

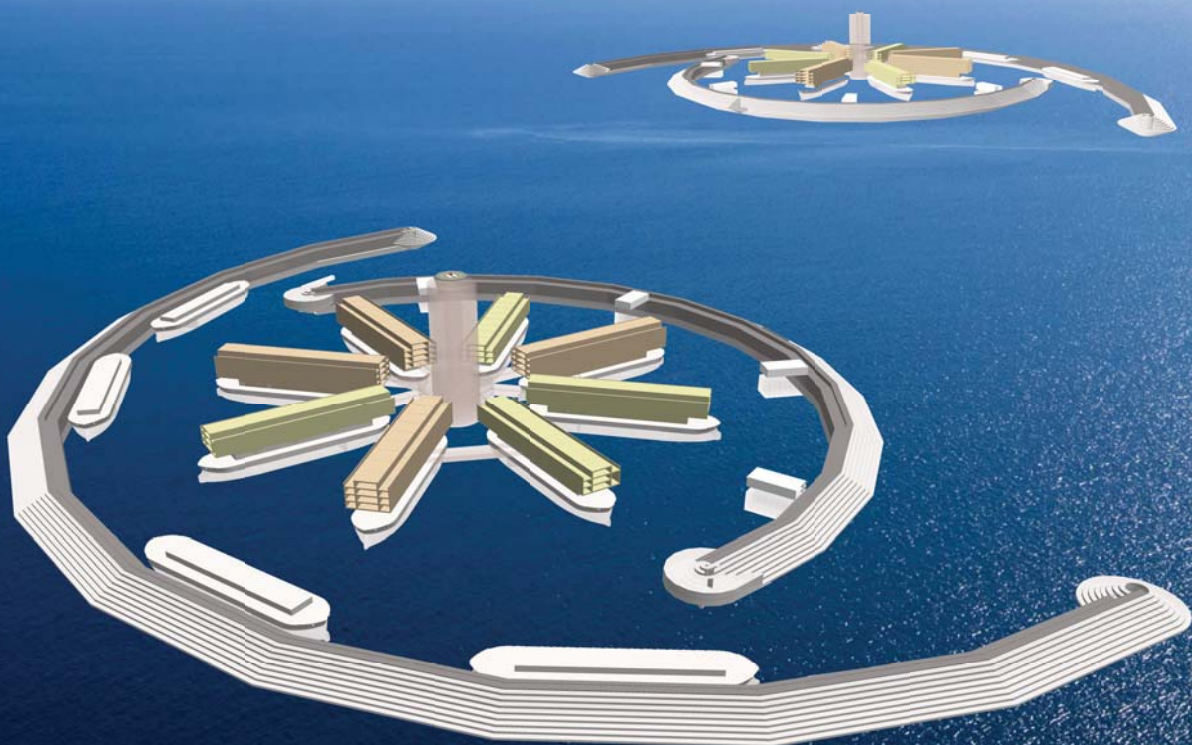


קתדרת חייקין לגאואסטרטגיה
אוניברסיטת חיפה

פיתוח בסביבה ימית

בנימין איזק

ארנון סופר





קתדרת חייקין לגאואסטרטגיה
אוניברסיטת חיפה

פיתוח בסביבה ימית

בנימין איזק – (אדריכל ומתכנן ערים) פיתוח בסביבה ימית

פרופ' ארנון סופר – מבוא וסיכום

אוגוסט 2014

קתדרת חייקין לגאואסטרטגיה, אוניברסיטת חיפה

הקתדרה עוסקת בנושאי הביטחון הלאומי שלהם ביטוי מרחבי, ובהם משאבים טבעיים ותפוצתם, פריסת האוכלוסייה, התשתית הפיזית והמרכיבים הסביבתיים. הקתדרה מפרסמת ניירות עמדה, נותנת ייעוץ למקבלי החלטות בכירים, יוזמת מחקרים, ימי עיון וכנסים, מוציאה ספרים ועבודות מדעיות ומסייעת לתלמידי מחקר בתחומים הנזכרים לעיל. כמו כן עוסקת הקתדרה בהפצת הנושא בבתי הספר התיכוניים ובמוסדות אקדמיה.

ראובן חייקין ז"ל (1918–2004)

ראובן חייקין נולד בתל אביב, היה שותף בכיר במשרד רואי החשבון סומך-חייקין, גילה עניין רב בגאוגרפיה ובגאופוליטיקה וסייע רבות לתחומים אלה באוניברסיטת חיפה.

יהי זכרו ברוך!

ראש הקתדרה: **ארנון סופר**

עורכת: **ד"ר רונית כהן-ספר**

עריכה גרפית והבאה לדפוס: **נוגה יוסלביץ**

הודפס בישראל בשנת 2014

© כל הזכויות לקתדרת חייקין לגאואסטרטגיה באוניברסיטת חיפה. הרעיונות המפורסמים בחוברת זו שמורות לאדריכל בנימין איזק.

ISBN 965-7437-41-4

הדפסה: גסטליט חיפה בע"מ

ch-strategy.hevra.haifa.ac.il

תוכן העניינים

4	פתח דבר
5	מבוא
6	נתוני יסוד: תנאים וצרכים
6	תנאים
7	צרכים
8	בניית איים מלאכותיים בעולם
8	המרחב הגלובלי
10	המרחב הישראלי
12	סוגיית טווחי הבנייה מהחוף
13	פתרונות טכנולוגיים לחוף הישראלי
13	שובר גלים קשתי צף
15	מגה פלטפורמה צפה לתשתיות לאומיות
17	תפיסות פיתוח בסביבה ימית
17	בסיסים ימיים בלב ים
19	בסיס ימי משולב על מדף היבשת
20	בסיס ימי משולב צף בקצה מדף היבשת
22	בסיס ימי משולב צף על מגה פלטפורמה
22	אשכולות תשתית מעבר לקו האופק
26	פיתוח אורבני
29	תכנית פיתוח ארוכת טווח - תכנון מתוך חזון
29	פריסה וגיבוי מערכות אנרגיה יבשתיות וימיות
30	טבעת לאומית תחבורתית ותשתיתית
31	יתרונות בניית מתקנים ימיים לישראל ולשכנותיה
31	סיכום
33	מקורות

פתח דבר

זהו פרסום שלישי של הקתדרה בנושא בניית איים מלאכותיים בים התיכון ובצורך הדחוף לצאת אל הים התיכון. שכן, ישראל נעשית משעה לשעה צפופה יותר וזקוקה לעוד ועוד מתקני תשתית וגם מקום לערים חדשות.

רצועת עזה גם היא זקוקה לשטחים חדשים וכך גם יתר שכנו שעל חופי ים התיכון. אם יוכח, שאיים עבור התשתיות הלאומיות יתפקדו לשביעות רצוננו, יהיה מקום לשקול הקמת איים להתיישבות האדם.

אני מקווה שנצליח להביא את פתרון האיים לנושא הצפיפות הגבוהה בישראל, לתשומת הלב הלאומית ובעיקר בקרב מקבלי ההחלטות ושבועוד עשור כבר נראה ראשית עשייה בתחום.

תודה לעובדי המשרד בנימין איזק אדריכלים ומתכנני ערים: אדריכלית נינה אוקון, אדריכלית מרינה טווג, אדריכל זיו תמיר, אדריכל גבי ברלינה, אדריכלית ענבל בין, אדריכלית הדס נצר; ותודה למתכננים ויועצים חיצוניים: אדריכל ימי מרדכי קלמר, מהנדס ימי ד"ר אהוד מחרז, מהנדס אזרחי משה טורז.

תודה לד"ר רונית כהן-ספר ולנוגה יוסלביץ על ההבאה של חוברת זו לידי גמר ותודה לאדריכל בני איזק שבחר בקתדרה כמקום לפרסם את פרי ממצאיו ועבודתו בתחום.

פרופ' ארנון סופר

ראש הקתדרה לגיאואסטרטגיה

חיפה 15.7.14

מבוא

בשני מסמכים קודמים (שמואל וייס 2014; מיכאל בורט 2014) הרחבנו בדבר הצורך של מדינת ישראל לצאת אל הים, תרצו, לכבוש את הים. שכן מישור החוף הישראלי נעשה צר מלהכיל את כל הצרכים הדמוגרפיים-כלכליים-ביטחוניים-סביבתיים שלו. מישור החוף הישראלי מגיע אל קצה גבול "כושר הנשיאה" שלו.

במסמכו של וייס (2014) תמצאו סקירה רחבה על הטכנולוגיות הקיימות והחדשות לבניית איים מלאכותיים וכן פירוט ההיבטים הגאוגרפיים, הסביבתיים, הכלכליים, המשפטיים והמדיניים הנוגעים לסוגיה מורכבת זו.

עוד עמדנו במסמכים קודמים על הנעשה ברחבי העולם במדינות צפופות אחרות כמו יפן, סינגפור, הונג קונג וגם הולנד, אם כי מסיבות אחרות.

בעבודתו של בורט (2014) הובא פתרון לנושא שהטריד את ישראל, ככל שהדבר נוגע להקמת איים מלאכותיים והוא המחסור בחומר מילוי לכל האיים שיהיה על ישראל לבנות על מנת להעביר לשם תשתיות חיוניות ובעתיד אולי גם איים למטרות אורבניות. בורט מציע פיתרון טכנולוגי מקורי להקמת איים בים בלי צורך בחומרי מילוי מיובאים מן היבשה תוך גרימת נזקים סביבתיים כבדים.

בעבודה שלפנינו אנו מוסיפים כמה חידושים בכל הנוגע להקמת איים מלאכותיים בים. יש כאן רעיונות לפתרונות מקוריים ארכיטקטוניים שונים שמביאים בדיעבד לפתרונות טכנולוגיים חדשים, כולל בכל הנוגע לחומרי מילוי או בשימוש חוזר של תשתיות קיימות. יש כאן כמה רעיונות לפתרונות ארכיטקטוניים מעניינים למטרות מיוחדות כמו פלטפורמות צפות למתקני התפלה, הנזלת גז, בסיסים ימיים ורעיונות אחרים כמו ניצול הים לפתרונות אורבניים שונים.

יש כאן תפיסת עולם גאופוליטית רחבה בכל הנוגע להקמת איים מלאכותיים וסיוע לשכנות ישראל כמו הישות הפלשתינית (ברצועת עזה וביו"ש) וכן לירדן, לבנון, דרום סוריה ואולי מצרים (סיני).

מחבר עבודה זו, אדריכל בנימין איזק, ער לבעיות הסביבתיות המעורבות בהקמת איים ומציע הקמת איים בשני טווחים מן החוף, הקרוב – לפיתוח אורבני, והטווח השני מעל 20 ק"מ מן החוף מעבר לאופק – מיקום שאינו פוגע בקו האופק הנפלא של הים התיכון, שם יוקמו איים מלאכותיים לשם העברת תשתיות לאומיות כבדות מזיקות גם בתחום הסביבתי כמו בתי זיקוק, מתקני הנזלת גז ובסיסי חיל הים.

אנו מקווים ששלושת המסמכים שקתדרת חייקין פרסמה בשנת 2014 יעשו את שלהם ונצליח להעלות לסדר היום הלאומי את הפתרונות הנדרשים להקל על הלחצים הדמוגרפיים-תשתיתיים-סביבתיים-ביטחוניים המאיימים על מישור החוף הישראלי.

אין בשלושת הפרסומים הצעה לצאת אל הים ולהתחיל מיד בהקמת איים. אנו מציעים שכל הגורמים הנוגעים בדבר כמו הממשלה, ובעיקר רה"מ, המשרדים: פנים, תשתיות, איכות הסביבה, תחבורה, ביטחון, ביטחון פנים, המדע, משפטים והאוצר, יקבלו על עצמם להוביל מהלכים לקראת מימוש הרעיונות. זה נכון גם לחברות ומפעלים כמו רשות הנמלים, חברת החשמל, חברות הגז, חיל הים, מנהל מקרקעי ישראל וגופים אחרים שקשורים לרעיון ישירות או בעקיפין ויתרמו להקמת גוף ארצי אחד שייקח על עצמו עריכת סקרים, ניסויים, בחינת הרעיונות שהבאנו ואחרים שיבואו ויעלו ככל שנתקדם במהלך חשוב זה.

אין למדינת ישראל את הפריבילגיה להמתין יותר מדי זמן למימוש הרעיון, כי גם אם נתחיל לפעול ב-2014 והברורים המשפטיים, סביבתיים, טכנולוגיים, חברתיים, ביטחוניים ייבחנו, הרי שיחלוף מן הסתם עוד עשור ועד אז כבישי ישראל לא יוכלו לשרת את צי הרכב הישראלי ובעיקר במישור החוף. לכן יהיו השלכות הרות גורל לכלכלה, לחברה ולביטחון. מאבקי הכוח על מיקום תשתיות נוספים יקבלו אופי אלים יותר שכן הצרכים גדולים והשטח יקטן.

באוניברסיטת חיפה נמצא מרכז הידע המדעי לגבי חופי ישראל, האוניברסיטה קרובה ויכולה לעבוד בשיתוף פעולה עם הטכניון, המכון לחקר ימים ואגמים, חיל הים ועם הארכיטקטים שפרסמו את רעיונותיהם במסמכים שלנו. ביה"ס ללימודי ים שבאוניברסיטת חיפה והקתדראות הנספחות אליו, יכולים להיות מוקד פעילות, שדרכו יתבצעו ניסויים והערכות לבחינת הרעיונות שהעלנו (ואחרים שיעלו) וכן ריכוז המידע הבינלאומי והמקומי בעניין הקמת איים. המוקד האוניברסיטאי ירכז ויכלול את כל החומר ויגיש מסמך אחראי לרה"מ.

נתוני יסוד: תנאים וצרכים

תנאים

המזרח התיכון כולו, בעיקר במצרים, סוריה, ירדן, עיראק, ישות פלשתינית ובישראל, מתאפיין בריבוי טבעי גבוה. הריבוי הטבעי בקרב אוכלוסיות אלה עומד על 1.7-2.5 אחוזים, והוא מהגבוהים בעולם בשנת 2013. משמעות הדבר היא הכפלת אוכלוסיית עמי האזור בתוך כארבעים שנה. אחת הבעיות המרכזיות הנובעות מריבוי טבעי כה גבוה, היא הדחיפות להכפיל את התשתיות עבור האוכלוסייה הגדלה, בין היתר, בתחומי המגורים, החינוך, אספקת המים וניקוזם, התחבורה, האנרגיה

ועוד. אם לא יוכלו מדינות אלה לעמוד במשימה של הכפלת התשתיות כנדרש, יש לצפות לירידה ברמת החיים. אבל האמת קשה עוד יותר, שכן בין 1950–1981 האוכלוסייה באזור הכפילה עצמה (ב-30 שנים) ובין 1981–2010 הכפילה עצמה שוב בפרק זמן של 30 שנה. בכל פרק זמן זה לא דאגו במדינות השכנות לבנות תשתיות. מדינות אלו קרסו או קורסות לנגד עינינו. קוראים לקריסה זו בטעות "אביב ערבי" כשבעצם מדובר ב"חושך ערבי".

ישראל הינה אחת המדינות הצפופות ביותר בעולם. על פי נתוני הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה (2011), בסוף שנת 2011 הצפיפות בישראל (מספר התושבים המתגוררים בקמ"ר), היתה 357 נפשות לקילומטר רבוע, והמגמה הולכת וגדלה עם השנים. אם נחשב את הצפיפות בישראל באזוריה המיושבים, קרי מבאר שבע וצפונה, תהיה הצפיפות בישראל כ-800 נפש לקמ"ר, כלומר המקום הצפוף ביותר בעולם המערבי (Bystorv and Soffer 2013).

האוכלוסייה הישראלית תהיה ענייה יותר, שכן כמעט כל תוספת האוכלוסייה תהיה של ערבים מוסלמים ושל חרדים, שתי קבוצות אוכלוסייה עניות יחסית ומרובות ילדים. ישראל תזדקק למערכות תחבורה המוניות, מים, תחנות כוח והולכת חשמל, גז ושינוע חומרים מסוכנים ואחרים. המחסור בקרקע יביא לעליית מחירי הקרקעות, לניצול יתר של האדמות, תוך הזנחת הפיתוח הסביבתי ויצירת ערים של "שלמת בטון ומלט", ללא ריאות ירוקות.

מדינה צפופה היא מדינה אלימה, מדינה המדרדרת לעולם שלישי, מדינה שנוער חזק עוזב אותה, מדינה שנוער יהודי ימעט לחזור אליה. אין צורך ללכת רחוק כדי לראות את התוצאות של הצפיפות הגבוהה במצרים, בהודו, בריו דה ז'נרו וכדומה. כדי לאפשר חיים במדינה מערבית כה צפופה, הכרחי לתכנן לטווחים ארוכים ולבנות תשתיות כמו בסינגפור, יפן או הולנד, בטרם יהיה מאוחר מדי.

צרכים

ישראל התברכה בכ-190 ק"מ של חוף ים, מהם 60 ק"מ של חופים אורבניים, 50 ק"מ נוספים סגורים ומנוצלים לתעשייה, נמלי ים וצבא, 15 ק"מ מתוכננים להקמת מרינות ו-15 ק"מ מתוכננים להקמת כפרי נופש. חשבון זה משאיר כ-50 ק"מ בלבד של חופים פתוחים וטבעיים (בורט 2014).

בהתחשב בתנאים אלו, ישראל מתקרבת מאוד לגבול כושר הנשיאה שלה. התופעה בולטת בעיקר במישור החוף שמוקדו בעיר תל אביב-יפו. שני שלישים מאוכלוסיית ישראל מתגוררים על קו המים של הים התיכון! למרות ניסיונות ושלל תוכניות לפיזור האוכלוסייה לנגב ולגליל, מגמת התרכזות האוכלוסייה במישור החוף נמשכת וצפוי שתגיע לממדים של כ-80% מכלל האוכלוסייה היהודית בישראל.

במצב כזה נוצר קונפליקט בין הצרכים לפיתוח אורבני לבין מיקום מתקני ומערכות התשתית המשרתים את המרחב האורבני. קונפליקט זה אף מתעצם עם העלאת המודעות וקידום התקינה בכל הקשור להיבטים סביבתיים ולסיכונים לאדם ולסביבה, העלולים להיגרם על ידי מתקני תשתית אלה (בלומנפלד 2003). מתקנים שהוקמו לפני עשרות שנים נמצאים כבר כיום בסמיכות רבה ליישובים שהוקמו והתרחבו. מגמת גידול האוכלוסייה נמשכת ומצריכה תוספת תשתיות לטובת תעופה, ייצור אנרגיה ומים, טיפול בחומרים מסוכנים ואחרים.

עבור חברה מערבית, הזוללת שטחים עד בלי די, זוהי נורת אזהרה! ללא מקום לתשתית לאומית ומרחבים פתוחים, הנחוצים לשם שמירה על איכות החיים של מדינה מערבית, ישראל שועטת בדהרה אל מדינות העולם השלישי.

בניית איים מלאכותיים בעולם

המרחב הגלובלי

ניצול הים להגדלת הרזרבה הקרקעית, הן על ידי ייבוש חלקי חוף, הן על ידי בניית שלוחות ים (מעייין חצי אי) והן על ידי הקמת איים מלאכותיים, היא אפשרית מבחינה טכנולוגית. בעולם הצטבר ניסיון רב בניצול הים לצרכים אלו.

מספר מדינות בעולם, בהן קיימת בעיה של זמינות קרקע וצפיפות אוכלוסין, הקדישו מאמץ ואמצעים רבים לכיבוש יבשה בים. המובילות שבהן הן יפן, הולנד, בלגיה, סינגפור, סין, דובאי והונג קונג. מדינות אלה יצרו שלוחות יבשה בהמשך לקו היבשת הטבעי על ידי מילוי או בניית סוללות ושוברי גלים (וייס 2014)

יפן

צמיחת המשק היפני, המחסור בנמלים ושיקולים של איכות הסביבה הביאו את היפנים לפעול לניצול הים לצרכים כלכליים תעשייתיים, לצרכי הרחבת תשתיות ולצרכי מגורים.

למרות התנאים האקלימיים והגאולוגיים הקשים בהם נמצאת יפן: שכיחות של סערות טיפון, פעילות סקטונית תדירה וקרקעית בלתי יציבה עם שיפועים חזקים, נבנו ביפן מעל 100 איים מלאכותיים המופרדים מהיבשה, בשטח של מאות דונמים, רובם באזורים יחסית סגורים כמו הים הפנימי של סטו ומפרץ טוקיו. בכולם נדרשו עבודות הכנה מורכבות לייצוב הקרקע ותכנון עם מקדמי ביטחון גבוהים ושימוש בטכנולוגיות מתקדמות לעמידות בפני רעידות אדמה.

רוב האיים ביפן נבנו מחומר מילוי ממוצא יבשתי, באמצעות יישור גבעות והרים תלולים והכשרת חומר הסלע למילוי עבור האיים. לשיטה זו יתרון כפול; יישור השטח יצר שטחים נוספים ומיושרים על היבשה לפיתוח נוסף.

האיים שנבנו בשלב הראשון, עם הפריחה הכלכלית בשנות העשרים והשלושים של המאה הקודמת, שמשו לצרכי תעשייה בלבד. בשלב השני, עם עליית צפיפות הערים בשנות השבעים והשמונים, נבנו איים גם לשימושים עסקיים ולמגורים. בעבודתו של וייס (2014) ניתן לקרוא בפירוט על פרויקטי האיים השונים שנבנו ביפן.

האיים ביפן משלבים פעילות כלכלית, מסחרית, בנייה למגורים ופעילות נופש. התפיסה הבסיסית היא בראיית האי כאתר משולב, תוך יצירת אינטראקציה עם החוף ושמירת האיזון הסביבתי מבחינת המים, החי והצומח באזור. בבדיקות מקדמיות שביצעו היפנים ביחס להשפעה שיש להקמת איים מלאכותיים על הכלכלה המקומית, נמצא כי הקמת אי מלאכותי יוצר אפקט של הגברת התפוקה, תעסוקה, הכנסות מעבודה וממסים והתעוררות משמעותית של הכלכלה המקומית (וייס 2014).

האם אפשר ליישם בישראל את המודל היפני? מעט ובזהירות. שכן, ישראל אמנם צפופה כמו יפן אך ליפן יש חומרי בנייה המושגים בחיתוך הרים ויישורם וחומרי ההרים משמשים להקמת האיים. אין ליפן משטר גלים כמו זה של מזרח הים התיכון, שכן מה שנבנה שם הוא במפרצים או בים סגור.

סינגפור

אחת מבעיותיה העיקריות של סינגפור היא העדר עתודות שטח לפיתוח תשתיות. בשנת 2009, הוקם האי ג'ורונג (Jurong Island), ובשנת 2010 הורחב לכ-32 קמ"ר. אי זה הוא הגדול מבין האיים המרוחקים של סינגפור. האי הוקם לצורך פיתוח תעשיות כבדות ומהווה מרכז לתעשיות פטרוכימיות ומהווה מוקד משיכה לחברות בינלאומיות רבות. סינגפור שמה לה למטרה להרחיב את שטחה מדי שנה בכ-6 עד 7 אחוזים (וייס 2014). סינגפור כמו יפן בונה את האיים במקומות סגורים יחסית ללא ים פתוח והיא משיגה חומרי מילוי שאין לישראל.

דובאי

איים מלאכותיים לחופה של דובאי – באיחוד האמירויות הערביות (United Arab Emirates). בעיר דובאי, מוקם בשנים האחרות פרויקט גרנדיזי של איים מלאכותיים בשם, Palm Islands. הפרויקט מיועד בעיקר לתשתיות מסחר ומגורים. הפרויקט כולל בשלב זה שלושה איים בצורת דקל שמעליו סהר המשמש כשובר גלים, בכל אי יש מספר גדול של מבני מגורים ואזור פנאי ובילוי מרכזי. הפרויקט הוסיף לדובאי 520 קילומטר של חופי ים. בשלושת האיים יש מעל 100 מלונות יוקרה,

וילות, בתי מגורים, דירות, מרינות, פארקי מים, קניונים, מתקני ספורט ומסעדות. שלושת האיים מכילים מעל מיליארד מטרים מעוקבים של חומרי מילוי, חול וסלעים, כולם מחציבה מקומית.

חלק אחר של הפרויקט, שנעצר בשלב זה, הוא פרויקט בשם The World. מדובר באוסף איים מלאכותיים מול חופי דובאי. זהו מעין ארכיפלג מלאכותי של 300 איים שקווי המתאר הכלליים שלו מדמים את מפת העולם. האיים בעולם מסמלים מדינה או חלקי מדינה. בניית הפרויקט החלה בספטמבר 2003 והיא מתבססת על שימוש בסלעים וחול שנחפר מקרקעית הים ללא סיוע בטון. בשנת 2009 פורסם כי עבודות הבנייה בפרויקט הופסקו עקב השלכות המשבר הכלכלי העולמי. לא פורסם מתי ואם יתחדשו העבודות ונודע כי מספר איים ניוקו כתוצאה מעצירת הפיתוח (וייס 2014)

המרחב הישראלי

לישראל יש ניסיון מעשי מועט בבניית איים מלאכותיים: בחיפה, בזמן המנדט הבריטי, במשך ארבע שנים (1929–1933) נבנה שובר הגלים בנמל חיפה, תוך העמקת הנמל ושימוש בחול שנשאב לצורך ייבוש רצועת חוף של כ-360 דונם, עליה הוקם חלק מהעיר התחתית. באשדוד, בשנת 2005 הוקם נמל 'איתן' שהינו הרחבה של נמל ה'יובל' שנבנה במקור בים הפתוח. ההרחבה כללה תוספת של 1,150 מטרים למזח הראשי ו-1,700 מטרים של רציפים חדשים בעומק ים של 15.5 מטרים.

ההתעסקות הרעיונית בבניית איים מלאכותיים לאורך חופי ישראל כפתרון חלופי למיקום תשתיות ומגורים החלה על ידי חוקרים מהטכניון כמו שלף וצימלס (1996) וצימלס שלף ובעז (1996). שאשא כתב על כך במכללה לביטחון לאומי עוד ב-1995. מיכאל בייט, חוקר מהמשרד לתשתיות, כתב על האיים המלאכותיים ב-1999 ובאותה השנה כתבו על האיים גם חוקרים מאוניברסיטת תל אביב (קרן ושטרן 1999). הנושא שוב הועלה בשנות ה-2000 על ידי חוקרי ים התיכון, כמו ניר, דורי ובן-ארי (2001) ושוב על ידי יעקב ניר ב-2005.

אנשי הטכניון, פרופ' מיכאל בורט וד"ר מיכאל קון מנסים לקדם את רעיון הקמת איים מלאכותיים מול חופי תל אביב וחיפה. פרופ' בורט (2010, 2014) הגה את רעיון "השדרה הכחולה", סדרה של איים לאורך חופי ישראל, תוך הצעת שיטות מקוריות לבניית שוברי גלים ספוגיים ובניית איים, אשר מקטינים משמעותית את הצורך בחומרי מילוי. אבן, גרטנר וקהת (2003) העלו רעיון להקמת איים מלאכותיים מול רצועת עזה. המהנדס, הוגו מרום ניסה לקדם את רעיון העתקת שדה דב לים (שליין 1999), נושא שעלה על הפרק פעם נוספת בימים אלו על שולחן הממשלה. למעשה, בשנת 1973 פורסם מכרז להקמת אי מלאכותי לשדה דב, אולם בשל מלחמת יום הכיפורים בוטל המכרז.

במטרה להיערך למתן פתרונות לתחזיות של גידול האוכלוסין בישראל החליטה ממשלת ישראל לבחון היתכנות להקמת איים מלאכותיים נוכח חופי ישראל בים התיכון. בשנת 1996 חתם ראש

הממשלה דאז, מר שמעון פרס, על מסמך הצהרת כוונות עם ראש ממשלת הולנד מר וים קוק, לשיתוף פעולה ומחקר בנושא הנדסת חופים. למימוש האמור לעיל הוקמו ועדות היגוי בהולנד ובישראל והוקצב לנושא תקציב של שני מליון דולר. בדיקת ההיתכנות נערכה ביו השנים 1997–2000 ועיקרי מסקנותיה הוגשו לשר התשתיות הלאומיות, כולל דוח ביניים ב-1998, ודוח סופי בפברואר 2000.

עיקרי מסקנות הדוח היו כי קיימת היתכנות סביבתית, טכנולוגית, משפטית וכדאיות כלכלית, בעיקר לשימושים המטילים מגבלות על סביבתם (מתקני תשתית ושדות תעופה). אולם, קיים חוסר במצאי חומרי מילוי. ונדרשת תכנית מתאר לאיים ולמערכת התחבורה המשרתת אותם.

בעקבות הדוח התקבלה החלטת ממשלה¹ בדבר הקמת איים מלאכותיים בחופי ישראל. בנוסף, התקבלה החלטת הקבינט החברתי-כלכלי מיום 3/6/2001 שאישרה את המלצות ועדת המנכ"לים להמשיך לאסוף ולעבד נתונים לצורך יצירת התשתית התכנונית הדרושה להקמת איים מלאכותיים, ולקדם הוראה של המועצה הארצית לתכנון ובנייה בדבר עריכת סקר וגיבוש מדיניות בכל הנוגע להקמת איים מלאכותיים בחופי ישראל.

משרד הפנים טיפל ברעיון ב-2007, המשרד גם עסק בחופי הארץ ורגישותם לשינויים הרבים הנוקפים בו (פפאי 2004; משרד הפנים 1999). רוזן (2000) אמד את ההשפעות הסביבתיות הצפויות להופיע בעקבות הקמת האיים.

ואכן, בשנת 2007 פורסם מסמך מדיניות לאיים מלאכותיים לתשתיות² שעיקרי המלצותיו הן לייעד את השימוש באיים מלאכותיים קטנים (מאות דונמים) למתקני תשתית בלבד, לממן הפרויקט באמצעות פינוי קרקע מתשתיות באזורי תפוסה, ולהקים אי ראשון כפרויקט חלוץ (פיילוט) ללימוד הנושא.

אזכור נוסף לאי מלאכותי היה בשנת 2009, בדוח ועדת האלוף בודינגר (הוועדה הציבורית לבחינת תכנית אב לשדות תעופה בישראל 2009), בנושא שדות התעופה בישראל³ בו נכתב: כי הוועדה מוצאת צורך בקידום תכנון עבור שדה תעופה על אי בים, אך מציינת כי פתרון זה מעלה שלל בעיות, כמו מחיר הפרויקט, חוסר הניסיון הבינלאומי בבניית אי מלאכותי בים הפתוח, פגיעה בחוף ובמערכותיו. יצוין כי חוף הים הוא נכס לאומי של משאב שהולך ומצטמצם. הוועדה המליצה להוסיף לתמ"א 15 שדה תעופה על אי מלאכותי בים התיכון, כשדה תעופה בדרגה 1 ולקדם את התכנון המפורט עבורו בשלבים (וייס 2014 ; בורט 2014).

1 החלטת ממשלה מספר כל/86 מיום 18/12/2000.

2 מסמך מדיניות לאיים מלאכותיים לתשתיות, משרד הפנים – מנהל התכנון, יולי 2007.

3 הוועדה הציבורית לבחינת תכנית אב לשדות תעופה בישראל, דוח מסכם, הוגש לשר התחבורה שאול מופז, ינואר 2009.

היציאה אל הים, אל מרחב ששטחו (בתחום הטריטוריאלי של המדינה) כשטחה של מדינת ישראל כולה, תאפשר להעביר תשתיות לאומיות זוללות מרחבים ומסוכנות, כמו תחנות כוח, מערכות אחסון, מתקני התפלה, תחנות כוח על ידי רוח, מתקני זיקוק ואחסנת נפט, טיפול בגז, שדות תעופה מקומיים (כשדה דב וחיה) ובינלאומיים (כמו בקובה, יפן) הרחבת נמלים ומתקני צבא ובעיקר אילו של חיל הים. אם וכאשר שלב בנייה זה יוכתר בהצלחה, יהיה מקום לחשוב על תכנון ערים צפות ועוד (וייס 2014).

אבל אסור לנו לשכוח, בישראל אין חופי ים מפורצים כמו ביפן והונג-קונג. חופי ישראל פתוחים לים הסוער מאוד בחורף ועל כן יש לחפש תשובות מקוריות למציאות אקלימית-גאוגרפית המיוחדת לנו. לישראל חסרים חומרי גלם למילוי מאות ואלפי דונמים הנחוצים לכל השימושים שזכרו. יש לחפש תשובות טכנולוגיות וארכיטקטוניות כחלופה לחוסרים אלו (וייס 2014).

סוגיית טווחי הבנייה מהחוף

לסוגיית מרחק הבנייה מן החוף יש להתייחס במספר היבטים:

היבט תפקודי – יש להבדיל בין מיקום מתקני תשתית לבין פיתוח אורבני בסביבה ימית. את מיקומם של מתקני התשתית ראוי לקבוע הרחק מקו החוף, מעבר לקו האופק. כאשר פיתוח אורבני מתבקש שיהיה קרוב לחוף בסמיכות לאזור האורבני היבשתי.

היבט סביבתי – נושא מרחק הבנייה של האיים המלאכותיים מהחוף הוא נושא רגיש בעיקר בגלל הפגיעה הסביבתית בקו החוף (הרחבה אצל וייס 2014). הפתרונות הטכנולוגיים שיפורטו להלן מאפשרים למקם את האיים המלאכותיים הללו בלב ים, הרחק מעבר לקו האופק. כך, ההשפעות הסביבתיות על זרימת המים והסעת החול לא רלוונטיות.

היבט טכנולוגי – השימוש בטכנולוגיות המילוי (הרחבה אצל וייס 2014) מחייבות את בניית האיים המלאכותיים על מדף היבשת בטווח ראייה מהחוף. זוהי אחת הסיבות, להוציא סוגיית השימוש בחומר המילוי, מבניית איים מלאכותיים לתשתיות לאורך החוף הישראלי. ההצעות שיפורטו להלן, ומפורטות גם אצל בורט (2014) מאפשרות בניית איים מלאכותיים, ללא חומר מילוי, שמיקומם המרחבי אינו תלוי בעומק הקרקעית ובמשטר הגלים, ומאפשרים את מיקום המתקנים הימיים הרחק מעבר לקו האופק.

פתרונות טכנולוגיים לחוף הישראלי

הטכנולוגיה המוכרת לבניית איים מלאכותיים מתבססת על שימוש בחומרי מילוי המופקים מן הטבע. ועדה הולנדית-ישראלית (2000) קבעה שאכן יש היתכנות להקמת איים מול חופי ישראל. לאור משטר הזרמים המאפיין את הים הישראלי המליצה הוועדה על תכנון איים בצורת טיפה. ההערכה הכלכלית היתה שבניית איים תשתלם עם גידול דרישות הבינוי. אך נקודת התורפה הגדולה היא בהתבססות בניית האיים על חומר מילוי, הטכנולוגיה המוכרת והמקובלת דאז. המסקנות בעקבות הוועדה היו שעל ישראל לחתור לתפיסה תכנונית, הנמנעת מן השימוש בחומרי המילוי ולהשתמש בטכנולוגיה חלופית הנקראת "fill material free". מאז היו התפתחויות רבות בתחום התיכנוני וההנדסי ולהלן מוצעים פתרונות חדשניים.

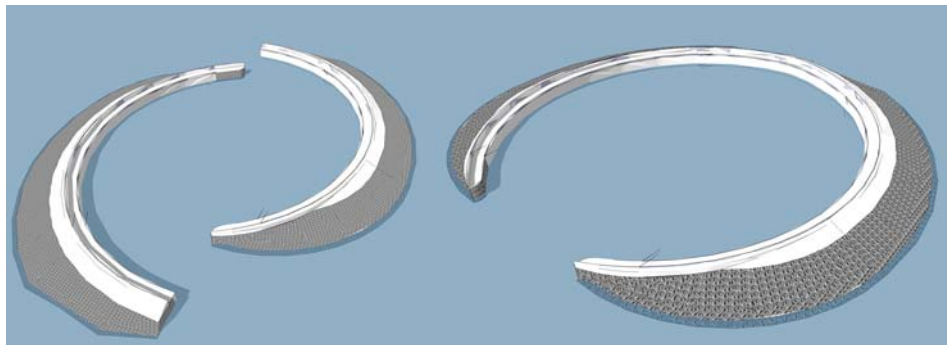
הרעיונות המוצגים במסמך זה תואמים לפיתוח מתקנים צפים בסביבה ימית. השאיפה לפתח טכנולוגיות המאפשרות לבצע את תהליך הבנייה במקום, בחומרים מותאמים לסביבה ימית. המתקנים הימיים מתוכננים כמערכות סגורות, עצמאיות, וידידותיות לסביבה המופעלות על ידי כוח אדם מצומצם. הנגישות אל המתקנים הללו יכולה להיות הן ימית והן תת-קרקעית/תת-ימית.

הפתרונות הטכנולוגיים שהוצעו על ידי בורט (2014) נמצאו בבחינה מקצועית מדוקדקת על ידי גורמי טכניון והנדסה ימית כאטרקטיביים מאד הן מבחינה טכנו-כלכלית והן מבחינה הסביבתית. עלויות הקרקע המיוצרות לפי השיטה הן כ-10% ופחות מערך הקרקעות המוצעות במישור החוף כיום. להלן יוצגו פתרונות אפשריים נוספים שפותחו בהשראת רעיונותיו של בורט.

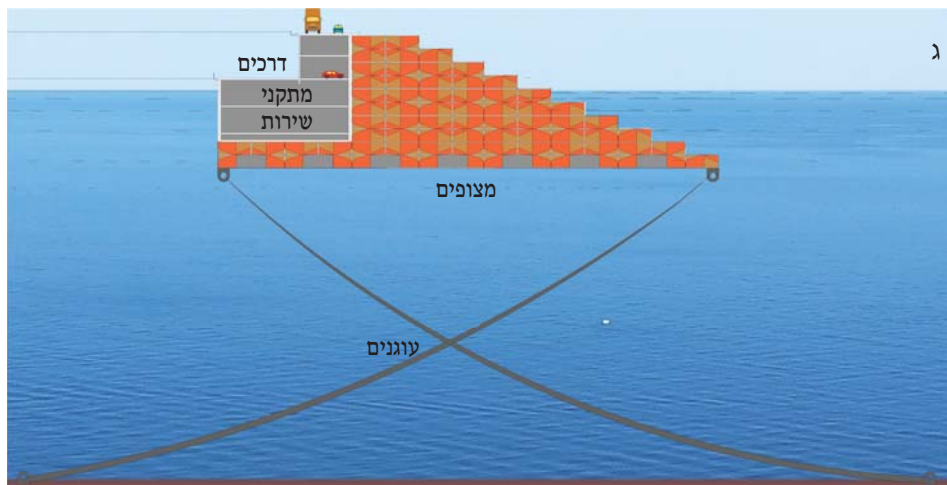
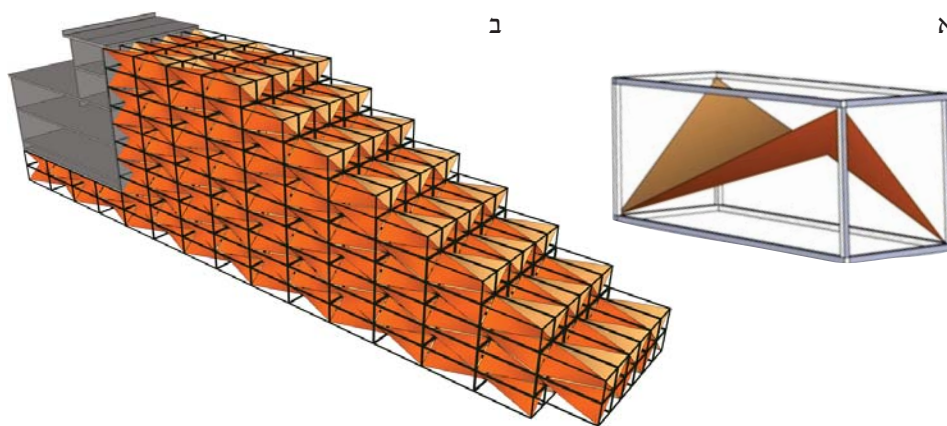
שובר גלים קשתי צף

פיתרון טכנולוגי של בניית אי בצורה קשתית (איור 1). היתרונות המרכזיים בבניית שובר גלים צף היא העדר הצורך בחומר מילוי והיכולת למקם את שובר הגלים בכל מקום שנבחר ללא תלות בעומק.

שובר הגלים עשוי משילדה של מכולה בה משולב לוח היפרבולואיד פראבולי (איור 2). היתרון הגדול של שובר גלים מסוג זה הוא בחללים הנוצרים משילוב האלמנטים הבסיסיים הסופגים את אנרגיית הגלים, כמו כן כל יחידה ניתנת לייצור תעשייתי ומאפשרת בנייה מודולארית. את היחידות ניתן לשנע בקלות הן ביבשה והן בים באמצעי השינוע הקיימים למכולות. החיסרון הוא בהיותו בנוי ממתכת ובכך שהוא עדיין לא נבחן ניסויית. נבחנות חלופות נוספות לייצר אלמנטים טרומיים בייצור פשוט מבטונים שונים.



איור 1: "שובר גלים קשתי צף", הצעה רעיונית



איור 2: מבנה שובר גלים צף: א) אלמנט בסיסי, שילדת מכולה בה משולב לוח היפרבולואיד פראבולי; ב) קבוצה של אלמנטים בסיסיים מסודרים ליצירת שובר גלים; ג) חתך רוחבי של שובר גלים מעוגן.

שובר הגלים כלפי חוץ סופג אנרגיה וכלפי פנים מנוצל לשירותים של אחסנה, עגינה, תנועה וכד'. המבנה הקשתי יוצר מעטפת המגוננת על הכלים שבתוך שובר הגלים לכל סוגי כלי השייט. פיתרון טכנולוגי זה מאפשר ליצור מגוון פתרונות תפקודיים וארכיטקטוניים.

מגה פלטפורמה צפה לתשתיות לאומיות

רעיון זה פותח ביחד עם מרדכי קלמר אדריכל ימי - חברת TANIL LTD, והוא מתאים בעיקר לתשתיות לאומיות ולמתקנים ביטחוניים.

מגה פלטפורמה צפה בנוייה כקטמרן עם שני "מצופים", המחזיקים מבנה רב סיפונים שעליו ממוקמים מבנים ומתקנים (איור 3). המגה פלטפורמה היא ורסטילית ומודולארית, עם שינויים המותאמים לצרכים הספציפיים של כל מתקן.

ה"מצופים" הם סופרטנקרים או דמויי סופרטנקרים. סופרטנקר הוא מיכלית ענקית מאד יציבה באוקיינוסים. כאשר ממקמים פלטה על שני סופרטנקרים מתקבלת תשתית יציבה לכל סוג של מתקן. גוף ימי שמידותיו 300x300 מטר מבטיח יציבות כוללת של המתקן בכל מצבי הים המוכרים במזרח הים התיכון.

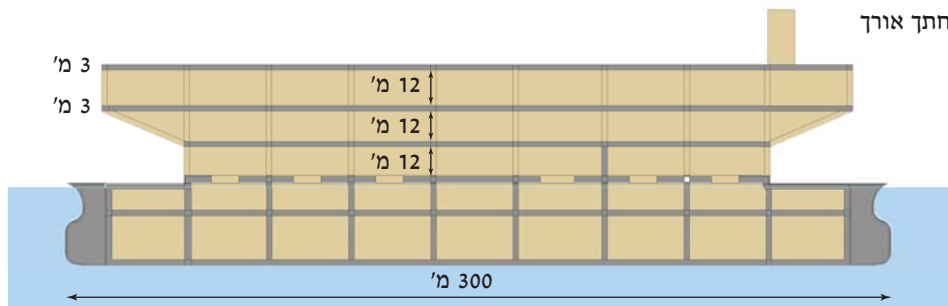
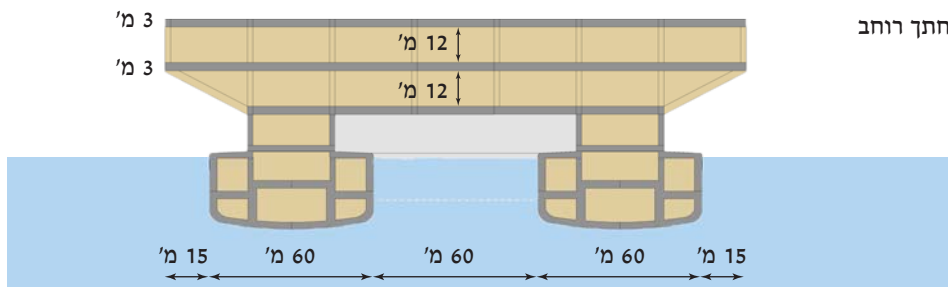
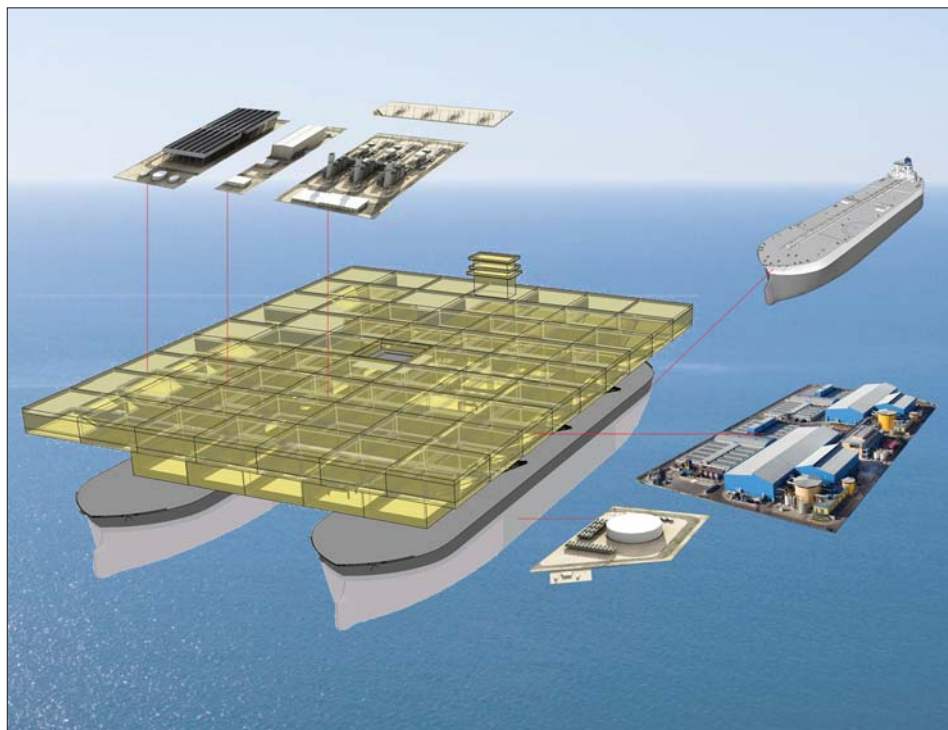
מעצם היותו של המבנה, מבנה צף, אין בהצבתו תלות טכנית בעומק המים או במצב הים. מיקום הפלטפורמה גמיש. לאחר שנקבע מיקום, יש להתאים את סוג העיגון לתנאי הקרקעית, אך באופן כללי, ייצובו המרחבי נעשה באמצעות מערכת עגינה דינמית, עיגון לקרקעית בשילוב מערכת היגוי אוטומטית.

בניית משטחים/סיפונים בגובה של למעלה מ-10 מטר מעל פני הים, מבטיחה יכולת עבודה עליהם כמעט ללא תלות במצב הגלים.

ממדי המתקן:

אורך ורוחב של פלטפורמה:	300x300 מטרים
מצופים*:	60x300 מטרים ושוקע של 25 מטרים
המרחק בין תחתית הסיפון הראשון לפני המים:	15-20 מטרים
הגובה בין סיפון לסיפון:	10-12 מטרים
כושר הנשיאה של המבנה (מוערך)	450K טונות.

* הערכת סדר הגודל מתבססת על מבני אוניות הקיימות היום.



איור 3: מגה פלטפורמה צפה לתשתיות

מבנה

הפלטפורמה בנוייה מפלדה כאופציה ראשונה או משילוב בין בטון ימי ומתכת, שטחה הכולל כ-180,000 מ"ר. ה"מצופים" בנויים גם הם מפלדה ומחולקים חלוקה פנימית לתאי ציפה עצמאיים. חללים אלו יכולים לשמש לאחסון נוזלים בהתאם לחישובי הציפה במצבים שונים. העלות המוערכת של מגה פלטפורמה צפה היא כ-500-600 מיליון דולר.

הסיפונים יחוברו למצופים במערכת קורות אורכיות ורוחביות. במסגרת חקר ההיתכנות תיבדק אפשרות של חיבור במבנה למצופים דרך מערכת hinges שאם היא תהיה אפשרית מבחינת חוזק וכדאיות כלכלית, תקטין את השפעת הטילטול הלא מסונכרן של המצופים במצבי ים קיצוניים.

בסיפונים השונים יהיו חיזוקים מקומיים לצורך יסודות של מתקנים ומכונות שהם חלק מהמפעלים שימוקמו על הסיפונים. יסודות אלו יהיו חלק אינטגרלי של חוזק המבנה. למקרים קיצוניים, ניתן יהיה להוסיף אלמנטים מקומיים של ציפה מתחת ליסודות של מתקן כבד במיוחד. בין הסיפונים יהיו אלמנטים של חללים אטומים שישמשו לציפת חירום באירועים בלתי מתוכננים.

מיכלי האחסון, בהתאם לצרכים, ימצאו בתוך מבנה המצופים או בגופים תת-מימיים (משקלם במים הוא אפס, ניתן להגיע לכך בשילוב נכון של כוח ציפה ומשקל) שניתנים בעת הצורך להרמה או להורדה בתוך המים.

תפיסות פיתוח בסביבה ימית

מפרץ חיפה וסביבתו - מצב קיים

איור 4 מציג את מכלול השטחים התפוסים על ידי מתקני תשתית לאומיים, תעשיות פטרו-כימיות, עורף הנמל ומתקנים ביטחוניים. העברת מתקנים אלו ללב ים ישחררו את מפרץ חיפה וסביבתו לפיתוח אורבני ויאפשרו את העצמת גלעין מטרופולין חיפה.

בחיפה, חיל הים יושב על שובר הגלים של נמל חיפה וחוסם את הגישה לים. בשכונת בת-גלים תופס בה"ד חיל הים חזית ימית של 550 מ' ומונע את פיתוח השכונה. בעיה לא פחות מטרידה היא מיקום בסיס חיל הים בעתלית. חיל הים חולש על רצועת חוף רחבה וארוכה ולמעשה מנתק את עתלית ויתר תושבי ישראל כמעט לחלוטין מן הים. במציאות האורבנית הלחוצה של היום מתבקש להשיב לתושבי עתלית וישראל את רצועת החוף הטבעית ואת האתרים הארכאולוגיים ולהשלים את בניית העיר כעיר חוף ים-תיכונית. להלן יוצגו שלוש חלופות לבדיקת ייתכנות הקמת בסיסים ימיים בלב ים.



איור 4: שטחים התפוסים על ידי מתקני תשתית לאומית ומרחבים ביטחוניים לאורך החוף הישראלי עם דגש על מפרץ חיפה וסביבתו (על פי מסמך מדיניות להקמת איים מלאכותיים לתשתיות של משרד הפנים מנהל התכנון 2007)

בסיס ימי משולב על מדף היבשת

בשנת 1999–2000 פנה חיל הים למנהל מקרקעי ישראל בבקשה להכין בדיקת התכנות להקמת בסיס ימי בלב ים. בנימין איזק חבר למהנדס הימי ד"ר אהוד מחרז מ"כרמל הנדסה בע"מ" וביחד הם הכינו עבורם הצעה לבניית בסיס ימי משולב הבנוי משובר גלים קונבנציונלי בצורת אטול ומתחם מרכזי, בצורת גשר דו קומתי על גבי קאיסונים (איור 5).

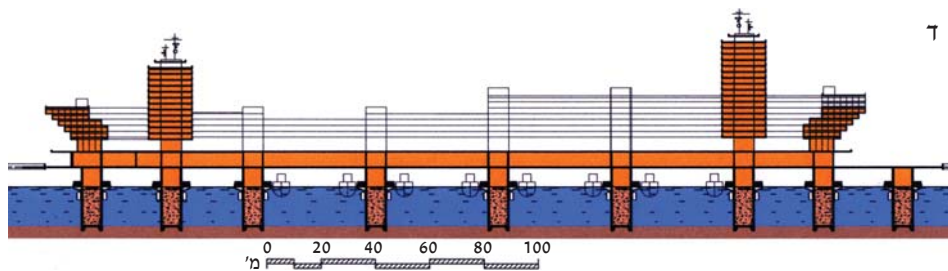
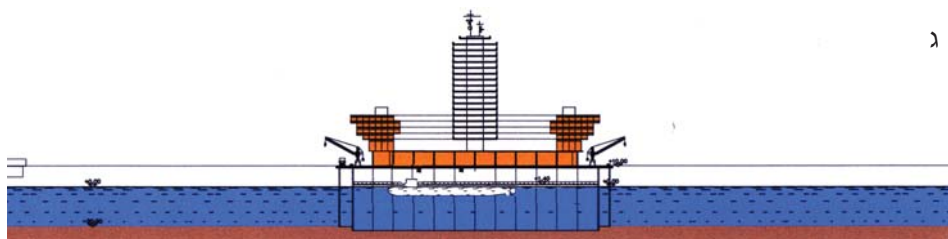
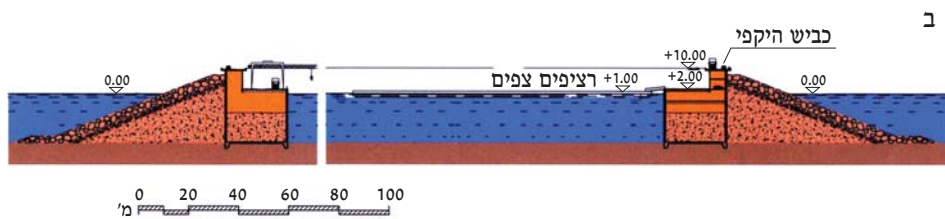
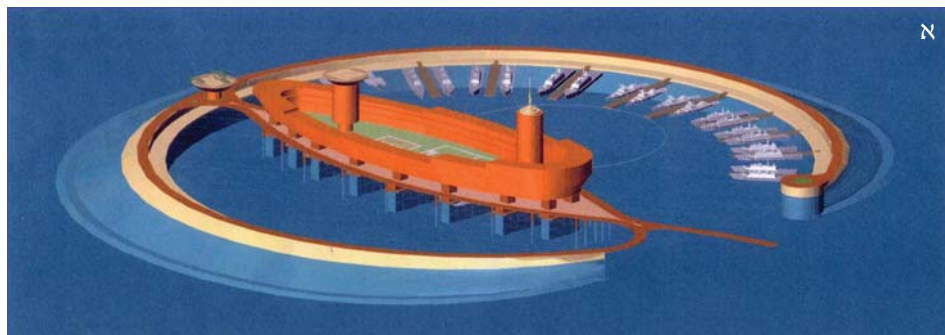
הבסיס הימי משמש מספר מסגרות צבאיות שהפרדה ביניהן מושגת על ידי חלוקת המעגן למעגני משנה, על ידי מתקן מרכזי. הבסיס ימוקם בלב הים על המדף היבשתי בעומק של כ-20 מטר ובמרחק של כ-2,000 עד 2,500 מטר מן החוף. הקשר לחוף יהיה באמצעות גשר. הוצעו ארבעה אתרים חלופיים: (א) מול חופי עתלית; (ב) מול ראש הכרמל; (ג) מול חוף עכו; (ד) מול תחנת הכוח חדרה (בחלופה זו ניתן להשתמש במזח הפחם כדרך גישה).

המתחם המרכזי מוקף שובר גלים היקפי קונבנציונלי הנתמך כלפי פנים על קאיסונים (Caissons) מרחביים מודולאריים גדולי ממדים (הרחבה על קאיסונים אצל וייס 2014). הקאיסונים אמורים לשמש כפונקציות שירות ואחסנה. גובה המבנה הימי מעל פני הים הוא כ-10 מ', התואם לגובה הגלים המרבי באזור זה. החלל העליון של הקאיסונים משמש לאחסון (מאגרי מים, דלק, מחסנים ושירותי אחזקה). על שובר הגלים יסללו כבישים ורחבות עבודה.

על הקאיסונים ממוקמים המבנים העיליים המופנים כלפי פנים ותומכים גם כן את החלק העליון של שובר הגלים. המבנים משמשים למשרדים, מפקדות, מחסני פלוגות, בתי מלאכה וכד'. במרכז המעגן יבנה קומפלקס, גם הוא על הקאיסונים, בשטח של כ-85–95 דונם, מעל לרציפי עגינה של כלי שיט תת-ימיים. על ידי כך תיווצר הגנה מירבית מכל הבחינות.

הפלטפורמה העליונה, בצורת גשר דו קומתי, אמורה לשמש לאחסון כלי שיט וציוד, אולמי אימונים ואולמי ספורט. מעל הפלטפורמה שטחים פתוחים לפעילות גופנית, מסדרים, כינוסים וגנים. סביב שטחים אלו יבנו פונקציות ציבוריות כמו חדרי אוכל, אולמי הרצאות, מועדונים ועוד. הקומות העליונות ישמשו כמשרדים, מפקדות, כיתות הדרכה ולמגורים. בקומפלקס ישולבו מנחתי מסוקים, מגדלי פיקוד, בקרה ופיקוח. לפי הצורך ניתן להקים עוד מספר מגדלים בחלל הפנימי של הקומפלקס.

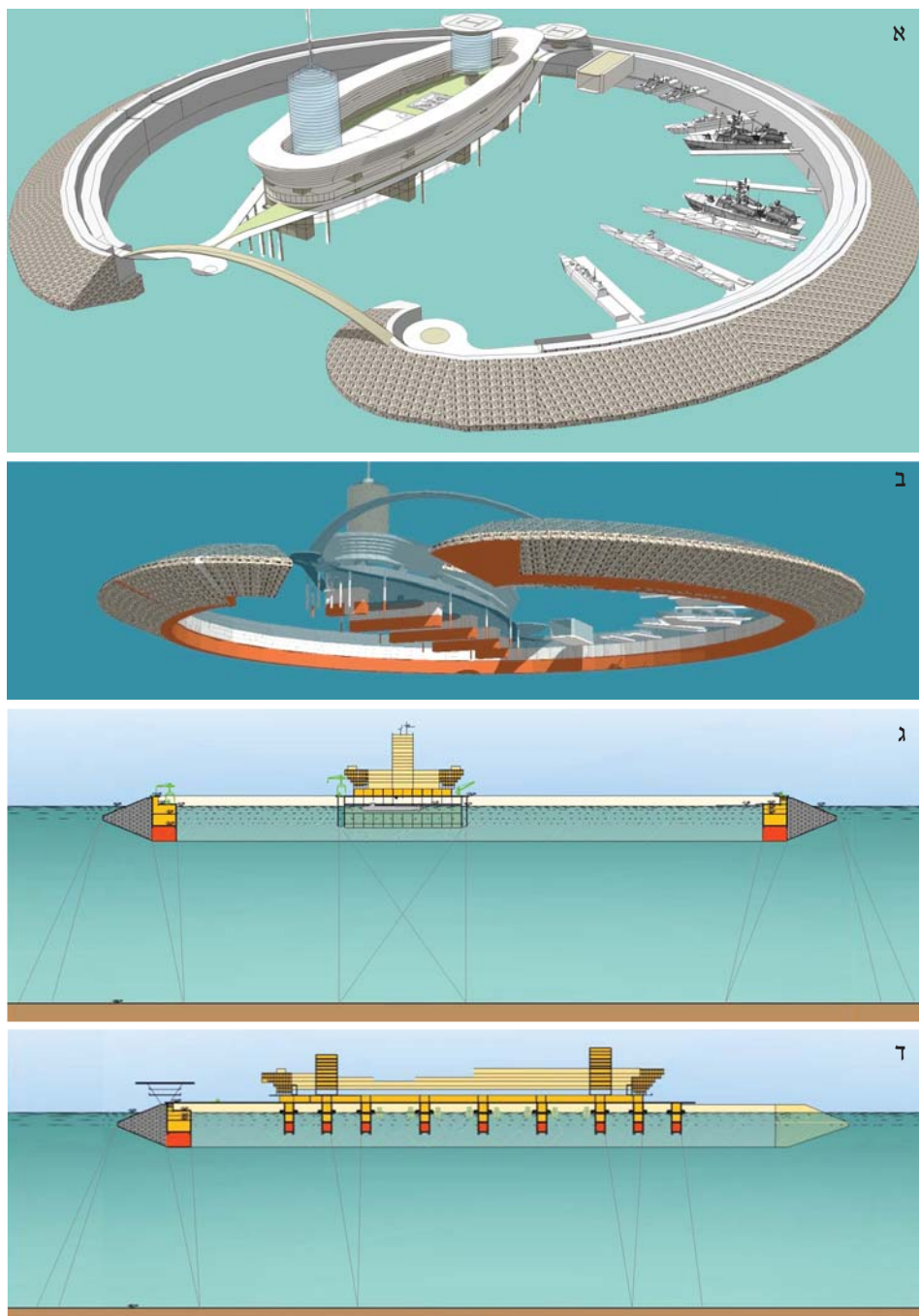
ההצעה הוצגה בפני חיל הים והתקבלה בהתלהבות. התכנית נשארה בגדר בדיקת היתכנות ראשונית. פיתוח הרעיון נעצר לתקופה ארוכה עד שנת 2011.



איור 5: בסיס ימי על מדף היבשת: (א) תלת ממד; (ב) חתך שובר גלים קונבנציונלי; (ג) חתך רוחב דרך הקומפלקס המרכזי; (ד) חתך אורך דרך הקומפלקס המרכזי

בסיס ימי משולב צף בקצה מדף היבשת

בהשראה של הטכנולוגיות החדשות – המוצגות אצל בורט (2014) ובמסמך זה, של שובר גלים סופג אנרגיה וגופי ציפה, הוכנה ב-2011 הצעה רעיונית של בסיס ימי צף (איור 6). ההצעה מהווה חלופה עדכנית של התכנית שהוכנה ב-2000 לחיל הים.

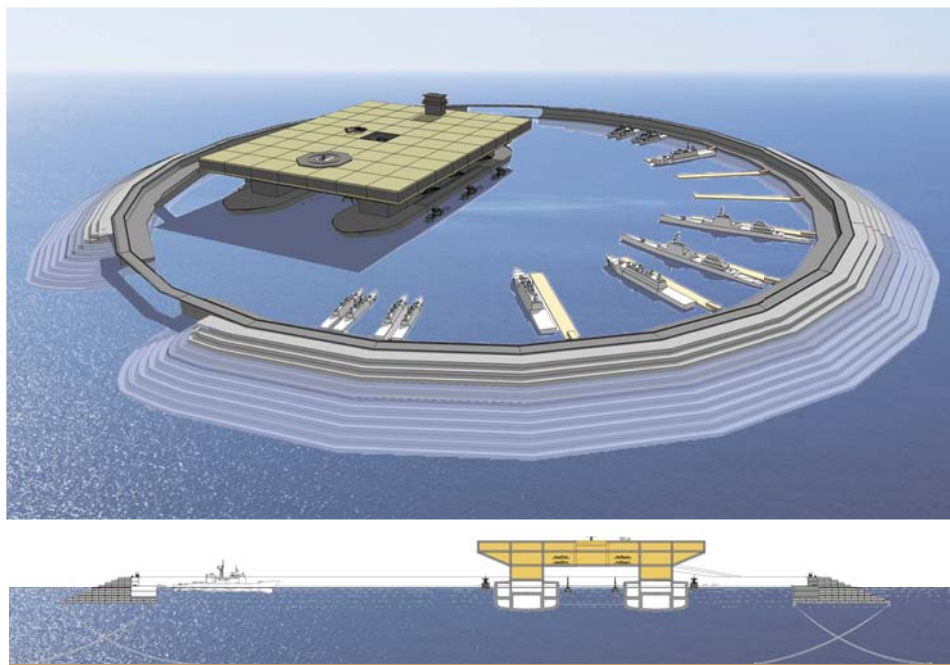


איור 6: בסיס ימי משולב צף: א) תלת ממד מבט ממעוף הציפור; ב) תלת ממד מבט ממעמקי הים; ג) חתך רוחב; ד) חתך אורך

היתרון המשמעותי בטכנולוגיית בנייה זו, מעבר להיעדר הצורך בחומרי מילוי, הוא היכולת למקם את האי בכל טווח שהוא מקו החוף, בקצה מדף היבשת, מעבר לקו האופק, כך שהפגיעה בנוף קו האופק מינימלית.

בסיס ימי משולב צף על מגה פלטפורמה

בסיס ימי הבנוי בהיקף משני שוברי גלים בעלי מבנה מודולרי צף (איור 7) סופג אנרגיה, במרכזו מבנה הבנוי על מגה פלטפורמה צפה על סופרטנקרים.

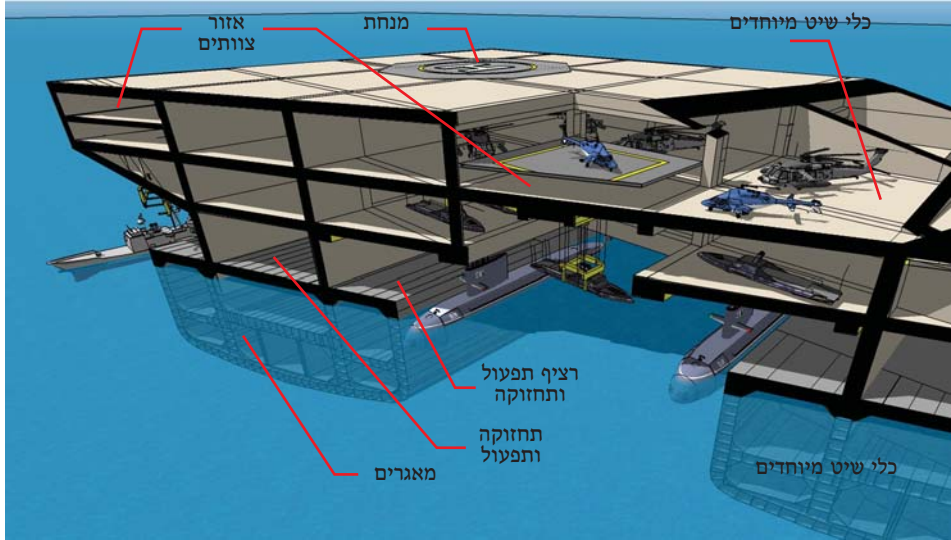


איור 7א: בסיס ימי משולב צף על מגה פלטפורמה וחתך רוחב

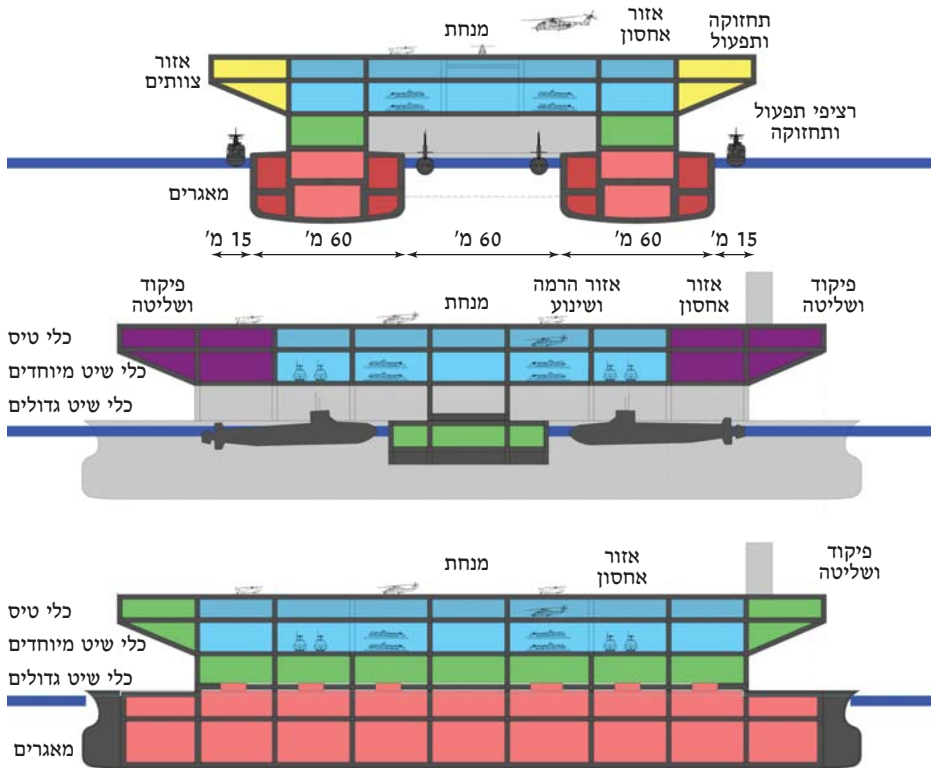
אשכולות תשתית מעבר לקו האופק

על מנת לענות על הצורך לפנות תשתיות מסוגים שונים מקרקעות יבשתיות יקרות ערך, יצאה בשנת 2012 החלטת ממשלה לקיים בדיקת היתכנות להקמת איים מלאכותיים לצרכי אשכולות תשתית. בשנת 2013 הגישו אדריכל איזק והאדריכל הימי מרדכי קלמר הצעה להקמת פלטפורמה צפה לתשתיות

התשתיות אליהן מתייחסת ההצעה הן: מסוף קליטת גז, טיפול וניטור גז טבעי; תחנת כוח; ייצור גז נוזלי (גטן LNG); אחסון אמוניה; התפלת מי-ים; בסיס ימי; תמיכה לוגיסטית ומגורים.

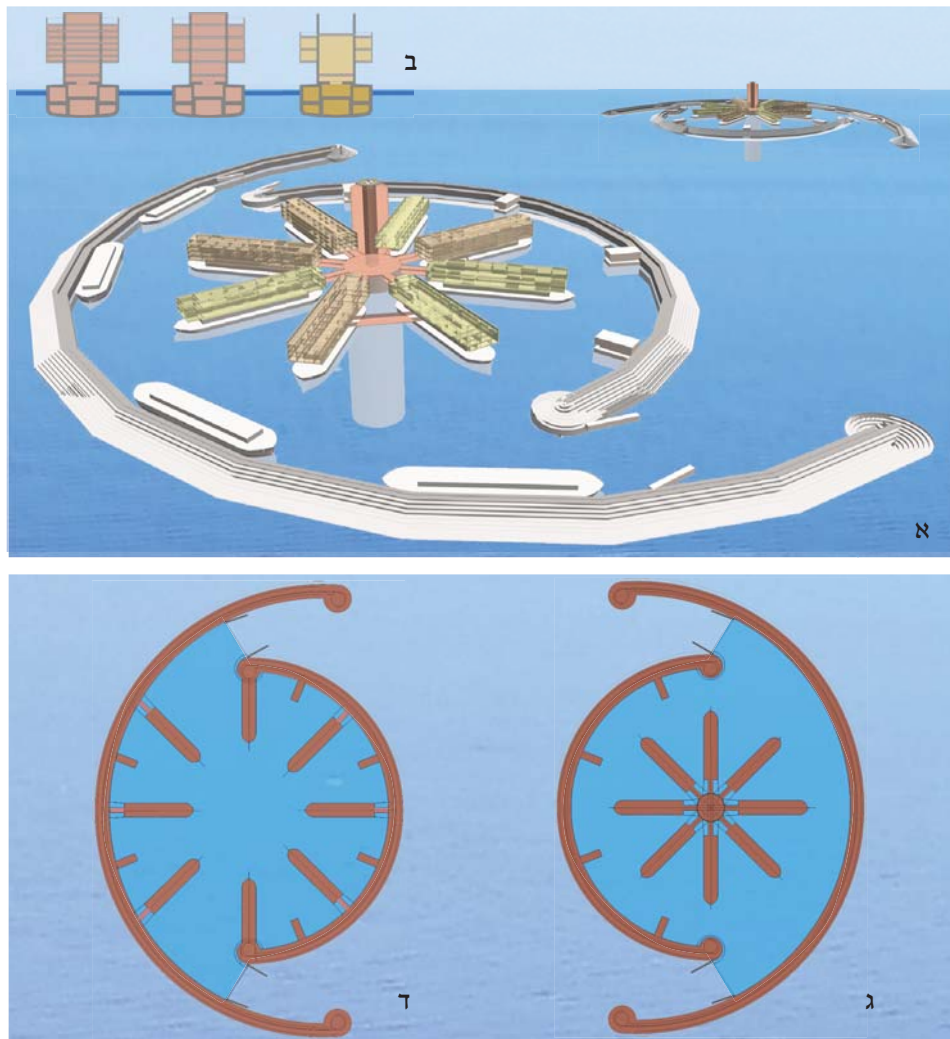


איור 27: חתך פרספקטיבי של הפלטפורמה עם המפלסים השונים ושימושם



איור 28: חתכים של הפלטפורמה והמצופים

אשכול תשתיות (איור 8 א-ג) מהווה הרחבה ושכפול למגה פלטפורמה צפה. האשכול מורכב מכוכב בעל 6 או 8 זרועות, כל זרוע היא מגה פלטפורמה צפה של כ-90,000 מ"ר, ומשמשת למתקן תשתיתי עצמאי אחר. מרכז הכוכב הוא מגדל גדול קוטר המיוצב במעמקים ומתרום לגובה המשמש כנותן שירותים מרכזי לכל מתקני התשתית. כל מתקן תשתית מחובר למגדל המרכזי בגשרים היכולים לחבר במקרה הצורך גם בין המתקנים השונים. הבנייה והפיתוח של כל מתקן אינה תלויה במתקנים האחרים. האשכול מוקף בשובר גלים צף עם שערים תוך אפשרות לעגינת כלי שיט בחלקו הפנימי.



איור 8: אשכול תשתיות: א. מקבץ אשכול תשתיות; ב. חתכים עקרוניים של פלטפורמות לתשתיות; ג. אשכול תשתיות מרכזי; ד. אשכול תשתיות היקפי

אשכולות תשתית כאלו יכולים לשרת גם מדינות שכנות כמו ירדן, רשות פלשתינית וכו'. קומפלקס כזה נותן מענה לפינוי מבני תשתית מקרקעות יבשתיות יקרות ערך ולהרחקת תשתיות מסוכנות מריכוזי אוכלוסייה. אשכולות אלו ימוקמו לאורך החוף הישראלי מעבר לקו האופק (איור 9).



איור 9: מפת תפרוסת אשכולות תשתית מול החוף הישראלי מעבר לאופק

פיתוח אורבני

פיתוח אורבני בסביבה ימית מתבקש ואולי אף הכרחי, באזורים צפופים כמו ישראל בכלל ובמטרופולין תל אביב בפרט. פרויקט כזה הוא גם כלכלי ביותר מאחר ומדובר על בנייה באזורים מהיקרים בעולם. בניית האי תתרום לאזור/עיר מבחינה כלכלית ומבחינה תדמיתית (יכול להוות "סמל" לאזור/עיר). פיתוח איכותי בסביבה ימית מהווה מיצוי פוטנציאל אדיה, שאינו מנוצל, של מרחב בקרבת תשתיות, כבישים ומקומות תעסוקה.

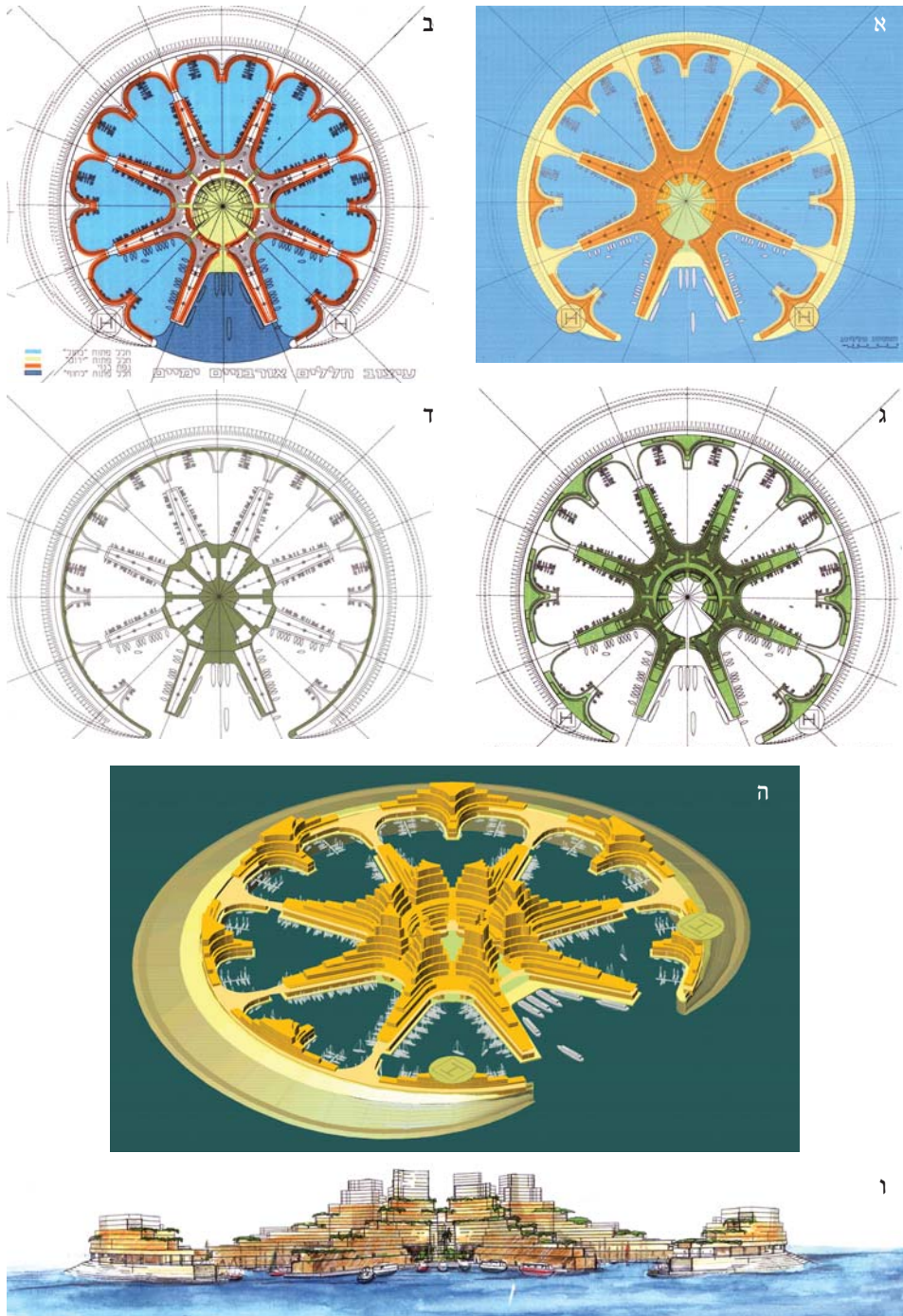
מבחינת ישימות, פיתוח שכזה אפשרי הודות לתנאים הגאופיזיים הסבירים יחסית לאורך חופי ישראל (מדף יבשתי רחב, הפרשי גאות ושפל קטנים, גובה גלים קטן יחסית ועוד) והודות לטכנולוגיית הבנייה המוצעת המבוססת על שילוב של שובר גלים מעגלי, קאיסונים מבטון וכלונסאות רחבי קוטר.

פיתוח איים בשיטות המוצעות להלן הינו ידידותי לסביבה הודות לצורתו, מיקומו ואופן הקמתו (ללא צורך במילוי). הצעה זו "משחררת" כ-4 קילומטרים של "חוף תפוס" ותורמת עוד כ-4 קילומטרים של חזית ימית לחופי הארץ. הצעה זו נהגתה בשנת 2001 כהצעת נלווית לפיתוח הבסיס הימי המשולב, כתמריץ כלכלי למימון בניית הבסיס הימי.

מבנה האי הוא שובר גלים קונבנציונאלי עגול ובתחומו כוכב ים עם שמונה זרועות. במרכז המתחם כיכר מקורה בכיפה שקופה. מהכיכר יוצאות זרועות כשעל כל זרוע בנוי קומפלקס מדורג למגורים, כ-8,000 יחידות דיור סך הכול. בין הזרועות מתוכננות מעגנות לכ-4,000 כלי שייט. בהיקף על שובר הגלים מתוכננת שדרה של בתי מלון. חשיבות התכנון האורבני הרדיאלי העוטף, בסביבה ימית, הוא מתן תחושת מוגנות עוטפת ומוגדרת לאנשים המתגוררים באי. תכנון שנתמך בתורת הפאנג שוואי (איור 10).

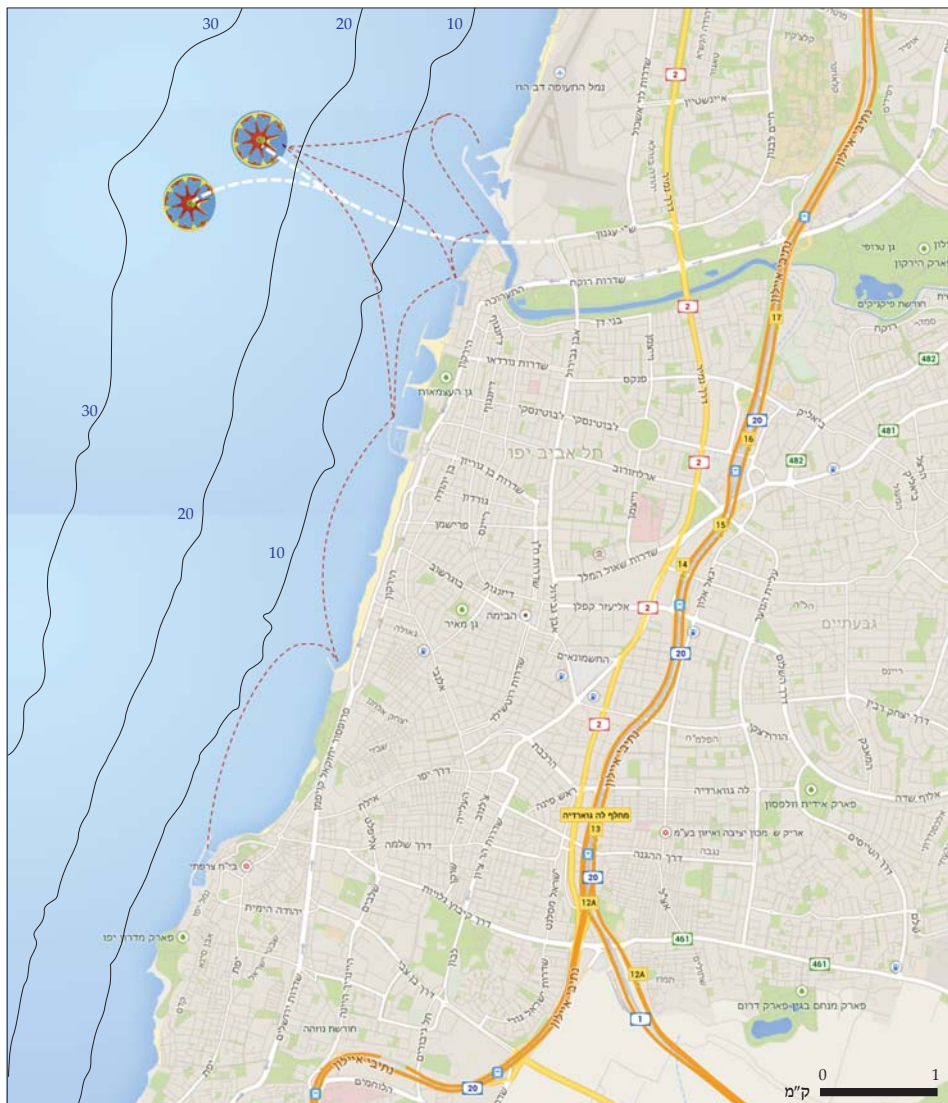
כוכב ים עם 8 זרועות נתונים בסיסיים:

שטח הקומפלקס (רדיוס של 317 מ'):	315 דונם
אורך קו חזית הים:	4,320 מ'
אורך שובר הגלים:	2,135 מ'
קוטר הקומפלקס החיצוני:	684 מ'
שטח מעגנות:	189.5 דונם
שטח בנייה ברוטו כולל חללים במבנים תת-ימיים:	1,000,000 מ"ר
גובה מירבי:	90 מ' = 25 קומות
גובה שובר גלים	17-10 מ'



איור 10: פיתוח אורבני בסביבה ימית; (א) תוכנית כללית; (ב) עיצוב חללים אורבניים-ימיים; (ג) עיצוב שטחים ירוקים (מרפסות טרסות וגגות); (ד) ככרות וטיילות; (ה) תלת ממד; (ו) מבט מהחוף.

ההצעה המוצגת להלן היא לבניית אי מלאכותי אורבני מול שפך הירקון (איור 11). האי ימוקם במרחק של כ-2 ק"מ מהחוף ובעומק של בין 20 ל-30 מ'. דרכי הגישה לאיים יהיו באמצעות מנהרה תת-קרקעית ותת-ימית שיוכלו לחנייה מרכזית תת-ימית וכן נתיבי שיט למוניות ימיות.

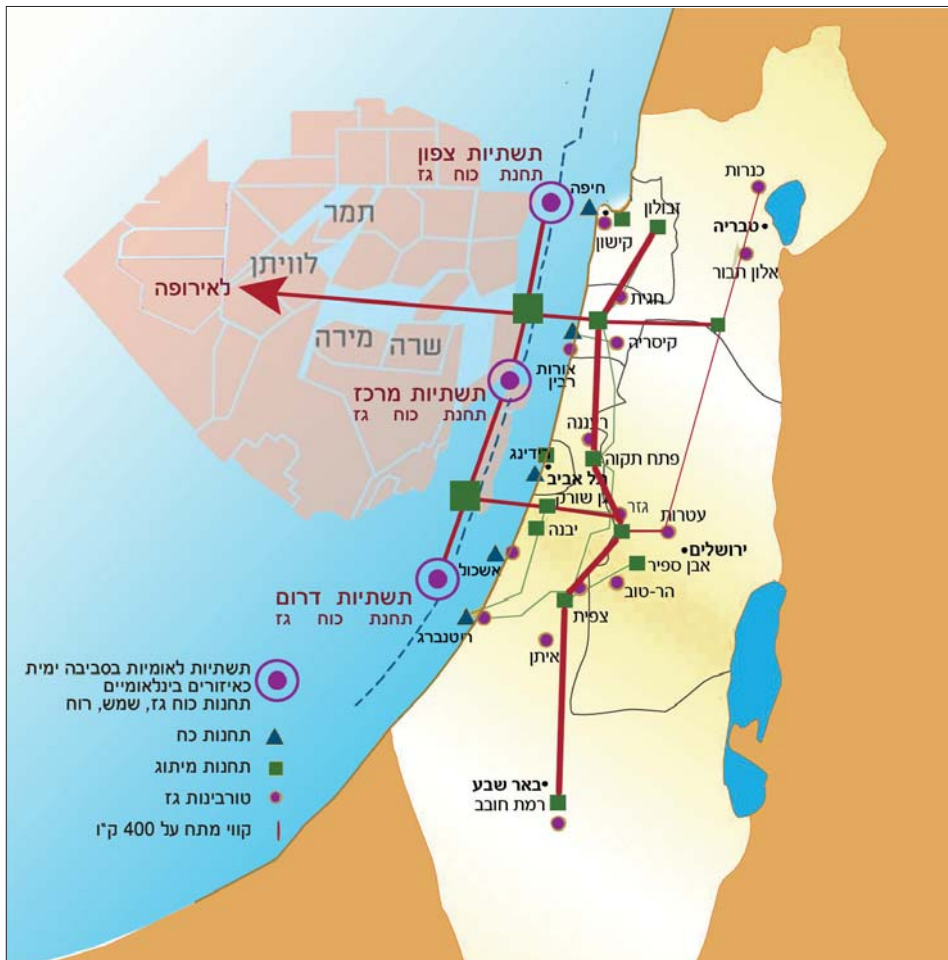


איור 11: פיתוח אורבני מול שפך הירקון תל אביבי - מפת מיקום. קו מקווקו לבן - דרכי גישה תת-קרקעיות ותת-ימיות היוצאות מכביש 2. קו מקווקו אדום - נתיבי שיט ימיים

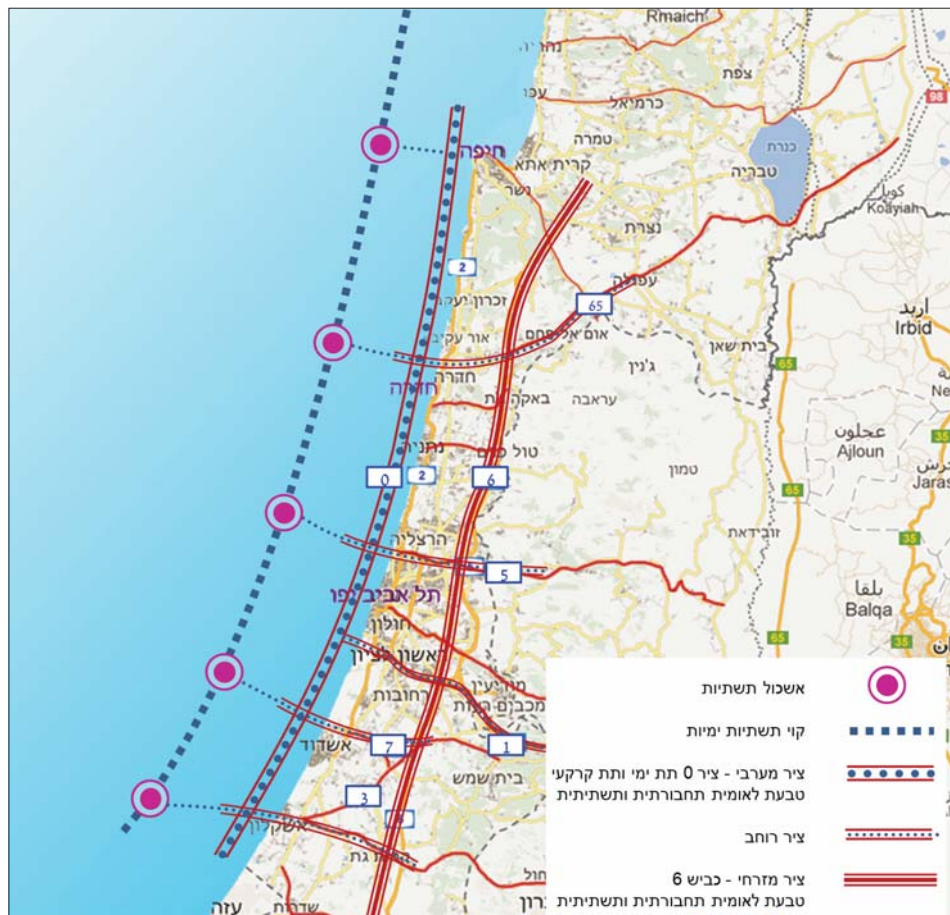
תכנית פיתוח ארוכת טווח – תכנון מתוך חזון

פריסה וגיבוי מערכות אנרגיה יבשתיות וימיות

כל שהוצג עד כאן היו פתרונות נקודתיים ללחצים קיימים עקב הצורך בפיתוח מואץ ביבשה ללא ראייה כוללת וללא תכנון מערכתי. הכרחי להכין תכנית פיתוח ארוכת טווח למרחב היבשתי ולמרחב הימי כמכלול אחד, תוך פריסה משולבת של השימושים השונים על מנת להעביר הדרגתית חלק מהתשתיות הלאומיות לאנרגיה ותחבורה למרחב הימי מעבר לאופק ועל מנת לאפשר את הפיתוח האורבני על השטחים המתפנים (איורים 12, 13).



איור 12: הצעה רעיונית לפריסה וגיבוי מערכות אנרגיה יבשתיות וימיות



איור 13: הצעה רעיונית להרחבה וגיבוי מערכות תחבוריות ותשתיות ביבשה ובים

הפיתוח והתכנון המערכתי צריך להעשות תוך ריכוז אינטרסים ומשאבים כולל תכנון סטטוטורי שאינו קיים היום. ניתן להגדיר שני אזורים פיתוח, האחד מעבר לקו האופק על גבול המים הטריטוריאליים לצרכי תשתיות לאומיות וביטחוניות, והשני בסמוך לקו החוף לפיתוח אורבני.

טבעת לאומית תחבורתית ותשתיתית

הכשרת טבעת לאומית על ידי שדרה תת-ימית ותת-קרקעית במרחק של כ-3 ק"מ מקו החוף (במקביל לצירים האורכיים כבישים 2, 4, 6). מוצע כי השדרה תכלול מנהרות לרכבות מהירות, אוטוסטרדות, מנהרות לתשתיות חשמל ותקשורת ומנהרות לגזים ודלקים (איור 13) כדוגמת תעלת La Manche בין צרפת לאנגליה. ברוח רעיון זה, הכרחי להכין תכנית אסטרטגית לפיתוח תכנית מתאר יבשתית-ימית.

השדרה המערבית ביחד עם הציר המזרחי לאורך ציר חוצה ישראל (כביש 6) והכבישים הרחביים העיקריים יוצרים את הטבעות התחבורתיות והתשתיות הלאומיות. מערכת כזאת תאפשר גיבוי לפסי הרכבת הקיימים ותנגיש את קו החוף אל פנים הרצועה החופית. כך ירד באופן משמעותי הלחץ התחבורתי בכבישי ישראל. השדרה התת-ימית המערבית יכולה להוות בסיס לבניית "קיר ים" עתידי שייתן הגנה לערי החוף בפני עליית מפלס פני הים.

יתרונות בניית מתקנים ימיים לישראל ולשכנותיה

כל שאמרנו בעניין הצפיפות הגבוהה בישראל נכון ואף קשה יותר ברצועת עזה, שם על שטח של 360 קמ"ר מתגוררים בראשית 2014 כ-1.8 מיליוני בני אדם. בשנת 2024 הם ימנו כ-2.6 מיליונים ועשור אחר כך כ-3.5 מיליונים. הצרכים התשתיתיים, לכל דבר ועניין יהיו קשים ביותר, שטחים למתקני ייצור אנרגיה, התפלת מים, חשמל ובעיקר שטח לבנייה. המדף היבשתי של עזה הוא הרדוד בחופי הארץ ועל כן אפשר להתחיל שם בבניית איים וייבוש הים לפני כל מקום אחר.

ליהודה ושומרון יחסרו שטחים להתפלה, לתחנות כוח, למחסני חומרים מסוכנים ולמגורים. כמובן כל שטחי ארץ ישראל יזדקקו לשדות תעופה, לנמלים ולתחבורה יבשתית מוטורית או מסילתית. הפתרונות שהוצעו כאן לישראל תקפים גם לרצועה ולמעשה גם לשטחי יהודה ושומרון, לבנון וירדן.

סיכום

במסמך זה הובא רקע כללי מדוע על מדינת ישראל לצאת אל הים על ידי בניית איים מלאכותיים בסמוך או מעבר לקו האופק. לאיים אילו יהיה צורך להעביר תשתיות לאומיות מזיקות מסוכנות או שיש בהן מפגעים אסטטיים וכאלו הזקוקות לשטחים נרחבים כמו שדות תעופה.

בעבודות קודמות שנסמכו על פרסומים קודמים הודגשו הצרכים והחלופות השונות ליציאה אל הים. בפרסומו של מיכאל בורט הוצג ניסיון לתת תשובה הנדסית ארכיטקטונית למחסור בחומרי מילוי בישראל הנחוצים לבניית איים מלאכותיים והובאו רעיונות שונים לפתרון תשתיות ואיים מלאכותיים עבור פיתוח עירוני או סיוע למדינות שכנות.

בארץ יהיה צורך בעוד מתקנים עבור חיל הים, וכמו כן פתרונות לתשתיות כמו התפלה, זיקוק נפט, הנזלת גז, תחנות כוח גרעיניות או פחמיות, תחנות כוח המבוססות על רוח.

הוצגו שלל רעיונות בכל הנוגע ליציאה אל הים, בטווח קרוב על מדף היבשת או בטווח הרחוק, בקצה מדף היבשת או מעבר לו. הוצעו דרכים טכנולוגיות מגוונות להתגבר על בעיות המחסור בחומר מילוי, וניתנו רעיונות ארכיטקטוניים שונים לבניית איים ומתקנים צפים למטרות צבאיות, תשתיות ואורבניות. אין ספק שאנו רק בשלב הרעיונות ואת אילו יש לבחון בניסויים ובשיקולי עלות מול הים הפתוח והסוער של ישראל.

אם נתחיל בכל אילו, כבר היום, נראה בודאי תוצאות בעוד עשור או שניים כשישראל תהיה עם אוכלוסייה של 9-10 מיליוני בני אדם. אם נמתין עוד עשור, בישראל יתגוררו כ-12 מיליונים, אך בארץ ישראל כולה כבר יהיו מעל 15-18 מיליוני בני אדם. יהיה כאן צפוף ואולי בלתי נסבל ולכן היציאה לים היא עניין דטרמיניסטי. אין כאן מקום לאולי וגם החלופה שמושמעת תדיר להוריד את כל התשתיות לנגב אינה מעשית שכן חלק מהתשתיות חייב להימצא ליד המטרופולינים הגדולים. על ידי פרומים אלו אנו מקווים שיקרה לנו נס ואיים יקומו תוך שיקול דעת ובעיתוי הנכון, ולא כמקובל בתרבות הישראלית ברגע האחרון ובפזיזות.

גם אם גורמי ממשל ידחו את כל שהצענו, אם רק הצפנו את הנושא – דיינו.

אם רק זרקנו רעיונות שיביאו לסיעור מוחות – דיינו

אם רק יאמצו חלק קטן או גדול ממה שהבאנו כאן – דיינו

בכל מקרה במוקדם או במאוחר נצטרך לצאת לים וכדאי להיערך לכך.

מקורות

- אבן, ש', ש' גרטנר וד' קהת. 2003. רעיון להקמת איים מלאכותיים מול חופי עזה. *עדכן אסטרטגי*, כרך 5(4), 25-22.
- בורט, מ' 2010. האופציה הימית לישראל: חזון השדרה הכחולה. *גלילאו*, 139, 32-40.
- בורט, מ' 2014. השדרה הכחולה: הצגת טכנולוגיה. בתוך: מ' בורט וא' סופר, *האופציה הימית - השדרה הכחולה*, 16-30, קתדרת חייקין לגאואסטרטגיה. אוניברסיטת חיפה.
- בייט, מ' 1999. איים מלאכותיים מול חופי ישראל. *קרקע*, 46.
- בלומנפלד, ס' 2003. *מיקום חומרים מסוכנים בישראל חיפה*. קתדרת חייקין לגאואסטרטגיה, אוניברסיטת חיפה.
- הוועדה הציבורית לבחינת תכנית אב לשדות תעופה בישראל*. 2009. דוח מסכם. מוגש לסגן ראש הממשלה ושר התחבורה והבטיחות בדרכים שאול מופז.
- וייס, ש' 2014. *איים מלאכותיים בחופי ישראל - אבן דרך בהתפתחות מדינת ישראל*. קתדרת חייקין לגאואסטרטגיה. אוניברסיטת חיפה.
- משרד הפנים, מנהל התכנון, הוועדה למימי חופין. 1999. *מימי החופין של ישראל*, מסמך מדיניות. מדינת ישראל.
- משרד הפנים, מנהל התכנון. 2007. *מסמך מדיניות לאיים מלאכותיים לחשתיות*. דוח מסכם, מדינת ישראל.
- משרד התשתיות הלאומיות. 2000. *איים מלאכותיים נוכח חופי ישראל, בדיקת קדם היתכנות, דוח סופי*. ועדת היגוי המשותפת הולנדית ישראלית, מדינת ישראל: משרד התשתיות הלאומיות, אגף תכנון ופיתוח.
- ניר, י' 2005. איים מלאכותיים מול חופי ישראל: חלום מתוק או חלום בלהות? *קרקע*, 60, 130-118.
- ניר, י', י' דורי וא' בן-ארי. 2001. *איים מלאכותיים מול חופי ישראל, היבטים סביבתיים, תכנוניים ומשפטיים*. תל אביב: אדם טבע ודין, אגודה ישראלית להגנת הסביבה.
- פפאי, נ' (עורך). 2004. *חופי ישראל 2004, דוח החברה להגנת הטבע ופורום ארגוני החוף על מצב חופי הים התיכון*, עליית מפלס הים. דוח מס' 5.
- צימלס, י', ג' שלף וא' בעז. 1996. *איים מלאכותיים נוכח חופי ישראל*. האיגוד הישראלי להנדסה ולמדעי המחצבים.
- קרן, ע' וא' שטרן. 1999. *איים מלאכותיים בחופי ישראל*. תל אביב: אוניברסיטת תל-אביב, הפקולטה לחברה, התכנית לשמאות ומקרקעין.

רוזן, ד' 2000. אומדן ההשפעות הסביבתיות הצפויות עקב בניית איים מלאכותיים במימי החופין של ישראל בים התיכון באזור המרכז - התייחסות לתוצאות החקירה במודלים הסדימנטולוגיים, דוח סדימנטולוגי סופי. דוח חיא"ל מספר 03/2000H, חיפה: חקר ימים ואגמים לישראל.

שאשא, ש' 1995. איים מלאכותיים בחופי ישראל. צה"ל: המכללה לביטחון לאומי.

שליין, ל' 1999. האי שאפשה. ביטאון חיל האוויר, גיליון 125.

שלף, ג' וי' צימלס. 1996. הקמת איים מלאכותיים בחופי ישראל תוך שימוש באפר פחם. חיפה: הטכניון.

Bystrov, J., and A. Soffer. 2013. *Israel Demography 2013-2030*. Haifa.

בנימין איזק, אדריכל ומתכנן ערים, מנהל משרד תכנון מזה כ-40 שנה. החל מראשית דרכו, בשירותו כאדריכל בחיל הים, מכיר איזק את המאפיינים המיוחדים של הבנייה בים. בהיכרותו מקרוב את הצרכים התשתיתיים של חיל הים בפרט, ושל הצרכים המתפתחים לתשתיות לאומיות לתעשייה ולמגורים ברמה הלאומית והמקומית בכלל, הוא חושב והוגה פתרונות ייחודיים שיהוו מענה תפקודי, טכנולוגי, אקולוגי וכלכלי לכל הצרכים הללו יחד.

במסמך זה מוצגות מספר הצעות בתחום הטכנולוגי והן בתחום האדריכלי לבניית מתקנים ימיים שיענו על הצרכים התשתיתיים המורכבים העומדים בפני מדינת ישראל ושכנותיה.

עיקר שליחותו של המסמך הוא להעלות למודעות הציבורית והשלטונית את הפוטנציאל הגדול הטמון ביציאה אל הים ולקרוא להקמת צוות לאומי לבדיקת היתכנות להקמת מתקנים ימיים לצרכי תשתיות לאלתר ולפיתוח אורבני בעתיד.



9 789657 437414