבוהה בתור התפעולי ומכאן שאוניות אלה ממתינות פחות.

כמו כן, ניתן לראות כי זמן השרות הממוצע של אונית מכולה קצר בכ- 25% מהזמן המקביל באוניות מטען ובכלל האוניות. תוצאה זו מוסברת היטב על ידי התפלגות סוגי המטענים המטופלים בנמל (ראה: גרף 6.8). מכולות הינן סוג המטען העיקרי המטופל בנמל חיפה (47%) ומכאן שהנמל השקיע לאורך השנים משאבים רבים בשיפור השרות באוניות מכולה. כמו כן, מאותה סיבה כוח האדם בנמל חיפה מיומן במיוחד בפריקת וטעינת מכולות.

בנוסף לגורמים הקשורים בהיות מכולות סוג המטען הנפוץ בנמל, אופי תפעול המכולות גם הוא מוביל לזמן שרות קצר יותר משאר המטענים. בעוד שפריקת וטעינת צובר, דלקים, גרעינים, בולי עץ וכיוצא באלה הינה תהליך מורכב הדורש ציוד רב ומגוון, מתבצעת פריקת והעמסת מכולות על ידי מפעילי עגורנים ונהגי המשאיות. התהליך הינו פשוט יותר, חוזר על עצמו ומאפשר אימון רב, ולכן אורך זמן קצר יחסית לשאר המטענים.

בפרק הבא נשתמש בתוצאות ניתוחי הזמנים השונים לגבי אוניות מכולה על מנת לבנות מודל אנליטי למערכת השרות בנמל. בשלב ראשון נניח הגעות פואסוניות ושרות אקספוננציאלי (בהתאמה לתוצאות הניתוח). בהמשך מוצג מודל כללי המשחרר את הנחת האקספוננציאליות.

8. בניית מודל אנליטי

בפרק זה מותאם מודל אנליטי למערכת אוניות המכולה. אוניות המכולה מהוות מערכת בפני עצמה בה יש דמיון רב בין סוגי המופעים והשרות שמקבלות האוניות השונות, ולכן מותאם המודל לאוניות אלה תחילה. מטרת פרק זה להסיק בעזרת מודל תורים את מספר יחידות השרות התאורטי במערכת אוניות המכולה, ולאחר מכן לנתח את המצב הקיים, תוך הצגת מספר תרחישים ("What If") שיציגו את אורך התור וזמן ההמתנה הממוצע לאור שיפורים שיבוצעו במערכת. חשוב לציין כי המודל הינו "מאקרוסקופי", כלומר מתייחס לכל הפעולות הקשורות באוניה מרגע תחילת ניתובה פנימה ועד לסיום ניתובה החוצה (זמן ניתוב פנימה, המתנה לצוות עבודה, שרות בפועל, המתנה לניתוב החוצה וזמן ניתוב החוצה) כאל זמן השרות. מכאן שמספר יחידות השרות שמתקבל מושפע מפרמטרים רבים, כגון: אורך הרציפים, מספר המנופים, מספר הנתבים, שטחי האחסון ועוד. בעוד שלמושג יחידת שרות אין משמעות פיזיקלית ישירה, המושג שימושי לצורך איתור מגמות ויחסים בתפעול מערכת השרות ומשמש את הפרוייקט לניסוח מסקנות והמלצות.

בספרות קיימים מודלים רבים המתארים מערכות שרות סטוכסטיות מסוגים שונים כאשר המערכות נבדלות זו מזו בפרמטרים הבאים: התפלגות ההגעות, התפלגות זמן השרות, מספר השרתים ואורך התור המקסימלי. נהוג לסמן מערכת תורים בעזרת ארבע אותיות כדלהלן:

$$x_1 / x_2 / m / b$$

כאשר:

- x_1 - מציין את התפלגות הזמן הבין מופעי.
- x_2 - מציין את התפלגות זמן השרות.
- m - מציין את מספר השרתים.
- b - מציין את מספר אורך התור המקסימלי.

לאור התוצאות שהתקבלו בפרק הקודם ניתן לומר כי מערכת אוניות המכולה הינה מערכת בה התפלגות ההגעות היא בקירוב פואסונית (התפלגות הזמנים הבין מופעיים היא בקירוב אקספוננציאלית) והתפלגות זמני השרות אף היא בקירוב אקספוננציאלית. מערכת כזו ניתן לתאר בצורה הבאה: $M / M / m / \infty$, כאשר האות M , מציינת התפלגות אקספוננציאלית (מרקובית). בתחילה נתאים מודל לפי מערכת תורים שכזו, ובהמשך ננסה להתאים מודל לפי מערכת כללית בה לא ניתן לאפיין את ההגעות וזמני השרות, מערכת כזו נהוג לסמן: $G / G / m / \infty$, כאשר האות G , מציינת התפלגות כללית. בכל מקרה נתייחס לאורך התור כאינסופי, היות ובמערכת אוניות המכולה בנמל אין הגבלה על מספר האוניות בתור.

1.8. מודל תורים - $M / M / m / \infty$

לצורך בניית המודל נפרט להלן מספר הגדרות והנחות:

λ - קצב ההגעה של אוניות המכולה הומוגני בזמן ושווה ל - 0.104 אוניות בשעה.

μ - קצב השרות של אוניות המכולה (ההופכי לממוצע זמן השרות) שווה ל - 0.036 אוניות בשעה ליחידת שרת.

ρ - התעסוקה האבסולוטית של המערכת מוגדרת כ - λ/μ , ושווה ל - 2.91 יחידות שרות. מספר זה משקף את ממוצע מספר יחידות השרות העסוקות.

ρ/m - נצילות יחידת שרות.

P_n - ההסתברות ל - n אוניות במערכת כולה (שרות ותור). לצורך הגדרת הסתברות זו, נגדיר תחילה את ההסתברות ל - 0 אוניות במערכת, P_0 .

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{n=0}^{m-1} \frac{\rho^n}{n!} + \frac{\rho^m}{m!} * \frac{1}{1-\rho/m}} \quad (\rho/m < 1)$$

$$P_n = \begin{cases} \frac{\rho^n}{n!} P_0 & n=0,1,...,m-1 \\ \frac{\rho^n}{m! m^{n-m}} P_0 & n=m,m+1,... \end{cases}$$

L_q - מספר אוניות המכולה הממוצע בתור, מחושב על פי מודל זה באופן הבא:

$$L_q = \frac{\rho^{m+1}/m}{m!(1-\rho/m)^2} P_0 \quad (\rho/m < 1)$$

בפרק הקודם ניתחנו את המצב הקיים על סמך נתוני הנמל וצים, וקיבלנו כי זמן השהייה הממוצע בתור עבור אניות המכולה (W_q) הוא 13.92 שעות. ע"י שימוש בנוסחת Little: $L_q = \lambda W_q$ מקבלים כי אורך התור הממוצע האמפירי הוא - 1.45 אניות מכולה.

בשלב זה ננסה להתאים את מספר יחידות השרות (m) במודל התאורטי ע"י הצבה של מספר ערכים עד שנקבל מספר אניות מכולה ממוצע בתור קרוב ככל הניתן לערך האמפירי שחושב לעיל.

ρ/m	W_q	L_q	m
0.97	305.16	31.63	3
0.74	12.24	1.27	4
0.58	2.90	0.30	5

טבלה 8.1 - אורך התור התאורטי וזמן ההמתנה הממוצע כפונקציה של מס' השרותים

בטבלה 8.1 ניתן לראות כי מספר יחידות השרות לפי מודל זה הוא בין 3 ל - 4, כאשר אורך התור האמפירי - 1.45 קרוב בהרבה ל - 1.27 מאשר ל - 31.63, ולכן ניתן לומר כי זוהי מערכת תורים בה רוב הזמן קיימים 4 יחידות שרות ואילו ביתר הזמן קיימים 3 יחידות. בהמשך נחשב את יחסי הזמנים ואת מספר יחידות השרות הממוצע.

מספר השרותים הרצוי במערכת תורים - $M / M / m / \infty$, צריך להיות גדול או שווה ל - $\rho + \sqrt{\rho}$ (Hall, 1991). לפי חישוב זה מספר יחידות השרות הרצוי במערכת זו הוא - 4.62. ניתן לראות כי מספר השרותים בפועל, כ - 4, קטן מהמספר הרצוי, ומטבלה 8.1 ניתן לראות את ההשפעה הדרסטית של מספר יחידות השרות על רמת השרות. למשל, במידה וכרבע מהמשאבים המשפיעים על מספר השרותים האפקטיבי (נתבים, שטחי אחסון, צוותי עבודה וכד') אינו פעיל לתקופה מסויימת, כלומר בתקופה זו ניתן יהיה להתייחס למערכת אניות המכולה כאל מערכת בעלת 3 יחידות שרות בלבד, יעלה זמן ההמתנה הממוצע בתקופה זו מכ- 12 שעות לכ- 305 שעות (עלייה של כ- 2400%) !!!

2.8. מודל תורים - $G / G / m / \infty$

כפי שראינו בפרק הקודם זמני השרות אינם מתפלגים אקספוננציאלית באופן מובהק ולכן ננסה להתאים מערכת תורים זו למודל תורים כללי בו לא ניתן לאפיין את ההתפלגויות של זמנים אלו.

לצורך חישוב אורך התור במערכת כזו משתמשים בקירוב של Allen-Cunneen:

$$L_q^* = L_{q, M/M/m/\infty} * \left[\frac{C^2(A) + C^2(S)}{2} \right]$$

כאשר:

$C(A)$ - מקדם השונות של הזמנים הבין מופעיים, שווה ל - $1.01 (\sigma/E)$.

$C(S)$ - מקדם השונות של זמן השרות, שווה ל - 1.46 .

בטבלה 8.2 מוצג ניתוח אורך תור אוניות המכולה וזמן ההמתנה הממוצע שלהם כתלות במספר יחידות השרות לפי המודל הכללי. ניתן לראות כי לפי מודל זה מספר יחידות השרות התאורטי עומד על בין 4 ל - 5 עם נטייה לכיוון ה - 4, אך עדיין צריך לבדוק אם מספר יחידות השרות הממוצע עומד בקריטריון שהוגדר לעיל - 4.62 יחידות שרות.

W_q^*	L_q^*	m
480.94	49.86	3
19.29	2.00	4
4.56	0.47	5

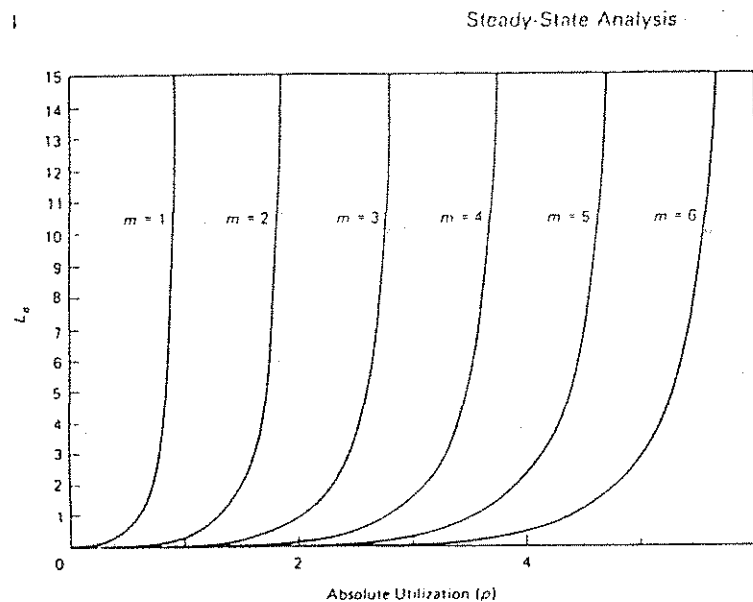
טבלה 8.2 - אורך התור התאורטי כפונקציה של מס' השרתים (מודל כללי)

בשלב זה ננסה לקבוע את יחס הזמן בו ניתן להתייחס אל המערכת כבעלת 5 יחידות שרות לעומת הזמן בו נתייחס אליה כבעלת 4 יחידות. ניתוח זה יתבצע בעזרת ניתוח רגישות של המודל הכללי:

L_q^*	$m=4$	$m=5$
1.39	0.60	0.40
1.45	0.64	0.36
1.54	0.70	0.30

טבלה 8.3 - ניתוח יחסי הזמן של מספר השרתים במערכת

מטבלה 8.3 ניתן לראות כי יחס הזמן בו ניתן לייחס למערכת 4 יחידות שרות נע בין 60% לבין 70%. מחישוב מדויק יותר מקבלים כי עבור יחס זמן של 64% לעומת 36% אורך התור התאורטי הוא 1.45, זהו הקירוב הטוב ביותר שניתן לקבל. לפי יחס זה מספר יחידות השרות הממוצע במערכת הוא - 4.36, מספר הקטן אף הוא ממספר יחידות השרות הרצוי שהוצג קודם.



גרף 8.1 - אורך התור כפונקציה של מס' השרתים ורמת התעסוקה המוחלטת

בגרף 8.1 (גרף צפף) ניתן לראות את השפעת מספר יחידות השרות על רמת השרות. עבור תעסוקה מוחלטת של 2.91 יש צורך במינימום של 4 יחידות שרות על מנת לעמוד ברמת שרות סבירה, ותרומתה לשיפור רמת השרות של כל יחידת שרות נוספת מעבר לשישית היא שולית.

3.8. מודל סימולציה

המודלים האנליטיים שהוצגו בפרקים הקודמים מתייחסים למערכת השרות בנמל כאל קופסא שחורה. פרופיל השרות שעוברת אניה (ראה עמוד 22) מצטמצם במודלים האנליטיים ליחידת שרות מופשטת הכוללת ניתוב ושרות. מידול אנליטי של נתב המשרת הן אניות נכנסות לנמל והן אניות עוזבות, לא יתכן תחת רשת Jackson ולכן הינו מורכב למדי. במודל סימולציה, לעומת זאת, מידול המשאב המשותף (ניתוב פנימה והחוצה) הינו פשוט.

נבנתה תוכנית סימולציה בתוכנת ARENA 2.0 בשפת SIMAN (ראה נספח 12.4). המודל מבוסס על שני שרתים שלפניהם תור אינסופי. אחד השרתים הוא הנתב והשני הוא יתר שרותי הנמל. מודל הסימולציה מאפשר לעקוב אחר התפתחות כל שלב בפרופיל השהיה של אניות המכולה. כאשר אניה מגיעה למערכת, הנתב (אם פנוי) מנתב את האניה לתוך הנמל. האניה מצטרפת לתור השרת השני עד שזה מתפנה. בתום שרות השלב השני, הנתב (שוב אם פנוי) מנתב החוצה.

תהליכי ההגעה והשרות (ניתוב פנימה, שרתים ברציף, ניתוב החוצה) מוגדרים במודל הסימולציה על ידי ההתפלגויות שאופינו בתכנת ה- ARENA מנתוני הנמל וצים.

המודל דימה את פעילות הנמל עבור אניות מכולה במשך שנתיים. תוצאות הסימולציה התאימו לעולה מהניתוח האנליטי ברמת דיוק של 98% והעלו כי מספר יחידות השרת במערכת שרות אניות המכולה הקיימת הוא 3.85. מספר זה תומך במסקנה שהנמל פועל בחסר של כ- 16% יחידות שרת מן הרמה הנורמטיבית. על מנת לעמוד בסטנדרטים שהותוו על ידי הנמל (שעת המתנה אחת) ידרש שיפור משמעותי עוד יותר.

המשך ניתוח - עבודת הנתב

העומס המוטל על הנתב הוא אחד מן הפרמטרים שניתן לחקור בצורה יסודית יותר לצורך התייחסות במודל עתידי, מעודן יותר מזה שהוצג, או בניתוח צוארי הבקבוק בנמל. מביצוע הניתוח התקבלו הממצאים הבאים:

סה"כ אחוזי עבודת הנתב (סך הזמן נטו מתוך היממה) הם 28.8%.
מניתוח התפלגות העומס לאורך היממה התקבלו התוצאות הבאות:

משמרת בוקר 28%
משמרת צהריים 46%
משמרת ערב 29%

הנתונים שלעיל משקפים את זמן העבודה של הנתב, ולא בהכרח את העומס על מערכת השירות. כפי שנראה בפרק 6, עיקר ההגעות מתרכזות בשעות הבוקר ולכן אם תהיה לדוגמה בשעות אלו דרישה לכניסה לנמל, אזי שעות אלו יהיו שעות עומס. מהשוואה בין הנתונים שלעיל ובין העומס, ניתן לנתח את הדרישה לנתב לעומת ההיצע.

הנתונים שבעזרתם התבצע הניתוח, מתייחסים לזמני העבודה הישירים של הנתב, מרגע עלייתו לאנייה ועד ירידתו ממנה. הנתונים אינם מתייחסים לעבודה נלווית נוספת כמו זמן ההגעה לאנייה, תדריכים לאנשי הצוות (במידה ויש כאלו) ועבודות נלוות נוספות.

ע"פ נתוני הנמל עיקר העומס על מערכת השירות הנו בשעות הלילה ובשעות הבוקר המוקדמות. לצורך זה התווסף נתב נוסף בשעות אלו (בתקופת נתוני המחקר עבד נתב אחד בלבד).

הנתונים שעלו מן המחקר מעידים כי מירב העבודה הישירה נעשתה בתקופה זו במשמרת הצהריים. על סמך נתונים אלו, ניתן להניח כי הנתב אינו מהווה את צוואר הבקבוק במערכת (יחידת השרת שהוגדרה לעיל).

על מנת למצוא את זמני עבודת הנתב נבחרו התאריכים הכוללים את מירב הנתונים אודות זמני הניתוב. הזמנים סוכמו והערך שהתקבל היה כ- 23% זמן עבודה. על מנת לשפר את התוצאה ולקבל תוצאה הקרובה יותר למציאות הוכפל הממוצע שהתקבל במספר הערכים החסרים, במילים אחרות, עבור כל ערך חסר הוסף הערך הממוצע. תהליך זה התבצע בנפרד עבור ניתוב לתוך הנמל וניתוב החוצה מן הנמל. המספר שהתקבל נותן הערכה טובה יותר. כל הפרמטרים רוכזו בטבלה הבאה: (כל נתוני הזמן ניתנים בשעות, דקות, שניות).

shifting	ניתוב החוצה	ניתוב פנימה	
71:25:00	155:16:00	335:01:00	זמן נתון
-	139	136	מס' נתונים חסר
0:29:58	0:16:33	0:32:57	ממוצע
-	38:20:03	74:41:32	זמן חסר
71:25:00	193:36:03	409:42:32	זמן כולל מוערך
143	702	746	סה"כ נתונים
	08:10 10/4/95	17:40 2/1/95	בין התאריכים:
		674:43:35	סה"כ שעות עבודה נתב
		2342:30:00	סה"כ שעות בין הזמנים
		28.80%	סה"כ אחוזי עבודה

9. מחקרי המשך

הפרויקט בו התחלנו הנו רחב ומצביע על כיווני המשך שמפאת קוצר הזמן נאלצנו לזנוח.

להערכתנו, ראשית יש לאסוף נתונים על תקופה ארוכה יותר, ולבחון הקמת מערכת איסוף נתונים ממוחשבת שתשרת את הנמל ולקוחותיו לשימושים עתידיים. היות והנמל כולו פועל דרך עמדת התצפית, שלה אמצעי הקשר עם האניות ועם מחלקות הנמל האחרות כדאי למחשב עמדה זו. כיווני המשך :

1. עידון המודל שהצגנו. ע"י מחקר מעמיק יותר ניתן להפריד את ה"שרתים" שיצרנו לשרתים יותר מציאותיים כמו נתבים מנופים, שטחי אחסון ואורכי רציף. בסעיף 7.3 התחלנו בכיוון זה.

ניתוח של כל שלב יכול להיות פרויקט בפני עצמו, ובייחוד שלב השירות הכולל בתוכו שטחי אחסון, רציפים, ציוד נוסף. שלב זה ניתן לפרוט לשלבים עדינים יותר כמו הכנת האניה לפריקה ע"י הצוות, פריקה, הכנת האניה להפלגה, וכן הלאה.

2. מחקר השוואתי של הפרמטרים שהצגנו לפרמטרים מקובלים בעולם על מנת לזהות נקודות בעיתיות. מחקר שכזה יזהה את הנקודות שכדאי לחקור בצורה מדוקדקת יותר, ויאפשר מתן פתרונות אפשריים.

3. מחקר העוסק בתכנון ע"פ הצפי. כפי שהוזכר בפרקים הראשונים, לא נעשה כל שימוש בידע המוקדם אודות הגעת אניות, אלא רק ביום הקודם. ניתן לבצע ניתוח של נתוני הצפי והתאמתם למציאות, תכנון נכון יותר של המידע המתבקש והזמן הטוב ביותר לקבלו.

4. ניתוח רגישות של גודל התור ביחס לניצולת הרציפים. (בעולם מקובל כ- 50%, בעוד שבנמל חיפה על פי ההערכות שהתקבלו הניצולת כ- 70%) ניתוח שכזה יאפשר מציאת אורך הרציפים האופטימלי.

5. בניתוחים שהוצגו בפרויקט הנוכחי היו לשיקולים סטטיסטיים כגון תלות בין הזמנים השונים משקל נמוך למדי. לא מן הנמנע, למשל, כי משך ניתוב אוניה לתוך הנמל קשור קשר סטטיסטי למשך ניתובה החוצה. משיחה שקיימנו עם פרופ' אילה כהן (תעו"נ - הטכניון) השתכנענו כי יש מקום לבדוק קיום תלות בנתוני המחקר ולאמץ שיטות דגימה חלקית (Censored Sampling) בהתאם.

10. סיכום

המטרה המרכזית של הפרוייקט היתה לימוד אופן ביצוע פרויקט בהנדסת תעשייה בכלל ובחקר ביצועים בפרט. בתקופה זו נערכו מפגשים עם אנשים רבים, התנסו בקושי בתיאום עם גורמים רבים, למדנו כי למצב נתון פרשנויות רבות ומגוונות, וכי מפגשים עם אנשי שטח שאינם מן הדרגים הניהוליים יכולים לספק אינפורמציה ייחודית. כלקח לעתיד למדנו כי עבודת הכנה טובה ויסודית היא תנאי הכרחי להמשך עבודה יעיל ונכון ויחסוך טעויות וכיווני עקר. אנו יכולים לאמר כי פרויקט זה אכן השיג את המטרה הלימודית, ותרם לנו רבות מבחינה מקצועית.

מטרות הפרוייקט היו:

אפיון "פרופיל שהיה של אניה", ממוצעים, סטיות תקן והתפלגויות.
ניסיון בניית מודל אנליטי שיממש את המערכת ויאפשר ניתוחי רגישות.

שלבי ביצוע הפרוייקט:

- חיפוש ולימוד חומר תיאורטי רלוונטי.
- מפגשי הכרות עם אנשים הקשורים למערכת. (צים, נמל וכו')
- לימוד דרך פעולת המערכת ותיאורה באופן איכותי.
- חיפוש מקורות נתונים
- איסוף נתונים (צים ונמל)
- ניתוח המצב הקיים על סמך בסיס הנתונים שהוכן.
- אימות התוצאות וקבלת משוב מן הגורמים המעורבים.
- בניית מודל אנליטי ראשוני (המאפיין באופן כללי את המערכת)
- ניתוחי רגישות על סמך המודל
- הרצת סימולציה המדמה את המערכת לצורך אימות המודל האנליטי.
- כתיבת הדו"ח

להלן התוצאות העיקריות כפי שעלו בפרוייקט:

אפיון מערכת השרות:

מרכיב (שעות)	כלל האוניות	אוניות מטען	אוניות מכולה
המתנה	17.98 (~30%)	19.23 (~30%)	13.92 (~30%)
ניתוב פנימה	0.55 (~1%)	0.57 (~1%)	0.51 (~1%)
שרות	40.31 (~67%)	42.68 (~67%)	30.93 (~66%)
המתנה לנתב	1.29 (~2%)	1.36 (~2%)	0.98 (~2%)
ניתוב החוצה	0.28 (~1%)	0.28 (~1%)	0.25 (~1%)
סה"כ	60.41	64.12	46.59

לנתוני אניות המכולה בוצע ניתוח מעמיק ואופיינו ההתפלגויות הבאות:

מרכיב (שעות)	ממוצע	סטיית תקן	התפלגות
המתנה	13.92 (~30%)	18.8	GAMMA(0.005,4.17)
ניתוב פנימה	0.51 (~1%)	0.26	GAMMA(1.56,0.39)
שרות	30.93 (~66%)	31.96	EXP(0.036)
המתנה לנתב	0.98 (~2%)	1.61	LOGNORMAL(0.04,0.07)
ניתוב החוצה	0.25 (~1%)	0.1	BETA(6.99,20.08)

להלן ניתוחי המודלים השונים:

(יחידת שרת מייצגת קומבינציה של משאבי הנמל כגון רציפים, מנופים ועוד)

	מודל אנליטי (M / M / m / ∞)	מודל אנליטי (G / G / m / ∞)	סימולציה
מס' יח' שרת קיימות	3.98	4.36	3.92
מס' יח' שרת רצויות ($\rho + \sqrt{\rho}$)	4.62	4.62	4.62
סטייה	16%	6%	16.5%

ממוצע מספר אניות המכולה בתור לפי המודל האנליטי הנו 1.45 (מספר כלל האניות גדול יותר כמובן). בהנחה שהעלות הממוצעת ליום המתנת אנייה הנו \$14,500, מסתכמת עלות המתנת אניות המכולה בלבד לכדי \$M 7.6. שרות ברמת שרות רצויה תקצר את משך ההמתנה הממוצע בכ- 54% לכדי 6.44 שעות ותחסוך כ \$M 4.1 לשנה עבור אניות מכולה בלבד! לשם הדגשה, יעדי שרות הנמל גבוהים מרמת השרות המצויינת כאן.

הניתוחים וההוצאות שהוצגו לעיל מאירים את הצורך במחקרי המשך אשר יתמקדו בכיוונים שונים. הכיוון המרכזי הוא העמקת ועידון המודל האנליטי שהוצג ו"פיצוץ" יחידת השרת לכדי מרכיביו האמיתיים.

11. ביבליוגרפיה

- Ashford, Norman. *Level of Service Design Concept for Airport Passenger Terminals - a European View*. Transportation Planning and Technology, Vol. 12, pp. 5-21, 1988.
- Baker, K. R. *Introduction to Sequencing and Scheduling*. Wiley, New York, 1974.
- Daganzo, Carlos F. *The Crane Scheduling Problem*. Transportation Research (B), Vol. 23B, No. 3, pp. 159-175, 1989.
- Frankel Ernst G. *Port Planning and Development*. John Wiley & Sons, New York, 1987.
- Kiesling, Max K. and Walton, Michael C. *Time-Motion Analysis of Wharf Crane Operations*. Transportation Research Record 1383, pp. 24-30, 1988.
- Newell, G. F. *Applications of Queuing Theory*. Ed. 2, Chapman&Hall, London, 1982.
- Waterways Nicolaou S. *Berth Planning by Evaluation of Congestion and Costs*. Journal of and Harbour Division 93. Proceedings Paper 5577, pp. 107-132, 1967.
- Sabria F. and Daganzo, Carlos F. *Approximate Expressions for Queuing Systems with Scheduled Arrivals and Established Service Order*. Transportation Science, Vol. 23, No. 3, pp. 159-165, Aug. 1989.
- Soros P. and Zador A. *Port Planning by Computer Simulation*. Ports'77. ASCE Symposium, pp. 530-548, 1977.
- Tarr G. and Crook G. *Numerical Aids to the Planning of Berth Capacity*. *The Dock and Harbour Authority*, Vol. LIX, No. 699, pp. 304-308, 1979.
- Zografos, Konstantinos G. and Martinez, Washington. *Improving the Performance of a Port System through Service Demand Reallocation*. Transportation Research (B), Vol. 24B, No. 2, pp. 79-97, 1991.

טיוטת תוכנית פיתוח נמל חיפה (95)

דו"ח רשות נמלים ורכבות - המתנות תפעוליות 1994.

דו"ח טעינת מכולות לייצוא -אניית צים קנדה 9/94.

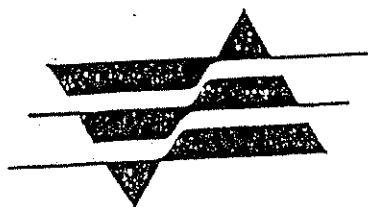
דפי נתוני אניות. תצפית נמל חיפה - ינו' 95 אפר' 95.

12. נספחים

נספחים

1. 12. נספח - התור התפעולי

התור התפעולי



לשכת הספנות הישראלית
ח י פ ה
27.11.1994
חברת הימאות
H A I A

רשות הנמלים והרכבות
המשרד הראשי

תפ-תפעול. 908/א

1/11/94

רעיון הנמלים והרכבות

נמל חיפה

תור תפעולי - קדימויות בסדר הקצאת מינוגשים לאניות בנמל חיפה

מכיוון הסמכויות המוקנות למנהל נמל על-פי חוק רשות הנמלים והרכבות, התשכ"א-1961, פקודת הנמלים (נוסח חדש), התשל"א - 1971 ותקנות הנמלים התשל"א 1971, הריני מביא בזאת לידיעת בעלי האניות וסוכניהם כי החל מתאריך 1.11.94 יחולו בנמל חיפה ההסדרים הבאים, לגבי תור תפעולי וקדימויות בסדר הקצאת מינוגשים לאניות וזאת בכפוף להוראות הכלולות בתקנות הנמלים, התשל"א-1971.

לוח קדימויות

סוג חנייה או המטען	קבוצת קדימות
1. אניות עם מטען במחזורי. 2. אניות נוסעים. 3.* אניות מכולה מתמחות בקווי צפון אמריקה (אניות המפליגות אל (מצפון אמריקה) הפורדות בישראל את נמל חיפה בלבד. 4. אניות מונמחות (מכולות וגלנוע). 5. אניות עם מטענים מתכלים (יבוא/יצוא).	א
אניות צובר בחופנים או אניות אשר לפחות 90% ממטעניהן אחודים (בתנאי שהמטען יישאר אחוד בכל תהליך השינוע בנמל) ו/או יחידות מטען של לפחות 2 טון ליחידה ובתנאי שסיווג המטען באוניה מאפשר עבודה רצופה ללא עיתוקים ותמרונים. אניות שעיקר מטעניהן בולי עץ במינגש הסתמחה בלבד.	ב
אניות עם מטענים לא אחודים: שקים, חביות, עץ נסור לסוגיו, מטען כללי, מתכות למעט מתכות כאסור בקבוצת קדימות ב'.	ג

* קדימות זו תשיפה עד למועד השלמת הקטע החדש (300 מ') ברציף המכולות המזרחי והפעלת 2 מנופי גשר ו - 4 מנופי שער נוספים. לאחר מועד זה ייקבעו כללי התור בהתאמה לתנאים.

2.12. נספח - גרפים של התפלגויות נתוני המחקר (ע"פ הרצת SIMAN).

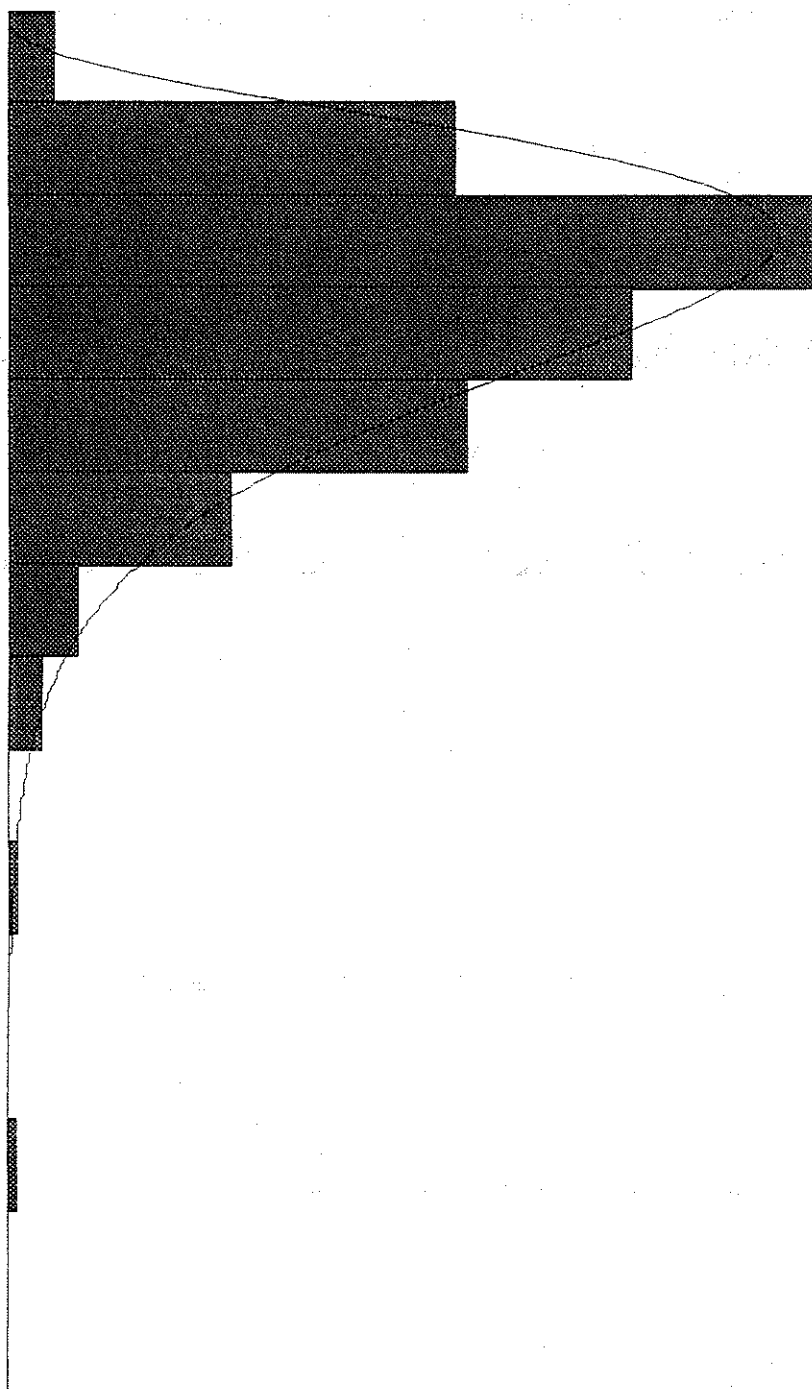
גרפים של התפלגויות נתוני המחקר

1. המתנת אניות מכולה מחוץ
לנמל.

2. ניתוב אניות מכולה לתוך
הנמל.

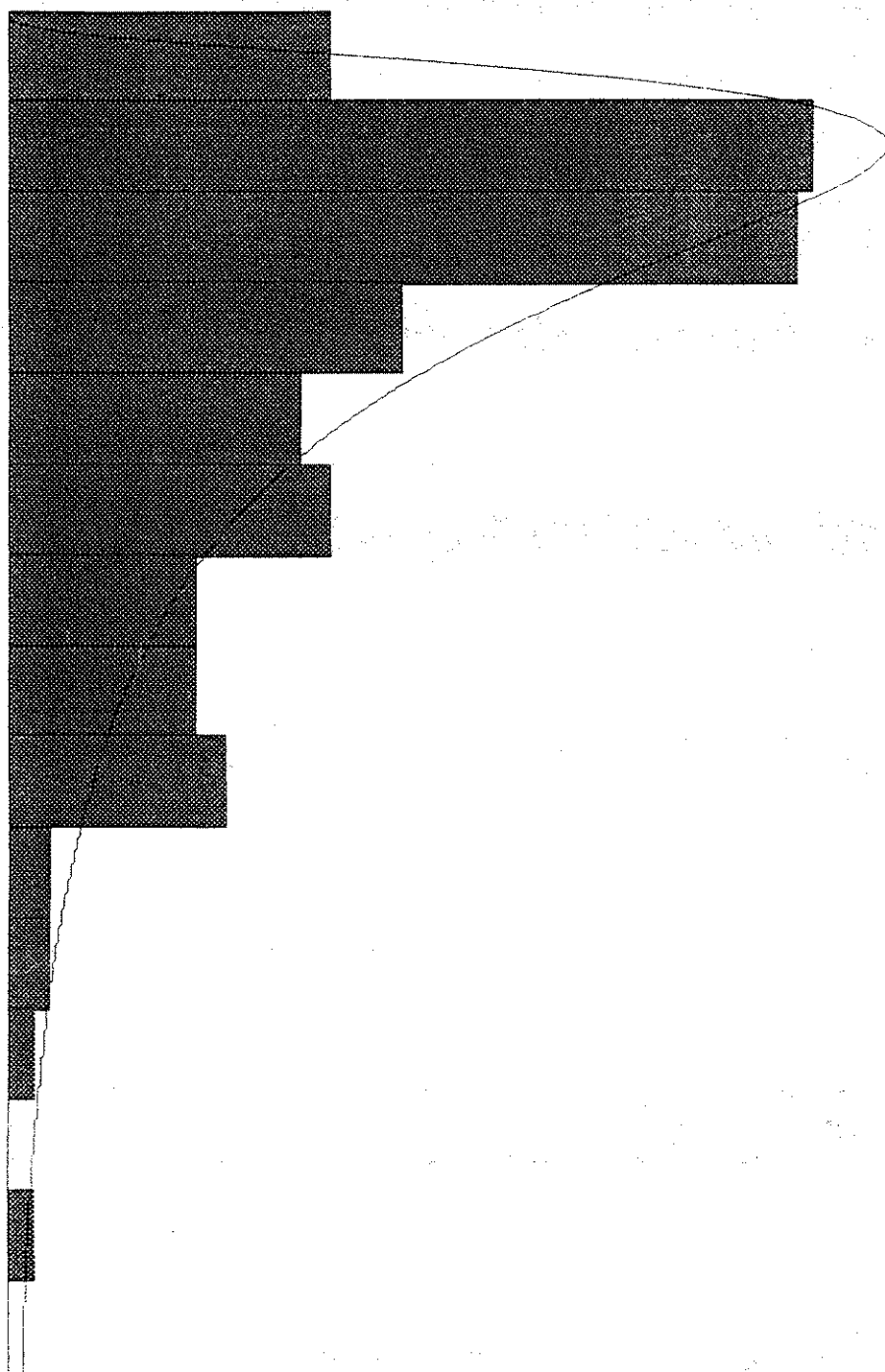
3. שהיית אניות מכולה ברציף.

REAL data Data pts = 233 Interval = 15 Range = 0 to 0.1
 Mean = 0.02141 StdDev = 0.01079 Min = 0.003472 Max = 0.08403
 GOMMA DISTRIBUTION: GOMMA(0.00513, 4.171)
 Sq Error = 0.003192 Chi Sq: p = 0.125 KS: p = 0.15



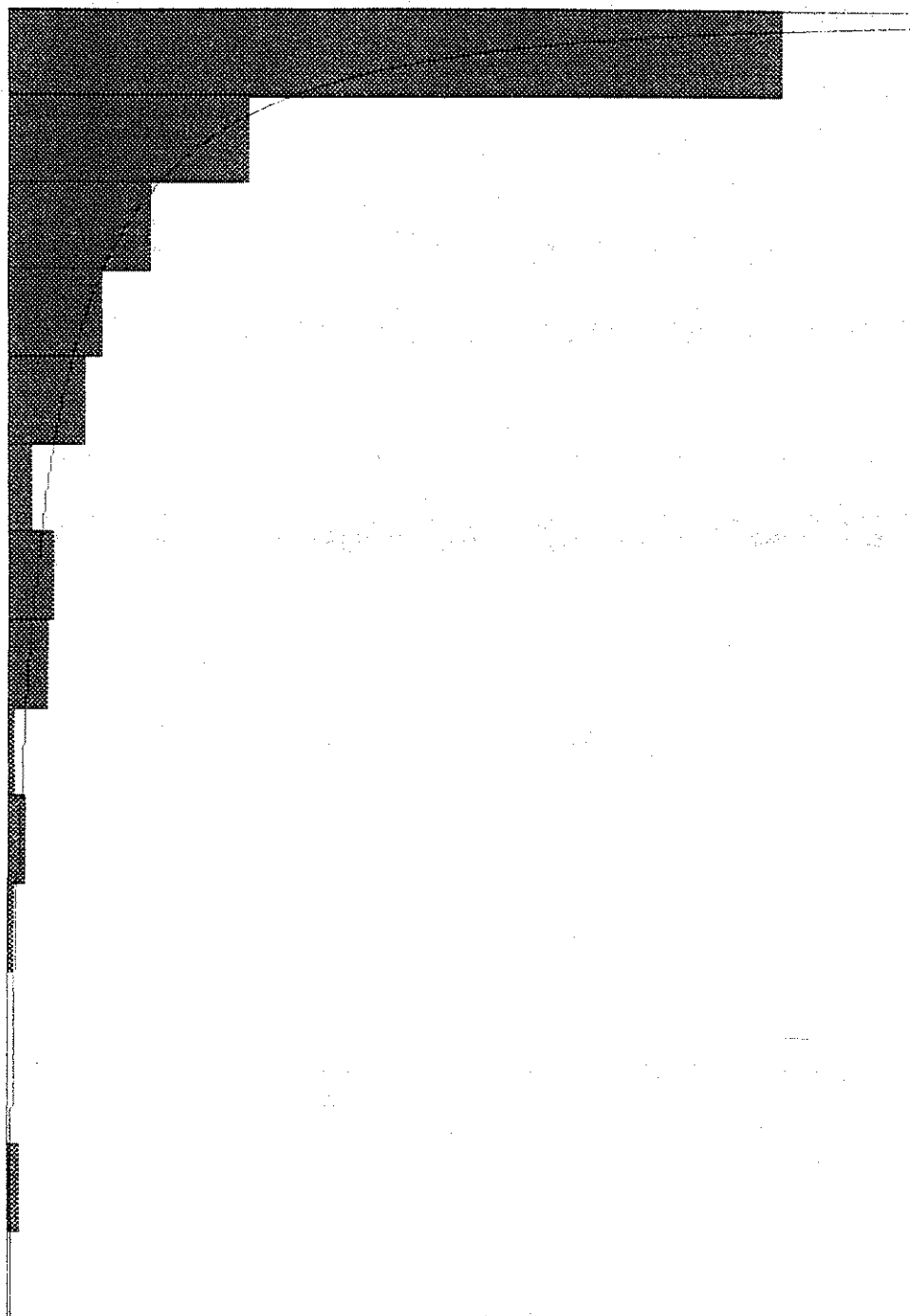
1. המתנת אניות מכולה מחוץ
 לנמל.

RCL data Data file = 251 Intervals = 15 Range: 0 to 4.96
 Mean = 1.23 StdDev = 0.8739 Min = 0.05944 Max = 4.92
 LOGNORMAL DISTRIBUTION: LOGN(1.29, 1.24)
 Std Error = 0.004173 Chi Sq. p < 0.005 KS p > 0.15



2 . ניתוב אניות מכולה לתוך
 הנמל.

REQ. data Data n = 247 Intervals = 15 Range = -0.001 to 4.78
 Mean = 0.6057 StdDev = 0.7846 Min = 0 Max = 4.34
 GAMMA DISTRIBUTION -0.001 - Gamma(1.56, 0.3901)
 Sa Error = 0.007769 Chi Sq p = 0.04659 K-S p = 0.01



3. שהיית אניות מכולה ברציף.

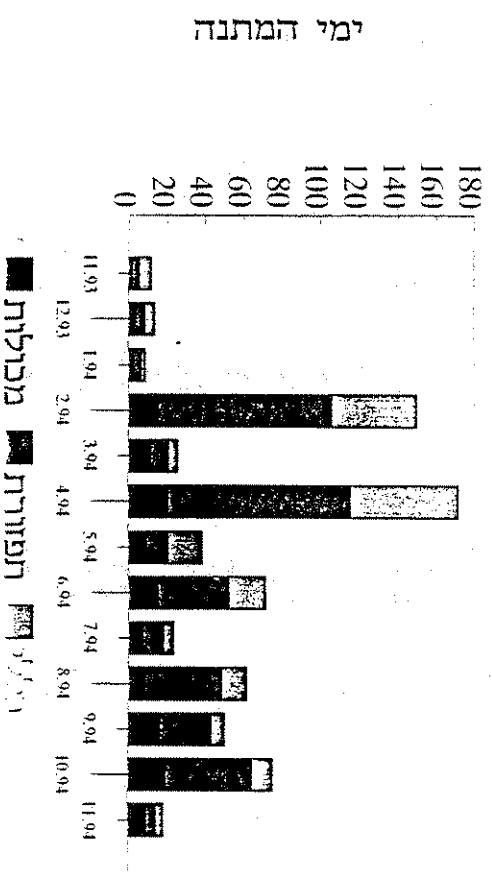
3. 12. נספח - העתק מדו"ח של רשות הנמלים והרכבות על המתנת אניות.

דו"ח רשות הנמלים והרכבות על המתנת אניות (נוב' 94)

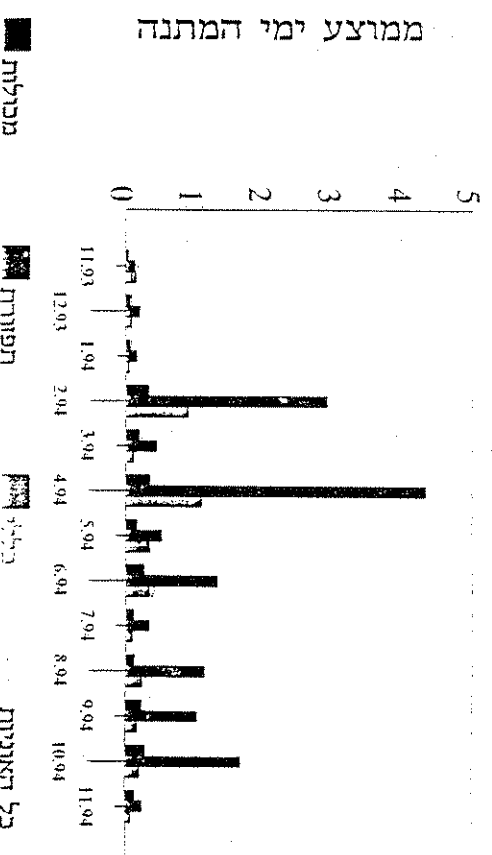
המתנה תפעולית – חודש נובמבר 1994 נמל חיפה

ממוצע ימי המתנה לאונייה	סד"כ ימי המתנה	מספר אוניות לפי ימי המתנה					מס' אוניות עם המתנה	מס' אוניות בלי המתנה	סד"כ אוניות	סוג מטען
		0 ימים	1-4 ימים	3 ימים	2 ימים	1 יום				
0.1	10	0	0	0	1	8	9	63	72	אבולות
0.3	5	0	0	0	1	3	4	16	20	תפוזות
0.1	4	0	0	0	1	2	3	47	50	כללי
0.1	19	0	0	0	3	13	16	126	142	סד"כ באחוזים
		0.0%	0.0%	2.1%	9.2%	11.3%	88.7%	100.0%		

סד"כ ימי המתנה תפעולית



המתנה תפעולית – ממוצע ימי המתנה לאונייה



1994 - 1997

ממוצע ימי ממנוע ימי	סד"כ ימי המנוחה	מספר אוניות לפי ימי המנוחה					מס' אוניות עם המנוחה	מס' אוניות כלי המנוחה	סד"כ אוניות	סוג מטען
		+4 ימים	3 ימים	2 ימים	יום 1	יום 2				
0.2	142	0	1	7	125	133	574	707	מכולות	
1.3	374	36	11	26	59	132	156	288	תפוזות	
0.3	184	4	9	32	76	121	422	543	כללי	
0.5	700	40	21	65	260	386	1152	1538	סד"כ	
		2.6%	1.4%	4.2%	16.9%	25.1%	74.9%	100.0%	באחוזים	

1993 - 1997

ממוצע ימני	סדר"כ	מספר אוניות לפי ימני המתנה					מס' אוניות עם המתנה	מס' אוניות בלי המתנה	סדר"כ אוניות	סוג מטען
		+4 ימים	3 ימים	2 ימים	1 יום					
0.2	144	0	7	22	79	108	552	660	מברלות	
0.8	193	15	17	22	27	81	156	237	תפוחות	
0.2	115	1	5	19	54	79	399	478	כללי	
0.3	452	16	29	63	160	268	1107	1375	סדר"כ	
		1.2%	2.1%	4.6%	11.6%	19.5%	80.5%	100.0%	סדר"כ באחדות	

4.12. תוכנית הסימולציה

תוכנית הסימולציה בשפת SIMAN

33\$ CREATE, 1:EXPO(0.4):MARK(TimeIn);
 73\$ STATION, ENTRY;
 24\$ TRACE, -1,"-Arrived to system at station ENTRY\n";
 70\$ ASSIGN: Picture=Default;
 49\$ DELAY: 0.;
 19\$ TRACE, -1,"-Transferred to next module\n";
 43\$ DELAY: 0.00:NEXT(5\$);

5\$ TRACE, -1,"-Making assignments\n";
 74\$ ASSIGN: ST=0:NEXT(7\$);

7\$ BRANCH, 1:If,St==1,2\$,Yes:
 If,ST==0,1\$,Yes; NITUV LE SHERUT O

HACHUTSAH

2\$ TRACE, -1,"-Making assignments\n";
 75\$ ASSIGN: processtime=0.0104:NEXT(3\$);

3\$ STATION, natav;
 101\$ TRACE, -1,"-Arrived to station natav\n";
 138\$ DELAY: 0.;
 94\$ TRACE, -1,"-Waiting for resource natav_R\n";
 179\$ QUEUE, natav_R_Q;
 178\$ SEIZE, 1:natav_R,1;
 TRACE, -1,"-Delay for processing time
 EXPO(processtime)\n";

177\$ DELAY: EXPO(processtime);
 93\$ TRACE, -1,"-Releasing resource\n";
 176\$ RELEASE: natav_R,1;
 110\$ DELAY: 0.;
 87\$ TRACE, -1,"-Transferred to next module\n";
 170\$ DELAY: 0.000:NEXT(0\$);

0\$ TRACE, -1,"-Choosing from 2 options\n";
 180\$ BRANCH, 1:If,st==0,SHERUT,Yes:
 Else,DEPART,Yes;

SHERUT STATION, SHERUT;
 206\$ TRACE, -1,"-Arrived to station SHERUT\n";
 243\$ DELAY: 0.;

199\$ TRACE, -1,"-Waiting for resource SHERUT_R\n";
 284\$ QUEUE, SHERUT_R_Q;
 283\$ SEIZE, 1:SHERUT_R,1;
 TRACE, -1,"-Delay for processing time
 EXPO(1.29/3.89)\n";
 282\$ DELAY: EXPO(1.29/3.89);
 198\$ TRACE, -1,"-Releasing resource\n";
 281\$ RELEASE: SHERUT_R,1;
 215\$ DELAY: 0.;
 192\$ TRACE, -1,"-Transferred to next module\n";
 275\$ DELAY: 0.000:NEXT(6\$);

6\$ TRACE, -1,"-Making assignments\n";
 285\$ ASSIGN: ST=1:NEXT(7\$);

DEPART STATION, DEPART;
 293\$ TRACE, -1,"-Arrived to station DEPART\n";
 323\$ DELAY: 0.;
 301\$ COUNT: DEPART_C,1;
 296\$ TALLY: TIME IN SYSTEM,Interval(TimeIn),1;
 286\$ TRACE, -1,"-Disposing entity\n";
 294\$ DISPOSE;
 1\$ TRACE, -1,"-Making assignments\n";
 324\$ ASSIGN: processtime=0.02083:NEXT(3\$);

12.5. שקפי הרצאות נבחרים

שקפי הרצאות נבחרים

התעשיינים: העומס בנמלים

פוגע קשות בתעשייה

מאת אבי שוברים
17.5.95

התעשיינים קובלים כי בחודשים הראשונים של השנה נוצר עומס קשה בנמלי הים ותיכון, שגורם לפגיעה קשה בתעשייה. לטענתם, הפגיעה נוצרת בשל עיכובים בקבלת חומרי הגלם, ובשל היטלים שתכנון הספנות מטילות עליהם. בתחילת מאי '95 שיגר מנכ"ל התאחדות התעשיינים, יורם בליזובסקי, מכתב למנכ"ל רשות הנמלים והרכבות, שורר לרר, ובו פירט את טענות התעשיינים. בין היתר טען בליזובסקי כי אחת הסיבות לעומס הוא מחסור במלגות הנדרשות לפריקת המטענים בליזובסקי ציין כי "בתחילת '95, החמיר העומס בנמלים בעקבות אכיפת התקנות המגבילות את משקל המטען המותר להובלה ע"י משאיות. תקנות אלה פוגעות במיוחד במפעלים המייבאים מטענים כבדים, כגון פלדה, עקב מחסור במשאיות מתאימות להובלת מטענים אלה". בליזובסקי המליץ בפני לרר, שרשות הנמלים תצטייד במלגות, וכן שהרשות תקבע כי מסירה ישירה תיחשב עד 72 שעות מפריקת האניה במטרה לאפשר למוכילים גיצול צי המשאיות עד לרכישת משאיות חדשות. התעשיינים דורשים גם את התערבות שר האוצר, אברהם שוחט, ואת התערבותו של שר התחבורה, ישראל קיסר, על מנת להפסיק את מימון גירעונות הרכבת, וההשקעות בתשתית הרכבת על חשבון כס פי רשות הנמלים. כמו כן, מתלוננים התעשיינים כי הממשלה גובה תמלוגים בסך 130 מיליון שקל, ואלה מורידים מיכולתה של הרשות להשקיע בתשתית הנמלים, ובכך להוריד את העומס שנוצר בנמלים.

23 אוניות המתו אתמול מול נמלי חיפה ואשדוד; התור יגיע לשיאו בסוף השבוע

מאת יעקב צלאל

תור האוניות מול נמלי חיפה ואשדוד יגיע לשיאו בסוף השבוע הקרוב ובעת הגיגות המימור נה ביום ראשון. כך העריך אתמול נשיא לשכת הספנות, איתן רפפורט. אתמול המתו מול שני הנמלים 23 אוניות, 15 בחיפה ו-8 באשדוד.

נראה שחלק מבני האוניות העדיפו להפנות את אוניותיהם במשך התג ממל אשדוד לנמל חיפה, משום שבשנים הקודמות היה נמל אשדוד מושבת כמעט לחלוטין בתגים. ואולם השנה, בעקבות מאמצים של הנהלת נמל אשדוד, הוכפל מספר הצור תים העוברים מדי יום בהשוואה לפסח בשנים קודמות, אך הוא עדיין נמוך מהממוצע היומי. כתוצאה מכך המתו אתמול מול אשדוד רק 8 אוניות.

נראה כי ממחר יתחדש הלחץ בנמל אשדוד בשל חופשה בת שלושה ימים וחצי - החל מיום חמישי בצהרונים.

דרישה מרשות הנמלים לפתור את הצפיפות בנמלים

מאת זוהר בלומנקרנץ

איגוד לשכות המסחר פנה אתמול בתביעה לרשות הנמלים לנקוט צעד דים מיידיים שיהיה בהם כדי לפתור את בעיית הצפיפות וההמתנות של האוניות בנמלים. האיגוד הודיע אתמול, כי רשות הנמלים אחראית ישירה לנזקים שנגרמים.

חברות הספנות דורשות פיצוי על עיכובי אוניות בנמל

העיכובים התרבו עקב הלחץ שנגרם מהגדלת הסחר בחודשים האחרונים

2ג הארץ 19.4.95



מזל שנה, בחל המועד פסח.
עובדים נמלי הארץ לקצב עבודה

צפיפות שיא במולים: עשרות אוניות מתחנות בכניסה לאשדוד וחיפה

נשיא לשכת הספנות: הנוקים יגיעו לעשרות מיליוני דולר, צריך להפעיל את הנמלים 24 שעות
ביממה ■ הנתבים דורשים תוספות שכר וזיגות ■ קיסר: שישה נתבים מחזיקים בגרזן 900 עובדים

מאת דוד זוהר

נוקים של עשרות מיליוני דולרים נגרמים ליבוא וליצוא של מדינת ישראל ולתחבורת הספנות בגלל צפיפות גוברת והולכת בנמלים, אשר הגיעה לשיאה הימים אלה. בנמל אשדוד ממתינות עתה מדי יום מחזר לנמל כ-30 אוניות ובנמל חיפה כ-10 אוניות הסבר חניות להכנסתן לרציפים.

לשכת הספנות, שמסרה על היקף הנוקים, קיימה אתמול ישיבת חירום עקב ההתפרה כמעט.

הלשכה מסרה כי הצפיפות החמורה שנוצר בה בנמלים נובעת מגידול בפעילות המדינית ובאחרונה החריפה מאוד בגלל סיכסוך עבודה מתמשך עם הנתבים בנמלים. "המת"

נות כאלו לא נראו בנמלי ישראל זה שנים רבות והנוקים הנגרמים בעסיין לספנות, לתעשייה ולמסחר מסתכמים בעשרות מיליוני דולרים, אמר רב חובל איתי רפפורט, נשיא לשכת הספנות.

רב תייל רפפורט הוסיף שניתן לשפר את המצב ולהקטין את הנוקים לספנות ולמשק אם רשות הנמלים תתארגן מיד לניצול וזר ציפים והצידוק הקיים במשך 24 שעות ביממה. "התארגנות כזו תדרוש גיוס עובדים נוספים, דבר שגם יתרום לתעסוקה במשק", אמר.

שר התחבורה, ישראל קיסר, אמר שהוא לא ישלים עם מצאות שבה אוניות מחזר לנמל ממתינות ימים ארוכים "בגלל אופי עבודתם של הנתבים בנמל". קיסר אמר שאר ניות ממתינות מחזר לנמל בגלל שאין בנמל

צא נתב שיכניס את האוניה אל הרציף ועקב כך משלמים בעלי אוניות רבבות דולרים לר ום המתנה.

קיסר הוסיף כי 6 נתבים בנמל חיפה "מדי וקים בגרזנם 900 עובדי נמל". נציגי ועדי העובדים, לדבריו, קבלו בפניו על עבודת הנתבים.

מנהל נמל חיפה, מנחם זלצמן, אמר: "הנתבים עושים אמנם את עבודתם, אך הם מסרבים כל פעם להיענות לבקשותינו לתגבר מסמרות בעת צפיפות. הם תובעים תגבר איס כספיים שאיננו יכולים להסכים להם".

לדברי זלצמן, כיום ממתינות בנמל חיפה רק 4-5 אוניות מחזר לנמל, אם כי בשבוע שעבר היה יום בו המתו 12 אוניות.

קציני הים מבקשים למנות רב חובל מניו זילנד לבדוק תיפקוד הנמלים

ראשי האיגוד מבקשים

שוועדת המומחים, בראשותו של רב החובל הניו זילנדי, תבחן את צורכי הנמלים בישראל, בהתאם למקובל בעולם

איגוד קציני הים פנה אל שר התחבורה ישראל קיסר בהצעה למנות רב חובל מניו זילנד לראש ועדת מומחים, שתבדוק את

הסענות בדבר תיפקוד הנמלים ואי יכולתם של עובדי הנמלים לפרוק מטענים על פי לוח הזמנים המקובל בעולם.

ראשי איגוד קציני הים מבקשים, שהוועדה תבדוק את מספר העובדים בכל הנמלים, הדרושים לצורך תיפקוד יעיל של הנמלים, בהתאם לקריטריונים המקובלים בעולם.

רב החובל מניו זילנד ג'ים ורני, 63, שימש עד לשנת '91 רב חובל נמל אוך לנד, ובעבר שימש כנשיא איגוד הנתבים הבינלאומי, והוא נחשב לבר סמכא.

ראשי האיגוד גם מבקשים לצרף לוועדה את רב חובל יעקב פינקלסטיין,

שימש בעבר כרב חובל נמל חיפה, ואת מפקד חיל הים לשעבר אלוף (מיל) אברהם בוצר.

הפנייה להקמת ועדה באה בעקבות סענות מצד גורמי ספנות ומסחר, שנגרם להם נזק כספי רב, כתוצאה מכך שאוניות נאלצות להמתין זמן רב עד להכנסתן לעגינה ברציפים. חלק מההאשמות כוון כלפי הנתבים, אולם ראשי איגוד קציני הים טוענים, שהנתבים בנמלי חיפה ואשדוד מחזיקים בשיא עולמי, ומתמרנים אוניות קצב העולה פי ארבעה לפחות מהממוצע העולמי.

יגאל קוצר

שמיר. מי שולט בנמל
שהאוניות יחכו
חל המועד ב-30% מקצב העבודה
עד היום, יום לאחר חג העצמאות

להודיע מראש לבעלי האוניות לעיכובים בה משמעותיים בהם. להתארגן מראש - כי מה כן ליישם להלוטין בשידורי בנמל. הגודל שהוא יכול להסב למסר יד איננו מסכים לתאור זה. לא היה אף יום בו חזו מחזר לנו עם זאת מודה שישן שהיתה בר שחלק ניכר מאוכלוסייה באשדוד ה העובדים לבחן, ואף ניסתה לתגבר את עובדים בנמל אילת.

רי מחזר בממוצעת הציב לתת שיד יכול גם להתארגן מראש לחל המועד : להנהלת הנמל משנים קודמות. בר בפנח הוא לודת לאישו עד שביתת ושרדו על סנקציות: הם לא עובדים יו להבנים מרכיב זה לפנסיה התקציב לשום מספר האוניות שהסילו עוגנו בו נסויה, ועוד הבוק למשק צומח.

שביתת וגם שם גל תור האוניות השבוע איגוד המשתמשים בחצי נפישות על רשות הנמלים, וכך לק שנגרם. לבעלי האוניות, ליבוא

נר חג העצמאות מכל המשק הישראלי חד במשק של התהליך ישלם הגר בא תייקוד חסן והספקה יתאחד.

נתמיה שטרם

"גידול של 108% בימי ההמתנה במולים גורם להפסדים של עשרות מיליוני דולרים

מאת דוד זוהר

ימי ההמתנה של אוניות בנמלי אשדוד וחיפה, הגורמים באחרונה נזקים של עשרות מיליוני דולרים ולראגה רבה ליצוא נים ויבואנים, עלו בתודישיים הראשונה של שנת 1994 כ-108%, כך מסר איגוד המשתמשים בחובלה ימית.

לדברי האיגוד, בנמל אשדוד נרשמו בחודשים ינואר-פברואר השנה 163 ימי המתנה של אוניות, לעומת 905 ימי המתנה בכל שנת 1993. זהו גידול של 108% בנמל חיפה הגידול דומה: 106%.

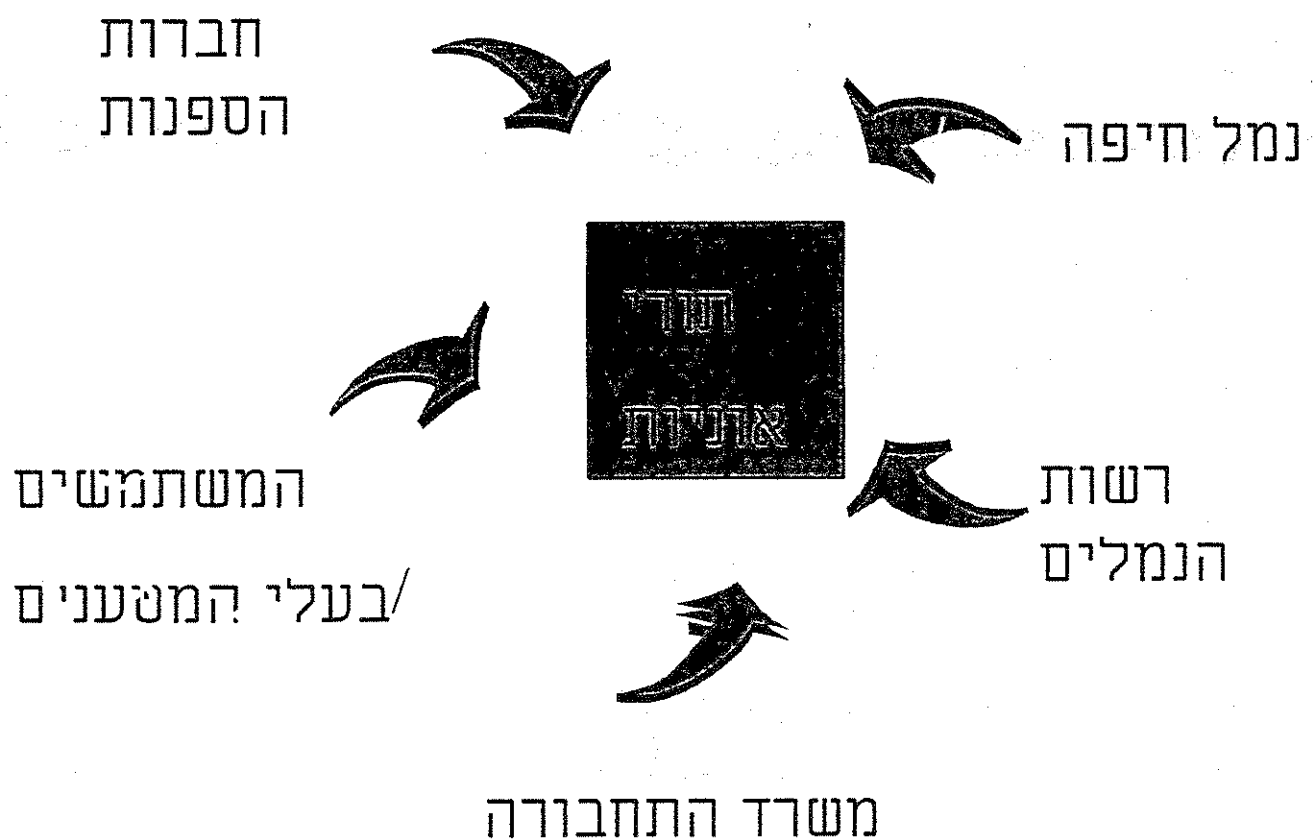
הסיבות שמונה האיגוד הן, בעיקר, גר דול מהותי בתנועת המיסענים בנמלי אשדוד וחיפה, העדר פיתוח מספיק של נתבי

ליים: ירידה של 25% בפריזון העבודה בכל הנוגע לאוניות פרי הדר; עיצומים של עובדים; וגידול במספר אוניות הנוסעים הפוקדות את הארץ.

אולם האיגוד מחזיר שהסיבה העיקרית גובעת מהעדר השקעות מתאימות בפיתוח הנמלים. "נגרמה התדרדרות חמורה באר כות התיפעוליות בנמלים והנוקים הישרדים

מגיעים לעשרות מיליוני דולרים להספנות ולבעלי המיסענים, טוען האיגוד. יבואנים ויצואנים התלוננו ניה האיגוד על הקשיים הנגרמים להם גם מבחינת ציט, מצי מרגנשטין, כי פיתוח הנמלים מפגר בכדי שנים. מרשות הנמלים נמסר כי רציפי: לוח הדישים נכנים בנמלי חיפה ואשדוד

הכוחות המשחקים



"97" 50-28-00-501

31.5.95

04-442721 7/27/71 50-21-00-180

שם אוניה	סמל	צפי	הגעה	יום	שעה יום	עגינה	רציף	רציף 2	רציף 3	רציף 4	עזיבה	המחנה	מסלול
zim antwer	cont		12/16/94 14:15	6	14	12/16/94 20:45	16				1/3/95 1:30	0.27083333	4.7708333
luylian	bulk		12/21/94 8:45	4	8		kis				1/2/95 20:50	-34689.3546	0.3263889
stranga	bulk		12/21/94 16:35	4	16		o/a	kis			1/5/95 22:35	-34689.691	2.9548611
zanet	gen		12/24/94 15:30	7	15							-34692.6458	2.7222222
sailih	bulk		12/27/94 8:50	3	8		7				1/1/95 20:30	-34695.3681	0.1111111
tassus	bulk		12/27/94 11:30	3	11						12/30/94 17:45	-34695.4792	0.6875
komrno	bulk		12/28/94 4:00	4	4		o/a	2	kis		1/5/95 14:05	-34696.1667	0.0416667
ariel	gen		12/28/94 5:00	4	5		4					-34696.2083	0.4722222
paul buck	oil		12/28/94 16:20	4	16	12/29/94 10:30					12/30/94 23:30	0.75694444	0.4305556
liberthwave	bulk		12/29/94 2:40	5	2		o/a					-34697.1111	0.4930556
med ferry	ro-ro		12/29/94 14:30	5	14						12/30/94 20:10	-34697.6042	0.6284722
entermodia	cont		12/30/94 5:35	6	5		11					-34698.2326	0.09375
zim canada	cont		12/30/94 7:50	6	7	12/30/94 9:05	15				1/2/95 22:45	0.05208333	0.0069444
yohi	cont		12/30/94 8:00	6	8						12/31/94 15:10	-34698.3333	0.0416667
lisbon	cont		12/30/94 9:00	6	9	12/30/94 12:06	11				1/1/95 20:25	0.12916667	0.1736111
zim africa	multi		12/30/94 13:10	6	13	12/31/94 10:00	kis	s.y.	15			0.86805556	0.3090278
ugur izik	bulk		12/30/94 20:35	6	20		1				1/2/95 17:00	-34698.8576	0.1388889
labor	bulk		12/30/94 23:55	6	23		o/a	2	1			-34698.9965	0.5381944
ararat	bulk		12/31/94 12:50	7	12		7				1/2/95 20:15	-34699.5347	0.0069444
alexandria	gen		12/31/94 13:00	7	13		kis				1/2/95 18:45	-34699.5417	0.2395833
antwerpen	cont		12/31/94 18:45	7	18						1/3/95 5:40	-34699.7813	0.7083333
magica	bulk		1/1/95 11:45	1	11		o/a					-34700.4896	0.125
schulau	cont	1/1/95 13:00	1/1/95 14:45	1	14		14				1/2/95 21:35	-34700.6146	0
abu islam	gen		1/1/95 14:45	1	14		o/a				1/2/95 9:00	-34700.6146	0.1458333
entermodia	ro-ro		1/1/95 18:15	1	18		12				1/2/95 15:55	-34700.7604	0.2534722
deniper1	bulk		1/2/95 0:20	2	0		o/a	12			1/3/95 18:15	-34701.0139	0.2152778
gr.ch.come	cont		1/2/95 5:30	2	5		o/a				1/3/95 6:00	-34701.2292	0.0208333
almond	bulk		1/2/95 6:00	2	6		o/a	14			1/5/95 20:30	-34701.25	0.0347222
zim ashdoc	cont	1/2/95 0:00	1/2/95 6:50	2	6	1/3/95 0:48	o/a	16			1/4/95 22:50	0.74861111	0.3819444
camelia	cont	1/2/95 15:00	1/2/95 16:00	2	16	1/3/95 6:10	11				1/4/95 18:30	0.59027778	0.125
zim kenya	cont	1/2/95 22:00	1/2/95 19:00	2	19	1/3/95 2:20	15					0.30555556	0
zim liverpo	cont	1/4/95 0:00	1/2/95 19:00	2	19	1/3/95 2:20	16				1/4/95 20:30	0.30555556	0.3541667
akademik	gen		1/3/95 3:30	3	3		o/a				1/3/95 23:15	-34702.1458	0.2743056
vassily boz	gen		1/3/95 10:05	3	10		12	2	kis	2		-34702.4201	0.5173611
omigre	gen		1/3/95 22:30	3	22		o/a					-34702.9375	0.03125
osogovo	gen		1/3/95 23:15	3	23		o/a	12	10	12	1/9/95 21:00	-34702.9688	0.0138889
pallas	gen		1/3/95 23:35	3	23		3				1/4/95 21:30	-34702.9826	0.0173611
schulau	cont	1/4/95 0:00	1/4/95 0:00	4	0		12				1/4/95 18:55	-34703	0.5208333
ladance	cont		1/4/95 12:30	4	12						1/5/95 5:30	-34703.5208	0.2916667
daniela	cont		1/4/95 19:30	4	19		15				1/5/95 18:35	-34703.8125	0.1180556
zim housto	multi	1/4/95 20:00	1/4/95 22:20	4	22	1/4/95 22:25	3				1/7/95 19:15	0.00347222	0.0694444
crown	cont		1/5/95 0:00	5	0		11					-34704	0.25
admiral dei	cont		1/5/95 6:00	5	6		o/a				1/5/95 20:15	-34704.25	0.0625
kat.borchar	cont		1/5/95 7:30	5	7		11				1/5/95 20:55	-34704.3125	0.3715278
rusi	bulk		1/5/95 16:25	5	16		14	kis			1/11/95 20:55	-34704.684	0.3159722
lyghtining	gen		1/6/95 0:00	6	0		o/a				1/10/95 14:00	-34705	0.0243056
somrovski	bulk		1/6/95 0:35	6	0		kis				1/10/95 18:45	-34705.0243	0.03125
tyrusland	ro-ro		1/6/95 1:20	6	1		kis				1/8/95 15:25	-34705.0556	0.2291667
splendo riv	cont		1/6/95 6:50	6	6		16				1/6/95 15:10	-34705.2847	0
dogiulari	bulk		1/8/95 6:50	6	6		7				1/8/95 20:10	-34705.2847	0.7381111
madien	gen		1/7/95 0:30	7	0						1/9/95 21:35	-34706.0208	0.4131944
h.a.tomba	gen		1/7/95 10:25	7	10		o/a	7			1/10/95 20:40	-34706.434	0.3368056
schulau	cont	1/8/95 0:00	1/7/95 18:30	7	18	1/7/95 18:30	16				1/8/95 15:00	0	0.5486111
ravena brie	ro-ro		1/8/95 7:40	1	7		12				1/8/95 17:45	-34707.3194	0.0416667
jasmin	gen		1/8/95 8:40	1	8		1				1/9/95 20:15	-34707.3611	0.0138889
federal mas	bulk		1/8/95 9:00	1	9		o/a					-34707.375	0.1597222
amur	gen		1/8/95 12:50	1	12		kis				1/9/95 18:00	-34707.5347	0.1736111
emily borcl	cont		1/8/95 17:00	1	17						1/9/95 2:35	-34707.7083	0.0694444
zim italia	cont	1/8/95 18:30	1/8/95 18:40	1	18	1/8/95 22:00	15				1/10/95 23:55	0.13888889	0.4722222
kama	gen		1/9/95 6:00	2	6		2				1/9/95 13:40	-34708.25	0
suz. borchar	cont		1/9/95 6:00	2	6		10				1/9/95 13:15	-34708.25	0.5416667
zim tokyo	cont	1/9/95 19:00	1/9/95 19:00	2	19	1/10/95 23:36	o/a	16			1/12/95 3:45	1.19166667	0.0451389
somrovski	bulk		1/9/95 20:05	2	20		o/a	3			1/12/95 21:10	-34708.8368	0
vishva bari	gen		1/9/95 20:05	2	20		o/a				1/11/95 6:00	-34708.8368	0.0381944
h.lykes	cont		1/9/95 21:00	2	21		11				1/10/95 20:20	-34708.875	0.1770833
oral5	gen		1/10/95 1:15	3	1		2				1/11/95 14:15	-34709.0521	0.0034722
honor river	cont		1/10/95 1:20	3	1		16				1/10/95 22:10	-34709.0556	0.2361111
levnat vess	cont		1/10/95 7:00	3	7		12				1/10/95 21:00	-34709.2917	0.03125
tilia	cont	1/10/95 10:30	1/10/95 7:45	3	7	1/11/95 0:45	o/a	15	11		1/12/95 17:25	0.70833333	0.0104167

