

# עקרונות תקצוב ותוכנית ביצוע בלוטק אנרגיה

אולגה זלטקין, לשכת המדען הראשי, משרד האנרגיה והתשתיות

# קידום אנרגיות מתחדשות ומו"פ בים (BLUE TECH) - 40 מלש"ח

יצירת תשתית מידע וכלים לפיתוח אנרגיות מתחדשות בים, תמיכה במו"פ וביזמים לתחום בלו-טק אנרגיה.

## למה זה חשוב?

- המרחב הימי של ישראל מהווה משאב פוטנציאלי להפקת אנרגיות מתחדשות מגלים, זרמים, רוח, שמש, ביומסה, להפקת מימן ירוק וטכנולוגיות נוספות של אנרגיה ואקלים.
- התחום, והתשתיות הטכנולוגיות והפיזיות דורשים פיתוח משמעותי בכדי להפוך חידושים טכנולוגיים לישומיים, ונדרש לבסס את תשתית הידע בישראל.



- מחקר ופיתוח
- אנרגיה מתחדשת
- עידוד תעסוקה

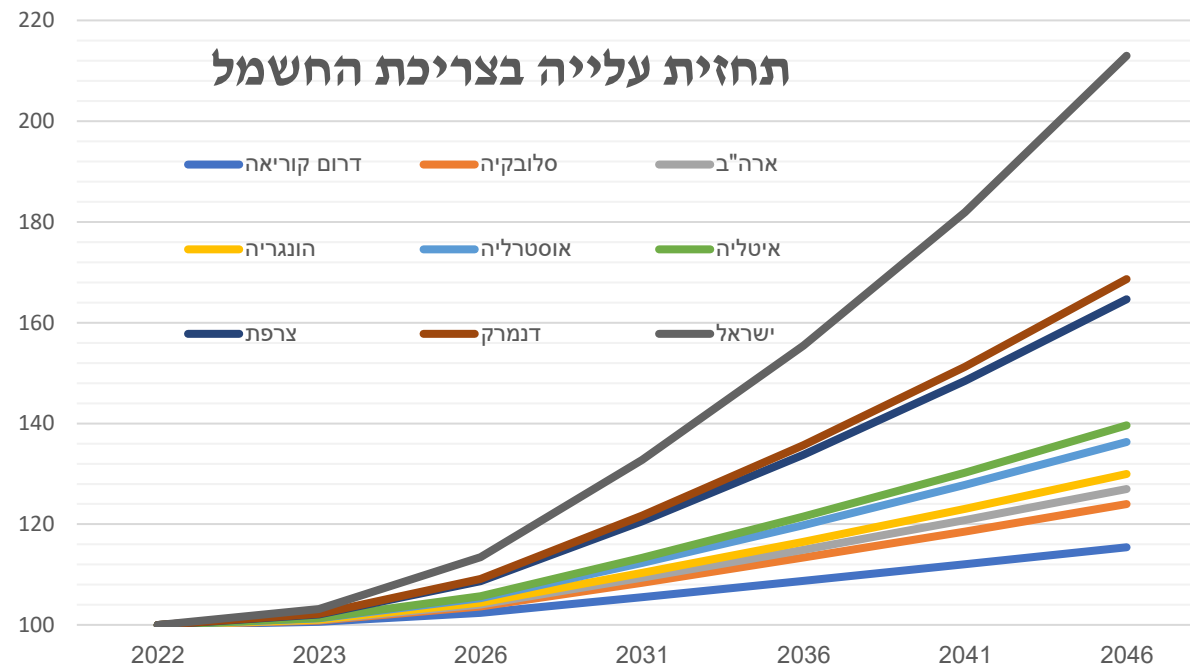
## תשתיות פיסיקות, סקרים ואיסוף ידע:

- מכשיר לייזר סורק (scanning LIDAR) (3.5 מלש"ח)
  - מכ"ם לניטור מסלולי תעופה של בעלי כנף מעל הים (3.5 מלש"ח)
  - מערך ניטור צף (2 תחנות חדשות ושדרוג 2 קיימות) (9 מלש"ח)
  - פריסת רשת סיסמית בקרקעית הים למעקב אחרי פעילות העתקים גיאולוגיים (2 מלש"ח)
  - שדרוג מאגר מידע ימי לאומי נגיש לחוקרים ויזמים (2 מלש"ח).
- תמיכה במו"פ ויצירת מעטפת ליזמים בתחום בלוטק אנרגיה:
- תמיכה במו"פ של בלוטק אנרגיה (5 מלש"ח)
  - תכנון הנדסי של אתר ניסויים ימי לבלוטק אנרגיה (3 מלש"ח)
  - תכנון אתרים מרובי שימושים, בשיתוף משרד החקלאות (5 מלש"ח)
  - מינהלת מתכללת לחדשנות בים ואנרגיות מתחדשות בפרט (7 מלש"ח ל-5 שנים)



# אתגרים עיקריים של סקטור האנרגיה בישראל

- עלייה חדה בצריכת החשמל: הכפלת הצריכה לקראת 2045 (3X כולל datacenters)
- "אי האנרגיה": האתגר הגיאופוליטי מחייב יתירות האנרגיה או קישוריות
- איפוס פליטות פחמן עד שנת 2050 - מעבר לאנרגיות מתחדשות וקיבוע פחמן



# פוטנציאל להפקת אנרגיות מתחדשות ובלו-טק בים

סך פוטנציאל הספק מותקן בפריסה ארצית

מקורות אנרגיה מתחדשת בישראל:

- בעיקר שמש. דורש:
- והמון שטח! (גם לקווי הולכה)
- אגירה ומערכות גיבוי לטווח ארוך

התחלה

מקורות אנרגיה מתחדשת במרחב הימי:

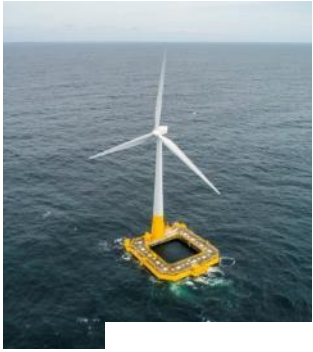
- שמש - יש!
- רוח - מעט
- גלים - בבחינה
- זרמים - בבחינה
- ביומסה של אצות - בבחינה
- גרדיינט תרמי, לחץ, מליחות - בבחינה

בבחינה

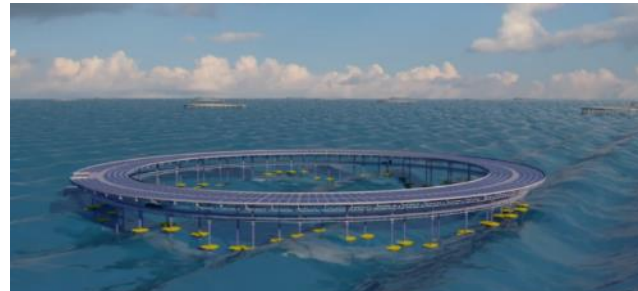
רשויות שהגישו בקשות להלוואות ל-PV על גגות (מתוך אתר משרד האנרגיה)



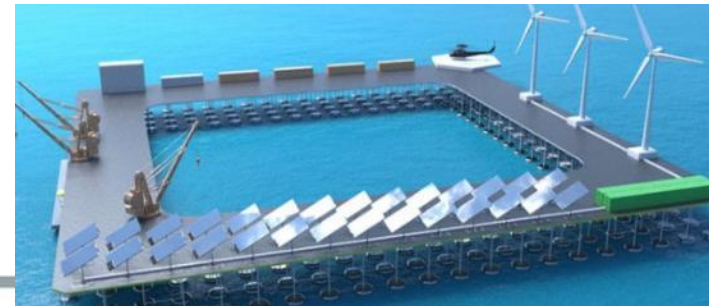
# טכנולוגיות העתיד בפיתוח – בלוטק אנרגיה



טכנולוגיות להפקת אנרגיה מתחדשת מגלים, זרמים, רוח ושמש, הפרשי טמפרטורה ולחצים, איסוף והובלת אנרגיה,



ייצור מימן, אגירת אנרגיה, החלפת חום, גידול אצות לאנרגיה ותחליפי חומרי גלם, תפיסה וקיבוע פחמן



# מפת דרכים ליישום מערכתי

שלב מקדמי: איסוף מידע, מחקר תומך, מיפוי חסמים ותיאום עם בעלי עניין הגדרת מטרות, היקף העבודה והתוכנית



ציר מידע

ציר מו"פ

ציר הטמעה

מו"פ – במדען הראשי,  
הטמעה לתכנון ורגולציה – באגפי המשרד



# פעילות בציר מידע בחמש שנים אחרונות

חסמים

פעילות

יעדים

חוסר מידע: פערי ידע וחוסר תשתית מידע זמין ואמין

ביצוע מחקרים להשלמת ידע; הכנת סקר אסטרטגי סביבתי;

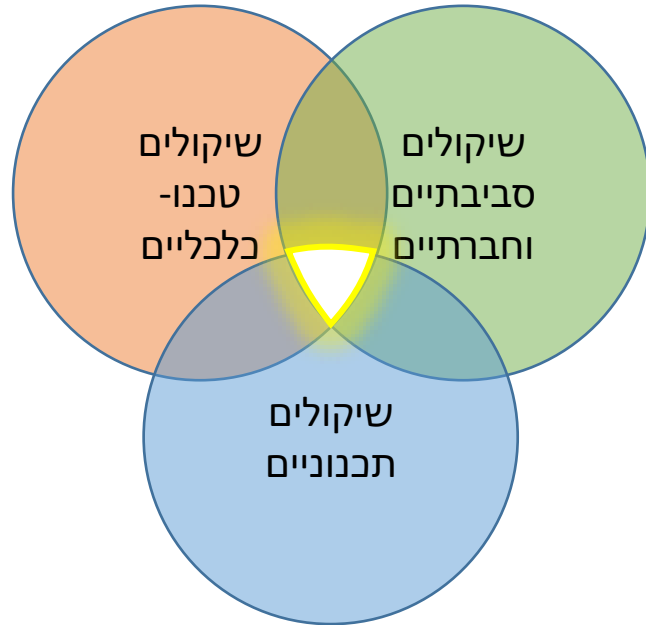
מוקד ידע; בסיס מידע זמין ואמין מבוסס נתונים מתוקפים

ציר מידע

**סטטוס תקציבי:** כ-15 מחקרי אקדמיה וכ-10 מחקרים מוזמנים לאיסוף מידע על הסביבה הימית בים התיכון, בתקציב המשרד העולה על **10 מלש"ח**, בנוסף - ביצוע סא"ס מתחדשות בים (מעל **2 מלש"ח**); וזאת בנוסף להשקעה בתוכנית רב-שנתית של הניטור הלאומי בים התיכון (**2 מלש"ח בכל שנה**)



# השקעות גדולות ב-2025 (כ-6 מלש"ח):



- מיפוי בים העמוק להגדרת מרחבים לפיתוח לעומת מרחבים לשימור
- סקר אסטרגי סביבתי (סא"ס): תהליך מקדמי לגיבוש מדיניות מבוססת נתונים לגבי הקצאה וניהול בר קיימא של משאבי טבע.
- מטרת הסא"ס: הקמת תשתית ידע בדגש על הים העמוק, ואיתור חתך מטבי בין מגוון שיקולים לצורך מקסום תועלות ולמזער השפעות, תוך כדי תיאום מערכתי עם בעלי העניין ובשיתוף ציבור.

## מחקרים לצורך סא"ס: איסוף מידע חדש:

- ✓ מיפוי פוטנציאל אנרגיה – רוח, גלים וזרמים,
- ✓ מיפויי הקרקעית, אפיון גורמי סיכון,
- ✓ סקירות ספרותיות לגבי מזעור השפעות,
- ✓ מחקר אקולוגי של עופות, יונקים ימיים ודגים.

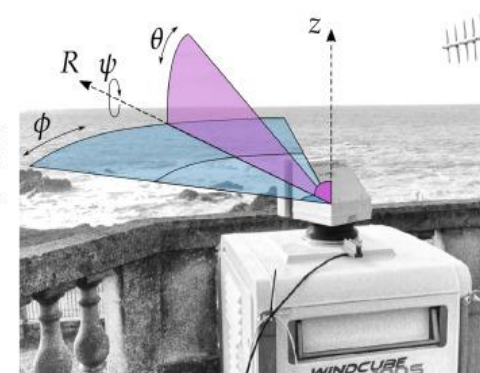
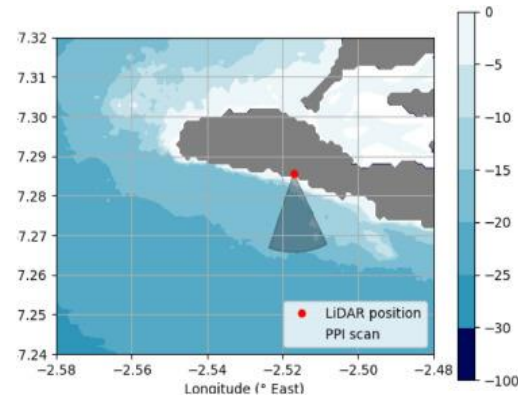


# צורך בתקציב נוסף:

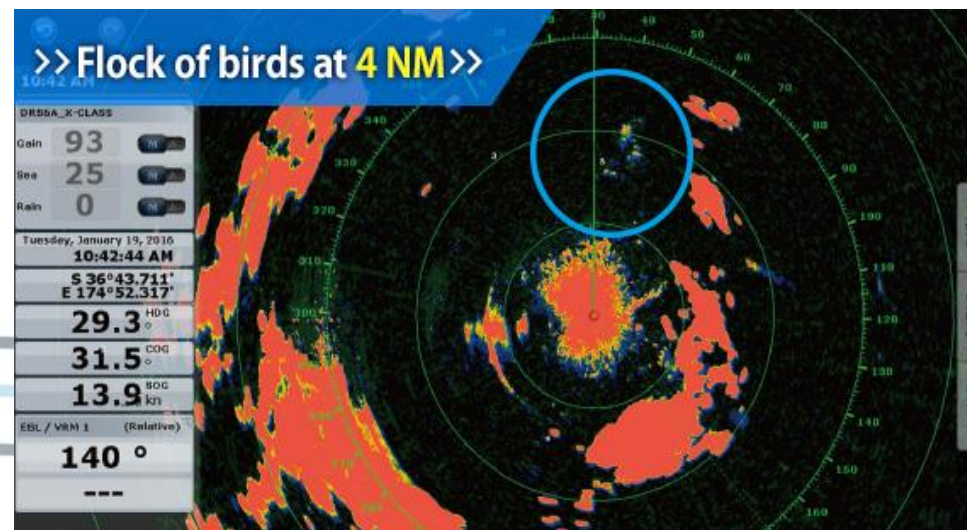
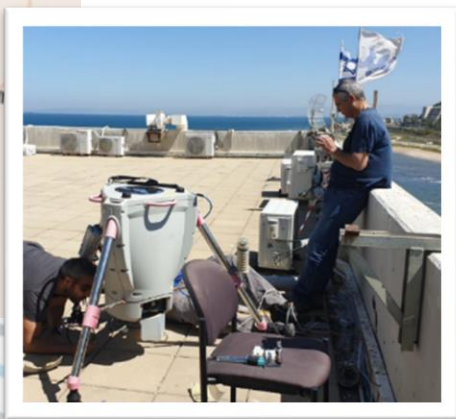
1. הקמת מערך מדידות רוח - לייזר סורק (scanning LIDAR) – 3.5 מלש"ח



המידע בים מבוסס  
מודלים וערכות;  
אין נתונים מדודים



2. מערך לאיתור ציפורים – מכ"ם band c\א – 3.0 מלש"ח



# פעילות בציר מו"פ בחמש שנים אחרונות

סטטוס תקציבי: תמיכה של המשרד במענקי מו"פ בלוטק אנרגיה בעבר (לפני 2020);  
2025 - זכיה של פרויקט חלוץ חדש של מצופי גבריאל - 1.5 מלש"ח

חסמים

אי-בשלות טכנולוגית  
והעדר אקוסיסטם עסקי

פעילות

תמיכות במו"פ טכנולוגי;  
הקמת תשתית לפיילוטים בים

יעדים

טכנולוגיות בשלות ושימות;  
אקוסיסטם של בלו-טק בישראל

ציר מו"פ

תמיכות מדע"ר  
בעבר:

Eco Wave Power  
Gabriel Buoy  
Baromar



# צורך בתקציב נוסף:

3. אתר ניסוי ימי עם חיבור קבע לרשת החשמל –

שלב סקרים ותכנון הנדסי להיתר בנייה - 2.5 מלש"ח

- סקרי רקע – כ- 1.5 מלש"ח.

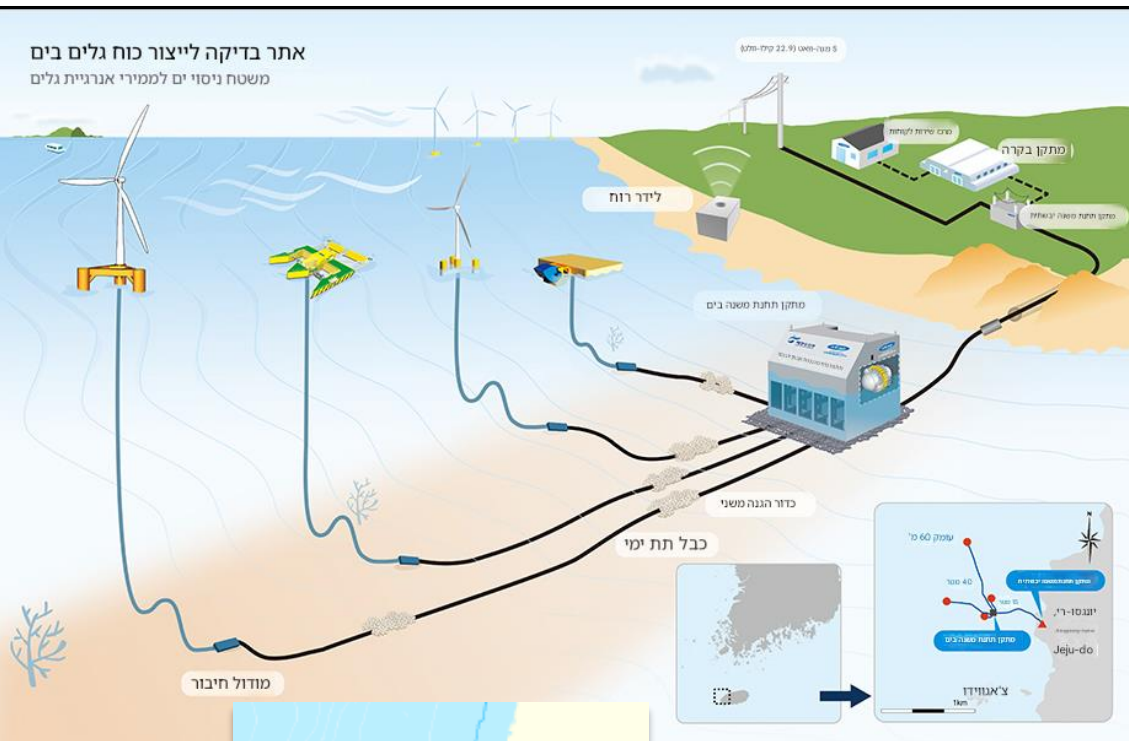
- תכנון הנדסי (חשמל + תשתיות נלוות) – כ- 1 מלש"ח.

עבודה מקדמית (אפיון ואמדן) נעשית על חשבון המשרד כחלק של הסא"ס

4. תמיכה במו"פ בלוטק אנרגיה – 5 מלש"ח

(דרך מסלול "מחקר יישומי" של רשות החדשנות)

העדר תשתית קריטית לניסוי בים

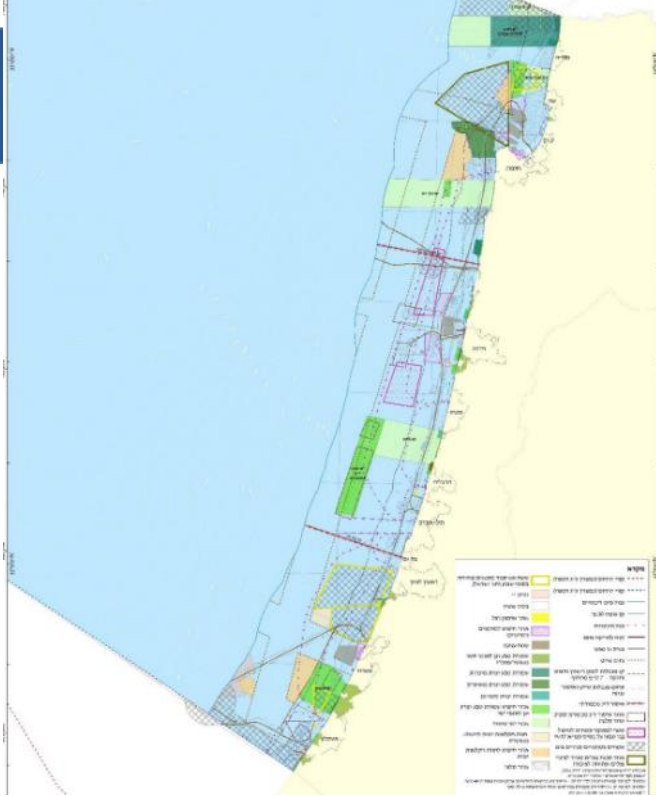


אתר ניסוי – על  
בסיס תשתית חשמל  
קבועה במסגרת  
תמ"א 13/ג  
לחדשנות בים



# פעילות בציר הטמעה

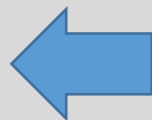
**סטטוס תקציבי:** השקעה של אגף בכיר תכנון פיסי לקידום תוכניות בים:  
מסמך מדיניות תכנוני למרחב הימי, תכנון רצועת כבלי חשמל ועוד – מעל 1.5 מלש"ח



פעילות

חסמים

מסגרת רגולטורית ותכנון  
במים ריבוניים וכלכליים



מאמץ מערכתי לפיתוח רגולציה  
ותכנון במים ריבוניים וכלכליים



חוסר מסגרת רגולטורית  
במים ריבוניים וכלכליים

ציר הטמעה



# צורך בתקציב נוסף:

5. תכנון מפורט של מרחבים ימיים מסחרי לייצור אנרגיה מתחדשת בים  
בשילוב חקלאות ימית – 3 מלש"ח



תקציב	פעילות	קטגוריה
<b>ציר מידע - סעיף זה כולל רכישת ציוד וביצוע סקרים ומחקרים ייעודיים</b>		
3.5 מלש"ח	1. <b>מכשיר לייזר סורק למדידה של רוח בים</b> (scanning LIDAR). <u>מנגנון התקציבי</u> : הרחבת הסכם המסגרת עם חיא"ל – ומכרז לרכישת המכשיר ולתחזוקה ל-3 שנים, מעת ועדת מכרזים של חיא"ל, כזרוע ביצוע של המשרד.	רכישת ציוד וביצוע סקר תלת-שנתי
3.0 מלש"ח	2. <b>מכ"ם לניטור בעלי כנף מעל הים</b> (x/c-band radar). <u>מנגנון התקציבי</u> : הרחבת הסכם המסגרת עם חיא"ל – ומכרז לרכישת המכשיר ולתחזוקה ל-3 שנים, מעת ועדת מכרזים של חיא"ל, כזרוע ביצוע של המשרד.	רכישת ציוד וביצוע סקר תלת-שנתי
<b>ציר מו"פ - סעיף זה כולל הקמה של תשתיות פיסיית ומענקי מו"פ</b>		
1.5 מלש"ח	3. <b>אתר ניסוי ימי עם חיבור קבע לרשת החשמל</b> – בשלב הראשון, נדרש תקציב לביצוע סקרי רקע ותכנון הנדסי של תשתית חשמל קבועה ותשתיות נלוות להגשה להיתר הבנייה תחת תמ"א 13/ג. א- <b>סקרי רקע לתכנון מפורט</b> – כ-1.5 מלש"ח. <u>מנגנון תקציבי</u> : הביצוע ע"י חיא"ל (כזרוע הביצוע של המשרד), כהרחבה להסכם המסגרת.	הקמת תשתיות פיסיית למו"פ - שלב סקרים ותכנון כללי להיתר בנייה
1.0 מלש"ח	ב- <b>תכנון הנדסי כללי להיתר בנייה (חשמל + תשתיות נלוות)</b> – כ-1 מלש"ח. <u>מנגנון תקציבי</u> : הרחבה של הסכם סא"ס מתחדשות או מכרז נפרד בנושא שירותי ייעוץ שייצא מטעם המשרד.	
3 מלש"ח	4. <b>תמיכה במו"פ בלוטק אנרגיה</b> – העברה לרשות החדשנות למסלול מחקר יישומי או יצירת מסלול ייחודי בקולות קוראים של המדען הראשי. <u>מנגנון תקציבי</u> : העברה לרשות החדשנות או במסגרת קולות קוראים של המדען ראשי משרד האנרגיה.	מענקי מו"פ
<b>ציר הטמעה - סעיף זה כולל תקציבי תכנון סטטוטורי, הערכות כלכליות וסקרי מדיניות</b>		
3 מלש"ח	5. <b>תכנון מפורט של מרחבים מסחריים</b> לייצור אנרגיה מתחדשת בים בשילוב חקלאות ימית. <u>מנגנון תקציבי</u> : קיים במסגרת המכרז הקיים (אגף תכנון פיסי).	תכנון סטטוטורי ליישום מסחרי

תודה

# חומר נוסף



# מחקרים לאיסוף מידע לסגירת פערי ידע: נתוני רקע פיזיים בים

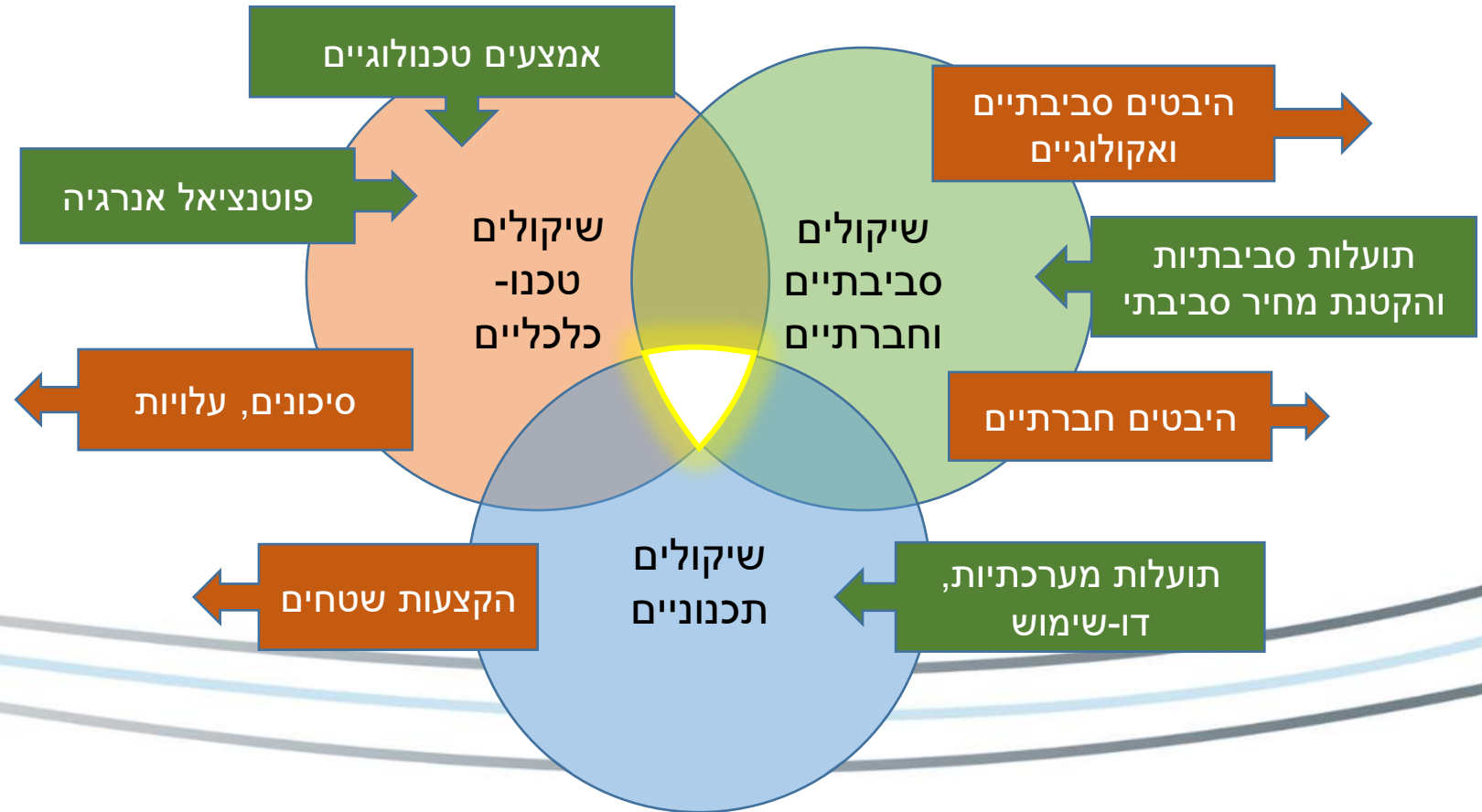
- נתוני רקע סביבתי ואקולוגי (למשל מיפוי בתי גידול ומסלולי נדידה);
- ערכי קרינת שמש, כיסוי עננים, משקעים
- נתונים אטמוספריים במרחב הימי - מיפוי מהירות רוח, כיוון רוח, לחות, טמפרטורה
- מיפוי גלים: גובה, כיוון, עונתיות
- מיפוי זרמים: מהירויות, כיווני זרימה, עונתיות
- מיפוי גרדיאנטים של טמפרטורת המים, מליחות ועוד
- מיפוי נתוני הקרקעית – מיפוי עומקי מים ומאפייני קרקעית (למשל לביסוס מתקנים)
- אפיון גורמי סיכון לתכנון ותפעול המתקנים (למשל ברקים)
- ועוד ועוד ועוד



# מהו סקר אסטרטגי סביבתי (סא"ס)

זהו תהליך של גיבוש מדיניות מושכלת, מבוססת נתונים, לגבי פיתוח בר קיימא והקצאה של משאבי טבע.

- השימוש בסא"ס הוא הסטנדרט במדינות OECD (למשל, על ידי דירקטיבה האירופאית EC/42/2).
- תוכן הסא"ס: איסוף וניתוח נתונים ומתן המלצות במכלול תחומים: טכנו-כלכלי, סביבתי וחברתי, תכנוני.
- מטרת הסא"ס: איתור חתך מטבי בין שיקולים אלה למקסום תועלות ומזעור השפעות.



# יתרונות אנרגיית שמש במרחב הימי של ישראל

- פוטנציאל גבוה עקב ערכי קרינה גבוהים באזורנו
- אפקט הקירור מהים מעלה את יעילות ה-PV
- ים נוח יחסית (לים הצפוני)
- הרבה שטח פנוי יחסית (ליבשה)
- נגישות למרכזי אוכלוסין צפופים עם קווי הולכה קצרים יחסית (לנגב)
- מרחק מאוכלוסייה נותן מענה למרחקי בטיחות יחד עם נצפות מנוכה יחסית (לאסדות)
- פאנלים סולארים בים לא מורידים אלבדו ביחס לסביבה
- טכנולוגיה: בשלב פיתוח מתקדם



Irradiance GTI  
1566 GWh/year



# טכנולוגיות בלו-טק אנרגיה רלוונטיות לישראל - לבחינה במדע"ר

- ייצור אנרגיה סולארית (PV צף בים או מותקן על תשתיות ימיות) – **TRL8-TRL7**
- ייצור אנרגיה מהרוח בים בטורבינות רוח קונבנציונליות ואחרות, מצנחי אנרגיה וכו' – **TRL9-TRL7**
- גלים ותנועות עמודת המים (למשל ממירי גלים) – **TRL8-TRL7**
- ייצור אנרגיה מזרמים חלשים (למשל טורבינות הידרו-אלקטריות) – **TRL8-TRL7**
- טכנולוגיות ייצור אנרגיה מתחדשת נוספות (ניצול גרדיינט טמפרטורת, לחץ, מליחות וכו') – **TRL נמוך**
- מימן ירוק/כחול בים: ייצור, אגירה והולכה – **TRL8?**
- אגירת אנרגיה בים, בקרקעית ובתת הקרקע (למשל באויר דחוס) – **עד TRL8**
- החלפת חום עם מי ים – **TRL7-8**
- ביומסה של אצות: גידול לצורכי אנרגיה, תחליפי חומרי גלם (+מזון) וקיבוע פחמן – **תלוי שיטה**
- איסוף והולכת אנרגיה: תשתיות קשורות לחיבור והולכה/הובלה לחוף ולמתקנים ימיים – **TRL9-TRL7**
- תפיסה וקיבוע פחמן, בים ובתת הקרקע – **תלוי שיטה**



מחקר ופיתוח ימי בתחומי האנרגיה מתמקד בשימוש במרחב הימי לצרכי הפקת אנרגיה: הפקת אנרגיה סולארית בים, הפקת אנרגיית רוח בים, הפקת אנרגיה מגלים, ייצור ביומסה בים (לצרכי אנרגיה) ועוד.

## פוטנציאל הטמון בקידום הסקטור

המרחב הימי משקף פתרון אפשרי לאתגרים הלאומיים של מדינת ישראל בתחום האנרגיה. באמצעות מחקר ופיתוח במרחב הימי, ניתן: (1) להפיק אנרגיות מתחדשות (אנרגיה סולארית<sup>15</sup>, אנרגיית רוח, ייצור מימן, גידול ביומסה ועוד); (2) לאגור אנרגיה לטווח הארוך; (3) לייבא ולייצא אנרגיה (ביבשה, מדינת ישראל היא "אי אנרגטי"); (4) לקדם מאמצים בתחומים משיקים, כמו הפחתת פליטות פחמן (למשל, באמצעות קיבוע פחמן בים).

בהשוואה למדינות אחרות, ישראל נמצאת בנקודת פתיחה עדיפה לקידום מחקר ופיתוח ימי באנרגיה, וזאת משלוש סיבות עיקריות: (1) תנאים ימיים עדיפים (ים "נוח"); (2) תעשיית היי-טק מפותחת (בתחומים משיקים); (3) מודעות גבוהה לצורך במעבר לאנרגיות מתחדשות.

## חסמים לקידום הסקטור

ישנם ארבעה חסמים למימוש הפוטנציאל הטמון בסקטור: (1) תשתית ידע חסרה – היעדר מידע זמין ואמין ביחס לתנאים הסביבתיים והפיזיים במרחב הימי של ישראל, אשר צפויים להשפיע על הפעילות בתחום האנרגיה במרחב הימי (ולחיות מושפעים מפעילות זו); (2) היעדר שטחים להצבת מתקני ניסוי ימיים<sup>16</sup>; (3) היעדר מעגלים תומכים לקידום התחום (השקעות, מחקר ופיתוח בינלאומי, הסברה); (4) צורך בחיבור תשתיות האנרגיה הימיות ליבשה.

## כיווני פעולה אפשריים לקידום הסקטור

על מנת לקדם מחקר ופיתוח ימי בתחומי האנרגיה, יש לבחון שלושה כיווני פעולה אפשריים: (1) הרחבת תשתית הידע ביחס לסביבה הימית – עריכת סקר אסטרטגי סביבתי של אנרגיות מתחדשות במרחב הימי של ישראל, ביצוע מדידות של רוחות בים (קצרות טווח וארוכות טווח), הקמת מכ"ם מטאורולוגי ועוד; (2) הצבת מתקני ניסוי ימיים – למשל, נקודות איסוף אנרגיה בים; (3) הרחבת ההשקעה הממשלתית בתחום – למשל, הגדלת התמיכה הישירה של משרד האנרגיה בפעילות מחקר ופיתוח בים. זאת, תוך התמקדות בתחומים בעלי פוטנציאל יישום בישראל, כגון הפקת אנרגיות מתחדשות, מתקני אגירה, התייעלות אנרגטית, וקיבוע פחמן בים.

# התוכנית הלאומית ל-BlueTech

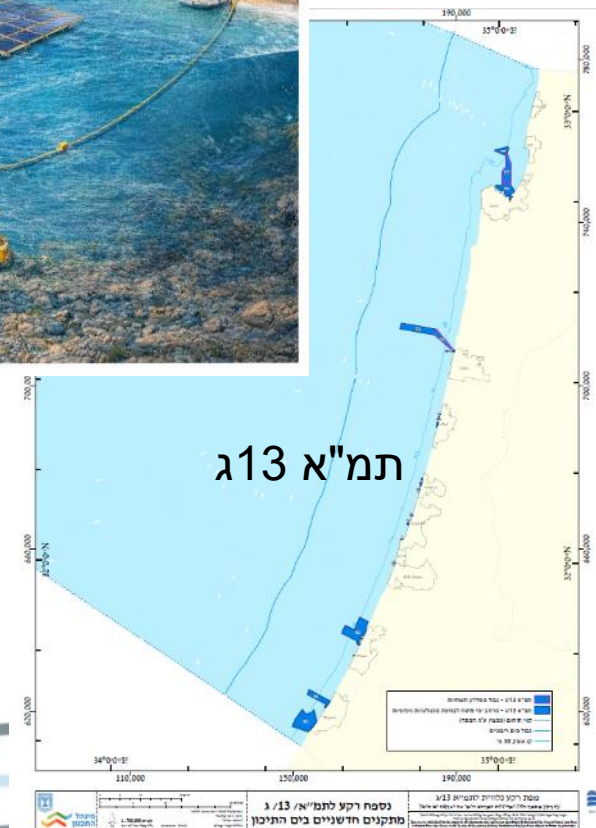
לקחנו חלק מרכזי בגיבוש התוכנית הלאומית לבלו-טק. הצעת מחליטים אושרה בוועדת השרים ללא תציב.



# אתר ניסוי לבלוטק אנרגיה – תכנון הנדסי (3 מלש"ח)

תכנון הנדסי של אתר ניסוי לבלוטק אנרגיה (Marine Energy test site):

- מנהל התכנון הביא לאחרונה לאישור את תמ"א 13/ג המאפשרת הוצאת היתרים למתקני ניסוי בטכנולוגיות חדשניות בים.
- במהלך העבודה עלה הצורך בהקמת אתר ניסויים בים הפתוח, לניסוי טכנולוגיות בלוטק, בדגש על אנרגיות מתחדשות, וחיבור המתקנים בכבל חשמל לחוף.
- אתר כזה יאפשר להציע לחברות הזנק (בעיקר אלו הפועלות בתחום האנרגיה המתחדשת), כפי שמוצע במדינות שונות, אתר ניסויים בו הן יוכלו להתחבר לתשתיות הנדרשות.
- בשלב ראשון פיתוח האתר נדרש לבצע תכנון הנדסי של אתר הניסוי, כולל פיתוח מנגנון קליטת האנרגיה המתחדשת וחיבור לרשת החשמל הארצית. בנוסף, יש לבצע רישוי תשתיות.
- עלות המהלך: כ- 3 מיליון ₪.
- בעלי עניין: משרד החדשנות המדע והטכנולוגיה



# קולות קוראים של מדע"ר משרד האנרגיה

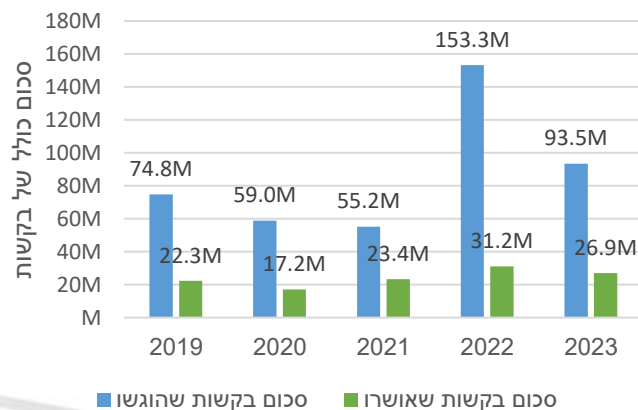
עד 3 מלש"ח  
עד שנתיים  
50% מימון מהמשרד - לתעשייה

עד 1.5 מלש"ח  
עד שנתיים  
80% מימון מהמשרד - לתעשייה

עד 750 אלף ש"ח  
לשלוש שנים  
100% מימון מהמשרד - לאקדמיה

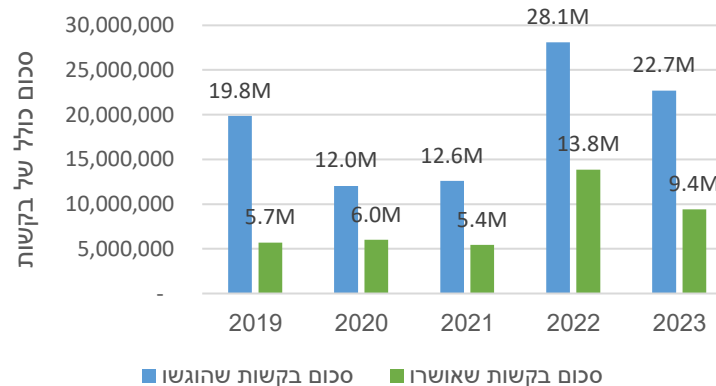
## קול קורא חלוץ והדגמה

סכום כולל של בקשות שהוגשו אל מול סכום כולל בקשות שאושרו



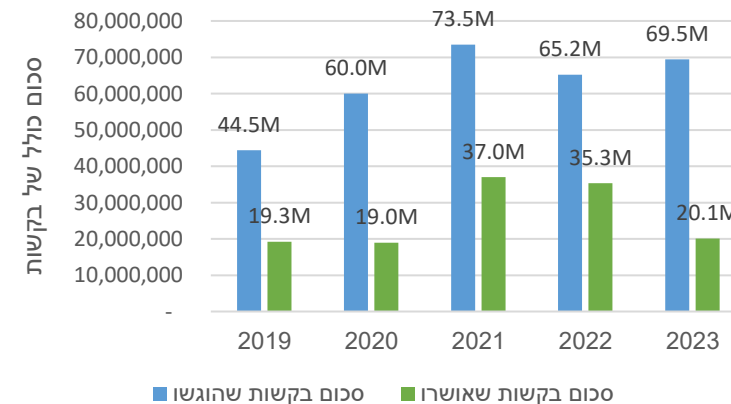
## קול קורא הזנק

סכום כולל של בקשות שהוגשו אל מול סכום כולל בקשות שאושרו



## קול קורא אקדמיה

סכום כולל של בקשות שהוגשו אל מול סכום כולל בקשות שאושרו



# אתגרים של אסדרה, תכנון ורגולציה במרחב הימי

- צורך בחיבור של מתקני אנרגיה בים לגריד באזורי הביקוש
- עלויות גבוהות לצרכי הייצור והחיבור
- העדר רגולציה (מעבר לחוק הנפט) במים כלכליים
- אי ודאות ביחס להשפעה על הסביבה הימית (בבחינה)
- נצפות מהחוף (נימבי) וחשש מפגיעה לסביבה הימית
- הבטחה והגנה על התשתיות ומתקנים בים



# עקרונות קידום של בלוטק אנרגיה בישראל

- פיתוח משאבים: רגולציה מאפשרת ומקדמת; והקמת תשתית ידע זמין ואמין  
ביצוע סקרים יעודיים ומחקרים לסגירת פערי ידע;  
סקר אסטרטגי סביבתי; פיתוח רגולציה וסטטוטוריקה (תמ"א 13ג ותכנון אזורי מרובי שימושים אנרגיה-חקלאות)

- הקמת תשתית פיסיית לפיתוח טכנולוגי

הקמת תשתיות כולל הקמת אתר ניסויים לבלוטק-אנרגיה עם חיבור לחשמל בחוף ומערכות נלוות

- מענקים למחקר ופיתוח  
קולות קוראים של משרד האנרגיה

פוליגונים של  
תמ"א 13 ג'  
לניסויים טכנולוגיות  
חדשניות בים



מפת רקע כלווית לתמ"א 13 ג'  
נספח רקע לתמ"א 13 / ג'  
מתקנים חדשניים בים התיכון

