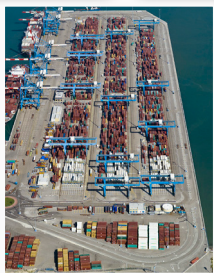


הערכה אסטרטגית ימית לישראל 2019/20

עורך ראשי: פרופ' שאול חורב

עורך והפיק: אהוד גובן



12. האתגרים בהפעלת כלי שיט אוטונומיים בעידן הגלובליזציה – המקרה של אוניות סוחר אוטונומיות

רועי נגלר

שינויים טכנולוגיים היסטוריים בעולם הספנות הובילו בעבר לשינויים רבים בכלכלה העולמית. ייתכן שענף הספנות מתמודד כיום עם טכנולוגיה 'משבשת'¹ בדמות טכנולוגיות אוטונומיות² שיש לה פוטנציאל לשנות את שוק הספנות העולמי ולהשפיע באופן ניכר על הכלכלה העולמית.

מטרת הפרק לסקור את המצב הקיים בתחום הספנות המסחרית האוטונומית, את האתגרים בתחום לצד הפוטנציאל הכלכלי, חברתי ופוליטי של התפתחות זו.

מבוא – חברה, טכנולוגיה ואוטונומיה

השפעות הטכנולוגיה האוטונומית על החברה, היכולת להחדיר טכנולוגיה זו לחברה האנושית וההשלכות שיש להכנסתה החלו להיחקר כבר בסוף המאה ה-19 עם הכנסת היכולת האוטומטית (מכונות אשר מבצעות מספר פעולות קבועות מראש ללא התערבות מפעיל) למכונות הטקסטיל, והחלפת פועלים על ידי ביצוע משימות במכונות.³ כבר עם הופעת טכנולוגיה זו התחבטו בהשפעותיה על החברה הוגי דעות כגון אדם סמית' וקארל מרקס. עיקר השאלות שעלו היו אם הצורך בכוח האדם ירד, אילו התנגדויות יתעוררו ואם הטכנולוגיה בסופו של דבר אכן תצליח להחליף את האדם. שאלות אלו מצביעות על הקשר העמוק בין טכנולוגיה לחברה.

טכנולוגיה חדשה מעוצבת בידי החברה האנושית המפתחת אותה, אך משחדרה לתוך החברה הטכנולוגיה מעצבת את החברה.⁴ היכולת לשלב טכנולוגיה היא תוצאה של מאבקי כוח ומשאים ומתנים בין גופים שונים בתוך החברה, בה בשעה שכל גוף מושך לכיוון אשר יקדם את האינטרס שלו. התוצאה הסופית של כניסת הטכנולוגיה היא שהגוף שהצליח

1 חדשנות משבשת (באנגלית: Disruptive Innovation) היא מונח שמקורו בעולם הטכנולוגיה המתאר חדשנות אשר מובילה ליצירת שוק חדש, ובמשך הזמן גורמת לשיבוש של השוק הקיים (המסורתי) עד להפיכת הקטגוריה החדשה לדומיננטית תוך דחיקתה והחלפתה של הקטגוריה המסורתית.

2 מערכת אוטונומית היא מערכת המבצעת את משימתה באופן עצמאי לחלוטין או עצמאי למחצה או מפוקח supervised, תוך שהיא פועלת בתנאי אי-ודאות. המערכת מגיבה בהתאם למצב הקיים, וזאת בניגוד למערכת אוטומטית החוזרת ומבצעת את אותה הפעולה ללא תלות בסביבה.

3 Moraes-Neto, Benedito. 2004. 'Automation and Labor: Is Marx Equal to Adam Smith'. Rethinking Marxism 16 (4): 407–22. <https://doi.org/10.1080/0893569042000270898>

4 Enduring, T H E, and Dilemmas of. 1995. 'TECHNIQUE Langdon', 67–72.

לקדם את רעיונותיו בדרך הנכונה ביותר הוא שייעצב את הטכנולוגיה שתיכנס, ולא דווקא הצורך האמיתי שיביא ליעילות ולרווחת הכלל.⁵ זאת כאשר לתוך התחום חודרים מרכיבים נוספים של לאומיות, ביטחון לאומי וכלכלה גלובלית אשר מעלים את רמת המורכבות של האינטראקציה בין השחקנים.

תעשיית הספנות היא דוגמה למבנה חברתי-כלכלי המורכב ממספר רב של שחקנים בעלי אינטרסים שונים ממדינות שונות.⁶ המבנה החברתי-כלכלי של עולם הספנות מיוחד בשל רמת הגלובליות הגבוהה, הכוללת מפגש בין שחקנים ברמות שונות (שחקנים מדינתיים, מסחריים, רשויות פיקוח ועוד) בסביבה רגולטורית משתנה (חוקי מדינת הדגל, נמלים, מים בינלאומיים, מיצרים ועוד), וככזה הוא מהווה סביבה ייחודית באופן הגבתה לשינויים הטכנולוגיים.

אוניות אוטונומיות בעולם הספנות

הספנות המסחרית משתרעת על פני כל העולם, ונחשבת לעורק החיים המרכזי של החברה הגלובלית. כיום קרוב ל-80 אחוז מכלל הסחר העולמי מובלים דרך הים⁷ ולמרות זאת קצב כניסת טכנולוגיות חדשות לשוק הספנות איטי ביחס לתחומים אחרים.⁸ בשנתיים האחרונות מקיים הארגון הימי העולמי (International Maritime Organization) IMO דיונים ומקיים ועדות לבחינת היכולת להתיר שימוש באוניות סוחר אוטונומיות,⁹ כמו כן מבקש הארגון לשמוע את עמדת מכלול הגופים המרכיבים את עולם הספנות בנושא.

כפי שצוין, שינויים בעולם הספנות הובילו למהפכות רבות בכלכלה הגלובלית.¹⁰ השינויים המרכזיים היו המעבר מאוניות המונעות באמצעות משוטים לאוניות מפרש גדולות שהובילו את השליטה הימית מהאימפריה העות'מאנית לכיוון מערב אירופה, בהמשך המעבר מאוניות מפרש לאוניות קיטור המונעות באמצעות פחם, ולבסוף המעבר להנעה באמצעות תזקיקי נפט. שינויים אלו הביאו איתם גם שינוי ביכולת להעביר כמויות וסוגים של סחורות,

5 Erez, Ram (The Hebrew Jerusalem university 2009). n.d הפוליטיקה של החדשנות: רשתות כזירה לשינוי במדיניות הביטחון של ישראל (2009).

6 Hannigan, John. 2017. 'Toward a Sociology of Oceans'. Canadian Review of Sociology 54 (1): 8–27. <https://doi.org/10.1111/cars.12136>

7 Review of Maritime Transport 2018, UNCTAD [https://unctad.org/en/Pages/Publications/Review-of-Maritime-Transport-\(Series\).aspx](https://unctad.org/en/Pages/Publications/Review-of-Maritime-Transport-(Series).aspx)

8 Rødseth, Ø. J., & Burmeister, H. C. (2012). Developments toward the unmanned ship. In *Proceedings of International Symposium Information on Ships-ISIS* (Vol. 201, pp. 30-31)

9 IMO: <http://www.imo.org/en/MediaCentre/HotTopics/Pages/Autonomous-shipping.aspx>

10 Fischer, Lewis R, and Even Lange. 2019. 'Introduction', 55–58.

וגרמו לתזוזות במיקום של מרכז הדומיננטיות בזירת הסחר העולמי.¹¹ בשנים האחרונות אנחנו עדים להזזה של מרכז הסחר העולמי לכיוון מזרח אסיה, ואיתו זזה הדומיננטיות של שוק הספנות.¹² ייתכן שחלק מהאינטרס שדוחף למעבר לאוניות אוטונומיות הוא ניסיון של בעלי עניין ממדינות אירופה להמשיך ולהיות דומיננטיים בקווי הסחר, זאת על ידי יצירת מהפכה טכנולוגית בתחום השיט המסחרי באמצעות אוניות אוטונומיות.

אחת השאלות המרכזיות בנוגע לפיתוח של אוניית סוחר אוטונומית היא, האם יכולת זו היא תוצאה של דטרמיניזם טכנולוגי אשר משלב טכנולוגיה כתוצאה מכך שהיא פשוט קיימת או ישנו צורך אמיתי אשר הטכנולוגיה האוטונומית נותנת לו מענה. התשובה לכך ניתנת על ידי הצגת הכדאיות להגעה לאוניות אוטונומיות, והמאפיינים המרכזיים המצדיקים חתירה לטכנולוגיה זו הם כלהלן:

בטיחותי – העלאת רמת בטיחות השיט והסחורות, הורדה של מספר התאונות הימיות וחומרת תוצאתן.

אקולוגי – שינוע סחורות ידידותי יותר לסביבה, הן במונחי זיהום ישיר מהאוניות (לדוגמה פליטות גזי חממה), והן מבחינת הגברת הבטיחות (ר' לעיל) המקטינה את אירועי זיהום הים כתוצאה מתאונות.

כלכלי – הורדת עלויות של העברת הסחורות והגדלת ההיקפים, יעילות שרשרת ההספקה (ר' פירוט בהמשך).

חברתי – פתיחת עולם הסחר הימי למגזרים נוספים, העלאת המודעות הימית ופיתוח אזורי פריפריה.

פוליטי – שימור שליטה פוליטית על קווי סחר חשובים.

פערים בדרך לאוטונומיה מלאה

היכולת לשלב אוניות אוטונומיות צריכה להיות מבוססת בשלב הראשון באופן רגולטיבי. הרגולציה שתיקבע יכולה להצביע על הפערים הטכנולוגיים הנדרשים למילוי הפערים הרגולטיביים, כך שניתן יהיה לאפיין את הצורך ההנדסי בצורה טובה יותר. הדרך לשילוב האוניות האוטונומיות (בהינתן שהמודל העסקי נבחן ונמצא כדאי, כפי שיתואר בהמשך) מתחילה במיפוי הפערים הרגולטיביים.

Rødseth, Ørnulf Jan. n.d. 'Developments toward the Unmanned Ship', no. 314286. 11

.UNCTAD 12

מלבד היכולות הספציפיות שקיימות על גבי האונייה, התקנות הרגולטיביות הנדרשות לאישור מושפעות ממספר גורמים שיש ביניהם יחסי תלות הדדית. הגורמים המרכזיים הממלאים תפקיד בהגדרת הרגולציה העתידית הם הבאים:¹³

הסדרה של הנושא המשפטי – האוניות ללא צוות נשלטות ממרכז בקרה במדינות שונות, מפליגות במים ריבוניים שונים, ובסביבתן פועלים כלי שיט מאוישים, כל אלו נדרשים להסדרה חוקית חדשה.¹⁴

חוקי דרך ומניעת התנגשות – הארגון הימי הבינלאומי IMO הוא ועדה של האו"ם הקובעת את רגולציית-העל לתנועת כלי שיט בימים. ועדה זו קבעה כללים וחוקים לבטיחות כלי שיט בים, ואלו באים להסדיר את התנועה בים על מנת להבטיח הפלגה בטוחה ומניעת התנגשות בין כלי שיט שונים. החוקים נקבעו על ידי תת-ועדה בשם COLREGS (Convention on the COLREGS (Convention on the Prevention of Collisions at Sea). תיירש בחינה מחודשת של חוקי הדרך הימיים הללו לאור המצב ההיברידי שעתיד להתקיים (הפלגה של כלי שיט לא מאוישים ומאוישים באותה סביבה), ולאור ההתנהגות השונה הצפויה לכלי שיט בלתי מאוישים. לדוגמה, תיתכן אי-יכולת ליצור קשר ישיר בטווח קרוב בין שני הקברניטים למניעת התנגשות, יכולת שכן קיימת היום, ויידרש שינוי של מודל חוקי הדרך (ייתכנו נתיבי שיט המותרים לכלי שיט בלתי מאוישים בלבד).

שינוי בהרכב כוח האדם המפעיל את האוניות – המעבר לאוניות בלתי מאוישות יאלץ לשנות משמעותית את הרכב כוח האדם ומספר אנשי הצוות שיפעילו אוניות אלו. שינויים אלו יצריכו שינוי ברמת ההכשרה והשכר, וגם תקופת מעבר שיכולה ליצור התנגדויות לא מעטות של איגודי עובדים ומדינות מתפתחות אשר אזרחים רבים שלהן מועסקים בעולם הספנות.¹⁵ תקופת המעבר יכולה לעורר התנגדויות נוספות כפי שהיו בהתפתחויות טכנולוגיות דומות בעבר.

Chwedczuk, M. (2016). Analysis of the legal status of unmanned commercial vessels in U.S. admiralty and maritime law. *Journal of Maritime Law and Commerce*, 47(2), 123-170; IMO Committee, 2018: Committee, Maritime Safety, English Regulatory, Scoping Exercise for the U S E of, Maritime Autonomous, and Surface Ships. 2018; Maritime safety committee 99th session Agenda item 5 MSC 99/INF.3 18 January 2018 regulatory scoping exercise for the use of maritime autonomous surface ships (MASS).

Chwedczuk, Michal. 2016. 'Analysis of the Legal Status of Unmanned Commercial Vessels , in U.S. Admiralty and Maritime Law'. *Journal of Maritime Law and Commerce*.

Huang, C. Y., & Nof, S. Y. (2001). Automation Technology. Handbook of Industrial Engineering: *Technology and Operations Management*, 155-176.

הקטנת הפגיעה האקולוגית עקב הובלה ימית – אחת ההצדקות לכדאיות פיתוח היכולת האוטונומית צריכה להיות מניעה ניכרת של הפגיעה הקיימת כיום של אוניות סוחר בסביבה הימית. ה-IMO הגדיר את השיפור של מניעת הפגיעה הסביבתית מצד האוניות כיעד מרכזי לעולם הספנות, זאת על ידי הפחתת המזהמים הנפלטים, ותקנות לשפיכת מי שפכים ומי איזון (ballast water) לאוניות ועוד. שינוי הרגולציה לטובת יכולות אוטונומיות מחייב להשתתף במאמץ זה של ה-IMO.

שינוי תשתיות בנמל ובאוניות – ההצדקה של היכולת האוטונומית הינה בכך, שהאוניות יפליגו ללא אנשי צוות. הפלגה כזו תחייב הגדרה ושינוי של תשתיות הן בנמלים, מבואות הנמלים (הגדרת הגעת הפיילוט), והן באוניות עצמן. לדוגמה, יידרש מענה לכך שלא יהיו אנשים טכניים באוניות לתיקון תקלות, ומכאן שיהיה צורך בהגדלת המהימנות והיתירות של התשתיות המרכזיות באוניות.

אחריות וביטוח האוניות – הביטוח של האוניות כיום נסמך על עמידה בתנאי הסף הרגולטיביים של ה-IMO למערכות הטכניות, וכן על הסמכות המקצועית של אנשי הצוות שעל הספינה. במקרים של תאונות נבחנת האחריות על סמך ההתנהגות של איש הצוות בספינה. בהנחיות IMO מצוין "...שבכל ספינה יהיו נוכחים קצינים מוסמכים אשר קיבלו הסמכה מתאימה, ושעליהם חלה האחריות המשפטית למניעת תאונות".¹⁶ מערכת אוטונומית מלאה שמקבלת החלטות ומתמרנת את האונייה על סמך החלטות אלו, מעלה שאלות לגבי האחריות במקרה של אירוע. לדוגמה, האם האחריות מוטלת על המפקח הנמצא בחדר פיקוח מרוחק, על מפתח האלגוריתם המתמטי לפיו פעלה האונייה, על מפתח החומרה והציוד הפיזי (לדוגמה סנסור אלקטרוני) או על בעלי האונייה?¹⁷ שאלות כאלו עדיין פתוחות ומצריכות מענה.

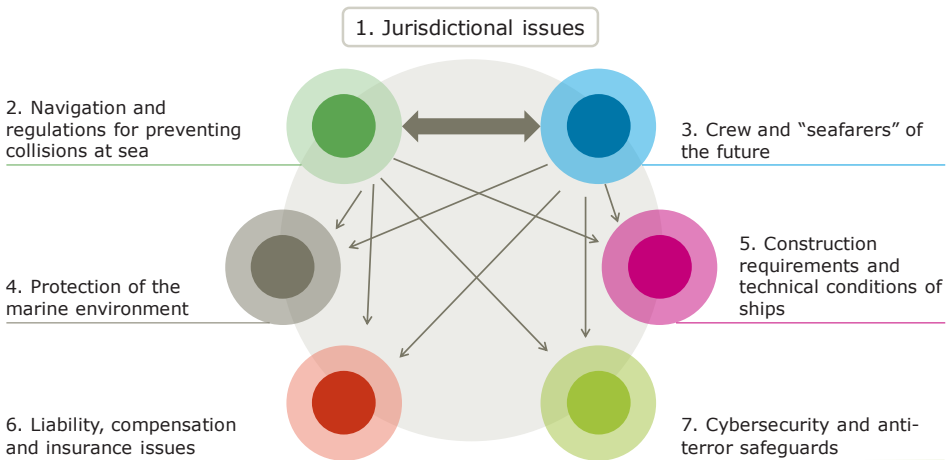
הגנת סייבר – כיום במרבית הזמן האוניות מנותקות מהרשת, מערכות הניווט והתמרון שלהן מבודלות, והיכולת לפגיעה בתוכנות של מערכות אלו היא נמוכה יחסית.¹⁸ אוניות אוטונומיות עם פיקוח מרוחק יידרשו להיות מחוברות באופן שוטף לרשת מידע החשופה לפגיעה. כיום, משהתמרון נעשה בידי איש צוות בגשר הרי גם במקרה של התקפת סייבר ישנו איש הצוות ש"ייקח את ההגה לידיים". לעומת זאת, בהתקפת סייבר על אונייה אוטונומית איש צוות זה ייעדר, ומערכות הספינה יצטרכו להיות מוגנות באופן טוב יותר מאשר היום, כולל הרשת שמפקחת על הספינה האוטונומית ויכולה לשלוט בה. בין כלל

IMO 94 4.B 16

Chwedczuk, Michal. 2016. 'Analysis of the Legal Status of Unmanned Commercial Vessels in U.S. Admiralty and Maritime Law'. *Journal of Maritime Law and Commerce*.

IMO Committee, 2018 18

הקטגוריות השונות הנדרשות לבחינה ישנן קשרים וחפיפות, ואין קטגוריה שעומדת בפני עצמה. שינוי בהרכב אנשי הצוות המפעילים יחייב שינוי ברגולציית מניעת ההתנגשות ולהפך. כל אלו יידרשו להגנת סייבר, להגדרות משפטיות וביטוח חדשות. את מערכת היחסים בין הקטגוריות ניתן לראות באיור 1 להלן. בשלב זה ה-IMO עדיין ממפה את כלל הפערים הרגולטיביים אשר מופיעים בפני האוניות האוטונומיות, אך הוא עדיין לא נמצא בשלב הפתרונות, לא הרגולטיביים ולא הטכנולוגיים.



איור 1: הקטגוריות המרכיבות את השינויים הרגולטיביים הנדרשים ומערכת היחסים ביניהן¹⁹

כדאיות בפיתוח אוניות אוטונומיות

הטכנולוגיה בכלל וטכנולוגיית האוטונומיה בפרט מפגרות בעולם הספנות ביחס לעולמות אחרים כגון התעופה ועולם הרכב.²⁰ יכולת הבינה המלאכותית ובתוכה יכולת הלמידה של המערכת באופן עצמאי הן טכנולוגיות פורצות דרך, אשר יש ביכולתן להביא למהפכה טכנולוגית חדשה בתחומים רבים. השאלה המרכזית שצריכה להישאל היא: האם הבחינה של הטכנולוגיה וההתחלה של פיתוח הטכנולוגיה האוטונומית הן תוצאה של דטרמיניזם טכנולוגי? לפי גישה זו, הקדמה הטכנולוגית היא תהליך בלתי הפיך ובלתי נמנע, אשר לו השפעות מרחיקות לכת על המבנה החברתי ועל חלוקת העוצמה בין הגופים השונים בחברה. על פי תאוריה זו, ההתקדמות הטכנולוגית היא שיוצרת את הטכנולוגיות החדשות,

ANALYSIS OF REGULATORY BARRIERS TO THE USE OF AUTONOMOUS SHIPS, Danish Maritime Authority Report, By Ramboll and CORE Advokatfirma. Denmark, December 2017 <https://www.dma.dk/Documents/Publikationer/Analysis%20of%20Regulatory%20Barriers%20to%20the%20Use%20of%20Autonomous%20Ships.pdf>

ולא צרכים חברתיים סוציולוגיים מובילים את ההתקדמות הטכנולוגית.²¹ מודל מתקדם יותר הוא "מודל הרשת התחרותית" המסביר את יכולת ההכנסה של טכנולוגיה למבנה חברתי כתוצאה של מאבק הכוחות בין הגופים השונים המרכיבים את המבנה הסוציולוגי,²² מכאן שקיים קשר בין מבנה הגוף החברתי הסוציולוגי לבין היכולת להכניס טכנולוגיה. על פי מודל הרשת ישנו קשר הדוק בין הפתרון הטכנולוגי, שבסופו של דבר יתקבל, לבין המאפיינים של הרשת המרכיבה את המבנה החברתי.²³ טכנולוגיית הבינה המלאכותית אשר הובילה לאוטונומיה של כלי תחבורה קיימת כבר מספר שנים כדוגמת כלי טייס בלתי מאוישים, ונדרש לבדוק אם ישנו צורך אמיתי להעביר אותה לעולם הספנות, או פשוט עצם קיומה גורם לתחילת השתלבותה כפי שמוסבר על ידי מודל הדטרמיניזם הטכנולוגי, או קצב הכנסתה נקבע מהמאבק בין הגופים המשפיעים על הרגולציה במגרש הרעיונות (ועדות ה-IMO), כפי שמסביר מודל הרשת. ניתן להניח, כי אכן ישנם צרכים חברתיים-כלכליים שהספינה האוטונומית יכולה לתת עליהם מענה, וכי קיימים מספר יתרונות מרכזיים בפיתוח של אוניות סוחר אוטונומיות המביאים לכדאיות מימוש הטכנולוגיה:²⁴

כדאיות כלכלית: אוניות אוטונומיות ייתרו את כוח אדם שיפליג עליהן, ותיחסך עלות אנשי הצוות בספינה המהווה כשליש מסך הוצאות התפעול²⁵ של אוניות הסוחר (כתלות בגודלה, סוגה ושנת הייצור) טבלה 1 להלן. לאור הפחתה של אנשי הצוות על הספינה ובקיצוז ההוספה של אנשי הצוות שיהיו בחדרי הפיקוח ניתן יהיה להפחית קרוב לעשרה אחוזים מסך ההוצאות בממוצע בכל הפלגה של ספינה לא מאוישת.

טבלה 1: אחוז ההוצאה על כוח אדם על פי סוגי אוניות במליוני דולרים²⁶

	Daily operating costs in US\$ per day						
	Handysize	Handymax	Supramax	Panamax	Post Pmax	Capesize	VLCC
#Ships (2010)	2963	2124	n/a	1412	387	921	197
#Crew	18	18	18	19	20	20	22
Manning	1.779	1.779	2.247	2.359	2.366	2.648	2.662
Insurance	655	720	770	785	790	1.030	1.190
Stores/Lubes	610	625	650	770	780	875	1.010
M&R	1.590	1.634	1.837	2.099	2.370	2.622	2.765
Admin	651	651	700	749	793	837	833
Total OPEX	5.285	5.409	6.204	6.762	7.099	8.012	8.460
Man/OPEX	34%	33%	36%	35%	33%	33%	31%

Erez 21

Enduring, T H E, and Dilemmas Of. 1995. 'TECHNIQUE Langdon', 67–72. 22

Erez, Ram 23
הפוליטיקה של החדשנות: רשתות כזירה לשינוי במדיניות הביטחון של ישראל (2009):
(The Hebrew Jerusalem university). n.d.

Rødseth, Ørnulf Jan. n.d. 'Developments toward the Unmanned Ship', no. 314286. 24

OPEX- ship operating expenses 25

ראה הערה 24. 26

בנוסף לכך, היות האוניות לא מאוישות יאפשר להקטין את מהירות ההפלגה ולייעל אותה (אחד האילוצים למהירויות הפלגה גבוהות כיום הוא להוריד מוקדם ככל האפשר מהאונייה את אנשי הצוות כדי לחסוך בתשלום משכורות גבוהות בזמן ההפלגה בים). הקטנת המהירות תביא להקטנת הצריכה והתשלום על הדלק, ולהגדלת רווחיות ההפלגה.

כדאיות אקולוגית: הזיהום והפגיעה בסביבה הימית ובחופים בעקבות המרכיב האנושי גבוהה במיוחד. זאת כתוצאה מטעויות בהזרמת נוזלים בתוך האונייה ושפיכתם לים. גורמים נוספים לזיהום הם מי שפכים שיוצרים הימאים ומוזרמים לים, וזבל (לדוגמה שאריות מזון) שנזרק מהאונייה במהלך ההפלגה השוטפת.²⁷ התייעלות בזמן ההפלגה והקטנת המהירות יביאו גם להפחתה ניכרת במזהמים שנפלטים מארובות האונייה כתוצאה מהפלגה במהירויות גבוהות. אוניות לא מאוישות יביאו להתייעלות במהירות ההפלגה, להורדת כמות השפכים ולמניעת הזיהום בים בשל טעויות אנוש.

כדאיות חברתית: עולם הספנות נתפס כמגזר גברי, שכן מרבית המקצועות בו מאוישים על ידי גברים, תפיסה שנובעת מהצורך לעזוב את המשפחה, ולצאת לים לתקופות ארוכות. מאפיין זה של העבודה מנע מנשים רבות לעבוד כימאיות. ספינה אוטונומית תישלט על ידי חדרי בקרה, וחדרים אלו יוכלו להיות מאוישים במשמרות עבודה רגילות אשר בסופן ניתן יהיה למפעיל האונייה לחזור בהמשך היום לביתו ולמשפחתו. שינוי אופי הפעלת האוניות יכול להביא לשילובן של נשים בעבודה כמפעילות של האוניות. בנוסף לכך, בשל אמצעי התקשורת בין חדרי הבקרה לאוניות, הנדרשים לטווחים ארוכים ביותר, אין משמעות לכך שחדר הבקרה יהיה בקרבת נמל או אפילו על חוף ים. ניתן יהיה להציב את חדרי הבקרה במקומות פריפריאליים, ובכך לעודד גם תעסוקה מתקדמת במקומות אלו, וכן להעלות את המודעות הימית.

מניעת התנגשויות: על פי דיווח בהוצאת תאגיד חברות הביטוח הגרמניות הימיות "אליאנץ", נכון לשנת 2012, בין 75 ל-96 אחוזים מהתאונות הימיות הן תוצאה של טעות אנוש, לעיתים קרובות עקב עייפות אנשי הצוות.²⁸ ההערכה בתעשיית הרכב היא שקרוב ל-92 אחוז מהתאונות הן תוצאה של טעויות אנוש.²⁹ לאחר צבירת ניסיון בהפעלה של כלי רכב לא מאוישים יבשתיים בניסויים החל מ-2007 ישנה ציפייה להפחתה של 90 אחוז בכמות תאונות הדרכים עם נפגעים³⁰ הודות להגדלת המערכות האוטונומיות תומכות החלטה

IMO Committee 2018 27

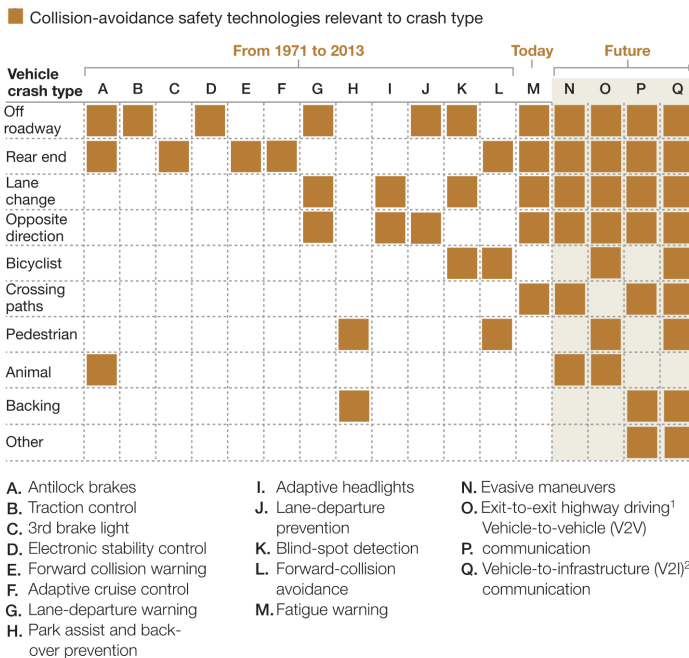
'Porathe, Thomas. 2016. 'Autonomous Ships PPT 28

<http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/mb/2017Spring/Porathe.pdf>

.Frey, Carl Benedikt. The Technology Trap . Princeton University Press.2019 p 309 29

Jean-François Bonnefon, Azim Shariff, Iyad Rahwan, The social dilemma of autonomous vehicles, *Science* Vol 352, Issue 629 24 June 2014. 30

(איור 2). תאונות ימיות גורמות לנפגעים רבים בנפש, לזיהום אוויר ועלויות גבוהות של פרמיות הביטוח. כך להקטנת מספר התאונות הימיות יש משמעות הנוגעת לאספקטים נוספים בתחומי האקולוגיה (מניעת מגה-זיהום עקב שפיכת נפט לים בתאונות), הכלכלה (הפחתת פרמיות הביטוח תביא לצמצום בעלויות ההובלה), וכמובן ביטחון אנשי הצוות. הוצאת המרכיב האנושי בתהליך קבלת ההחלטות תוך בקרה מרחוק של פעולות המערכת האוטונומית צפויה להוריד משמעותית את כמות התאונות הימיות.³¹ לסיכום מרכיבי הכדאיות, נראה שאכן ישנם רכיבים משמעותיים שהספינה האוטונומית תוכל לשפרם, והם יכולים להוות יתרון למגזרי אוכלוסייה רבים ברחבי העולם בהיבטים כוללים של שמירה על הסביבה והקטנת עלויות ההובלה.



¹Systems programmed to make smart decisions about navigating interstate on- and off-ramps.

²For example, communication between vehicle and traffic light.

Source: McKinsey analysis

איור 2: מערכות תומכות החלטה למניעת תאונות בתעשיית כלי הרכב היבשתיים³²

Chwedczuk, Michal. 2016. 'Analysis of the Legal Status of Unmanned Commercial Vessels in U.S. Admiralty and Maritime Law'. *Journal of Maritime Law and Commerce*; IMO committee 2018.

P. Gao, R. Hensley, A. Zielke, "A roadmap to the future for the auto industry," *McKinsey Quarterly* (October 2014); www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/a-road-map-to-the-future-for-the-auto-industry

בנוסף לכדאיות הכלכלית והסביבתית קיימת גם כדאיות פוליטית כלכלית, בייחוד למדינות המערב. בשנים האחרונות מערב אירופה מאבדת מהדומיננטיות הגבוהה שהייתה לה בתחום הסחר הימי. דומיננטיות זו יורדת עקב תהליך של ירידה במודעות הימית בקרב האוכלוסייה של מדינות אלו. התהליך התחיל בכך שתושבי מדינות המערב נמנעים מלעבוד על גבי האוניות.³³ כוח האדם באוניות מגיע ברובו ממדינות אסיה וממזרח אירופה, וממאגר כוח אדם זה מגיעים גם רבי החובלים שלאחר ירידתם מהים נעשים למנהלים בחברות הספנות. המשכו של התהליך בכך שחברות הספנות עוברות לבעלות אסייתית, ומדינות מערב אירופה מאבדות את הבעלות על האוניות ועל קווי הסחר. יכולת אוטונומית עם הפעלה של אוניות מחדרי פיקוח ביבשה תצריך כוח אדם מיומן אשר יעבוד בתנאי עבודה נוחים ומתקדמים. חדרי פיקוח אלו יאפשרו הפעלה של אנשי צוות ממערב אירופה, ובכך תתאפשר שמירת הדומיננטיות המערב אירופית על עולם הספנות. שמירה על השליטה בקווי הסחר יוצרת אינטרס מובהק למדינות מערב אירופה לקדם את תהליך המעבר לכלי שיט אוטונומיים בניגוד למדינות המתפתחות כגון הודו, פיליפינים, אוקראינה ועוד המעסיקות ימאים רבים, שלהן ישנו אינטרס מנוגד לכך.

סטטוס האוניות האוטונומיות כיום בעולם בכלל, ובישראל (ביום התיכון) בפרט

נכון להיום אין רגולציה מקומית או בינלאומית המאשרת שימוש בספינה אוטונומית.³⁴ עם זאת, ישנה התקדמות במחקר, וניסויים בנושא אשר מתבצעים מטעם תאגידים פרטיים וצייים צבאיים. מרב המידע בפרק זה נאסף מתוך פרסומים של חברות מסחריות ולא מתוך פרסומים אקדמיים.

חברת רולס רויס (Rolls-Royce) בשיתוף חברת קונסברג (Kongsberg) פרסמו מפת דרכים המדגישה את חשיבות האוניות האוטונומיות והדרך להגיע ליכולת זו.³⁵ במסמך הם מתארים תהליך שבו הם מתכוונים להגיע לספינה האוטונומית כולל תכן מפורט של הספינה. תאגיד זה בשיתוף חברת מעבורות בבעלות פינית, 'פינפריס' (Finferries), הוכיחו בהצלחה בשנת 2018 את הפעלת המעבורת האוטונומית הראשונה בעולם בארכיפלג מדרום לעיר טורקו (Turku) שבפינלנד.³⁶ בנוסף לכך פיתח התאגיד מתקן מחקר חדשני

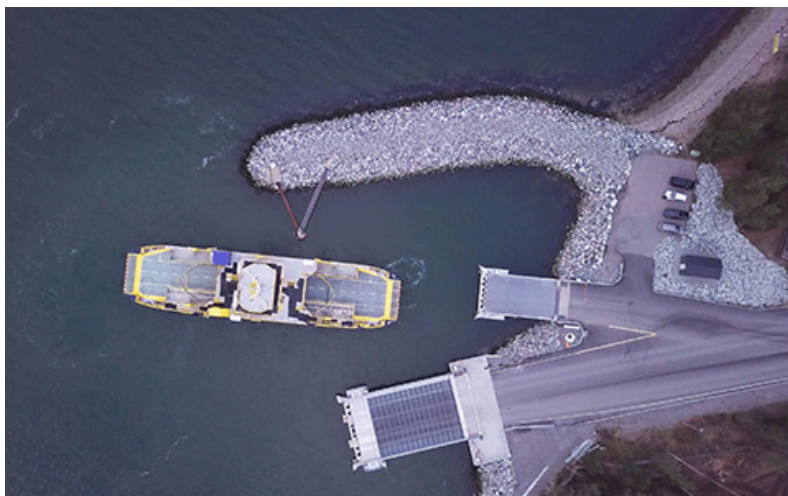
Rødseth, Ørnulf Jan. n.d. 'Developments toward the Unmanned Ship', no. 314286. 33

IMO committee 2018. 34

Levander, O. (2017). Autonomous ships on the high seas. IEEE Spectrum, 54(2), 26-31. 35

'ROLLS-ROYCE and FINFERRIES demonstrate world's first fully autonomous ferry 36
<https://www.oneseaecosystem.net/rolls-royce-and-finferries-demonstrate-worlds-first-fully-autonomous-ferry>

בטורקו, במטרה לפתח את הטכנולוגיות הנדרשות כדי לעצב את עתידה של תעשיית הספנות האוטונומית.



איור 3: מעבורת אוטונומית של חברת קונסברג ורולס רויס מופעלת בפינלנד³⁷

הצי האמריקני לפי פרסומיו הצליח להשיט ללא התערבות אדם, כלי שיט צבאי (MUSV) מסן פרנסיסקו לפרל הארבור ובחזרה (בדרך לפרל הארבור נדרשה התערבות טכנית להחלפת צנרת שהתקלקלה בלבד).³⁸ האיחוד האירופי הוציא בתוכנית המחקר והפיתוח הרב-שנתית שלו (Horizon 2020) קול קורא לפיתוח טכנולוגיות לקידום האוניות האוטונומיות,³⁹ ואילו ה-IMO קיים כבר מספר כנסים בנושא, והוציא תוכנית עבודה לקידום הרגולציה בתחום.⁴⁰

סין נמצאת כיום בחזית המחקר של הספנות האוטונומית יחד עם המדינות הסקנדינביות וארצות הברית. הדבר בא לידי ביטוי בניסויים, מחקרים ומאמרים המפורסמים בסין בנושא.⁴¹ פרויקט פיתוח האוניות האוטונומיות של סין הגיע לאבן דרך משמעותית עם השקתה של

37 ראה הערה 36.

38 Sea Hunter Unmanned Ship Continues Autonomy Testing as NAVSEA Moves Forward with Draft RFP, <https://news.usni.org/2019/04/29/sea-hunter-unmanned-ship-continues-autonomy-testing-as-navsea-moves-forward-with-draft-rfp>

39 Autonomous Shipping Initiative for European Waters <https://trimis.ec.europa.eu/project/autonomous-shipping-initiative-european-waters>

40 IMO committee 2018

41 Department of Maritime Operations, University of South-Eastern Norway, Horten, Norway

אוניית המטען האוטונומית הראשונה במדינה, Jin Dou Yun 0 Hao, אשר השלימה בסוף שנת 2019 את הפלגת המבחן הראשונה שלה. מי שהחלה בפיתוח הפרויקט היא החברה הסינית Yunzhou Tech (חברה שמתמחה בפרויקטים של כלי שיט בלתי מאוישים לטובת ביצוע סקרים) בשנת 2017 בשיתוף עם האוניברסיטה הטכנולוגית ווהאן.⁴² בשיתוף פעולה עם נמל שאנגחאי הוקם סימולטור לבחינת מערכת קבלת החלטות המתבסס על מאגר מידע הנבנה על החלטות הנלקחות בים.⁴³ העיר ג'וחאי מפתחת כעת אזור ניסויים ייחודי לטובת אוניות אוטונומיות, וזאת כחלק מתוכניתה לפיתוח פלטפורמה תעשייתית במגזר חדש זה. שדה המבחן הימי המכונה Wanshan ישתרע על שטח כולל של 771.6 קמ"ר, ויהפוך לאזור הניסוי הגדול באסיה ובעולם כולו בתחום האוניות האוטונומיות.⁴⁴



איור 4: הספינה האוטונומית Jin Dou Yun 0 Hao⁴⁵

בישראל ישנם מספר פיתוחים של כלי שיט אוטונומיים, אך כולם מתייחסים לצרכים צבאיים או ביטחוניים. כלי שיט אלו מבצעים תמרונים ומשימות במימי הים התיכון וחלקם אף מבצעים. הפרוטקטור של רפאל (Protector USV), סירת משמר באורך של

⁴² <https://www.marinetechnews.com/companies/company/yunzhou-tech-200990>

⁴³ Xue, Jie Van Gelder, P.H.A.J.M. Reniers, Genserik Papadimitriou, Eleonora Wu, Chaozhong Elsevier Ltd 2019 Multi-attribute decision-making method for prioritizing maritime traffic safety influencing factors of autonomous ships' maneuvering decisions using grey and fuzzy theories

⁴⁴ "סין: אנייה אוטונומית ראשונה סיימה הפלגת מבחן בהצלחה", port2port, 16 בדצמבר 2019.

⁴⁵ שם.

כ-15 מ' נמצאת בשירות מבצעי בחיל הים, וביצעה מספר תרגילים עם נאט"ו.⁴⁶ חברת אלביט השיקה ספינה דומה בשם 'סיגל' (Seagull), שהיא זהה בגודלה לפרוטקטור בעלת יכולות הורדת אמצעים נגררים למים כגון סונרים, ביצוע הגנת שטח וגילוי מוקשים, והיא נמצאת בשירות חיל הים הישראלי.⁴⁷ ספינה דומה בשם 'קאטנה' (Katana) הושקה על ידי התעשייה האווירית⁴⁸ עם יכולות דומות לאלו של רפאל ואלביט. בתחום התת-מימי פיתחה אלטא כלי שיט צולל בלתי מאויש עם יכולות להחלפת סנסורים ומשימות בהתאם לצורך המבצעי. נראה כי התעשייה הישראלית מתקדמת בתחום האוטונומיה הימית אך היא עושה כן בתחום הביטחוני בלבד.

נכון להיום, הפיתוח של יכולת אוטונומית ימית בעולם מרוכז בידי מספר מצומצם מאוד של חברות טכנולוגיות בהשוואה להיבטים הרגולטיביים שמטופלים באופן נרחב יותר בוועדות ה-IMO.



איור 5: מימין לשמאל: ספינת הפרוטקטור של רפאל,⁴⁹ מערכת סיגול של אלביט,⁵⁰ ספינת קטאנה של התעשייה האווירית⁵¹

סיכום ומסקנות

מסקירת היתרונות לעומת החסרונות שיכולות להביא אוניות אוטונומיות נראה, שיש צורך אמיתי בשילוב טכנולוגיה זו. עם זאת, הרגולציה הנוכחית על הענף רחוקה מלתת מענה לשילוב של היכולת, בייחוד בשלב ההיברידי של שילוב כלי שיט מאוישים עם בלתי מאוישים באותה סביבה.

PROTECTOR™ USV <https://www.rafael.co.il/worlds/naval/usvs> 46

Seagull™, Elbit Systems' USV Performed Live Remotely Operated Anti-Submarine Warfare Mission, <https://elbitsystems.com/pr-new/seagull-elbit-systems-usv-performed-live-remotely-operated-anti-submarine-warfare-mission> 47

KATANA USV System <https://www.iai.co.il/p/katana> 48

49 ראה הערה 46.

50 ראה הערה 47.

51 ראה הערה 48.

המענה לפער הרגולטיבי והיכולת ליישם את הטכנולוגיה צריכים להיות מדורגים, הן ברמות האוטומציה שישולבו, והן בסביבה והסיטואציה שבהן ישולבו. וזאת על פי העיקרון שככל שהסביבה עמוסה יותר כגון מיצרים עמוסים או כניסות לנמל, תופעל (בשלבם הראשונים) בסביבה זו רמת אוטונומיה נמוכה יותר. עם הזמן, שיפור היכולות והעלאת רמת האמון במערכות תועלה רמת האוטונומיה בסביבות מורכבות וצפופות יותר. על מנת להתגבר על תהליכי רגולציה שנדרשים להסכמה בינלאומית ניתן להתחיל בהפעלה מקומית של כלי שיט אוטונומיים בסביבה שאינה חוצה גבולות בינלאומיים, בדומה למעבורת הפינית שתוארה לעיל.

כפי שנסקר, לישראל יכולות מוכחות בתחום כלי השיט הבלתי מאוישים, בעיקר בתחום הצבאי. לאור הפוטנציאל המסחרי וגודלו העצום של שוק הספנות העולמי ראוי להמשיך ולעודד מיסחור של טכנולוגיות ביטחוניות אלו באמצעות כלי פיתוח תעשייה, כגון תמיכת רשות החדשנות במסלולים שונים (מענקים, חממות טכנולוגיות), הקמת גופי מיסחור וזירות בדיקת היתכנות לטכנולוגיות חדשות אצל השחקנים הישראליים בתחום הימי, כגון נמלי חיפה ואשדוד, כמו גם בהיבטים רגולטוריים כגון הגדרת שטח ימי לבדיקות טכנולוגיות.

לסיכום, היכולת האוטונומית נראית כדאית וישימה, והיא תביא לשיפור בהיקף רחב מאוד של נושאים הקשורים לספנות ולחברה, אך נדרשת תוכנית משולבת ליישומה של טכנולוגיה זו.