

בחינת חלופות להוצאת אנרגיה ממתקן יצור PV בשטחי אורון צין – מצגת לכנס התאגדות המהנדסים



ברק רשף – רשף שירותי הנדסה



מגמות עולמיות באנרגיה מתחדשת

BHADLA SOLAR POWER PLANT



https://youtu.be/DjQ_ZMKUxuE

Bhadla Solar Park בהודו היה עד 2020 המתקן הפוטו-וולטאי הגדול בעולם, עם כושר ייצור מותקן כולל של כ - 2.2 GWp .

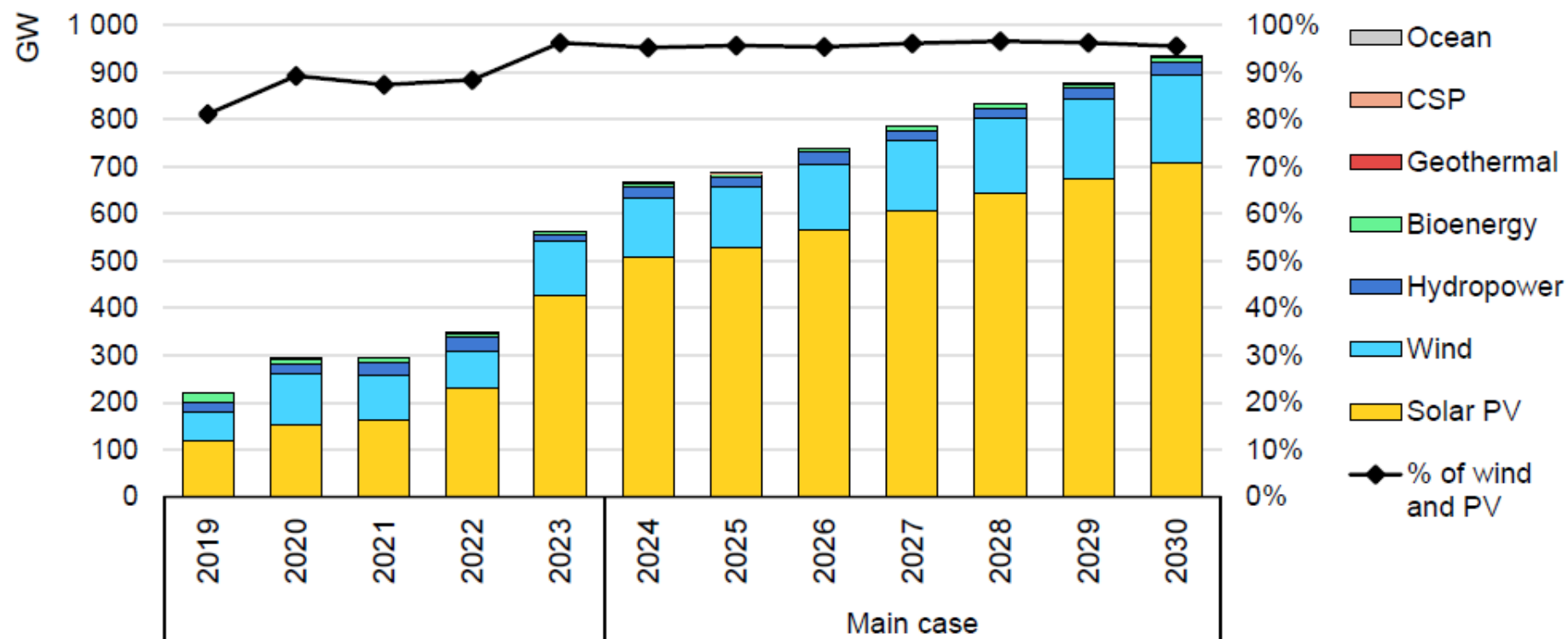
בשנת 2024, הכריזה סין על מספר פרויקטים בהיקפים של למעלה מ 4 GW, כאשר האתר הגדול שבהם הוא

Talatan Solar Park בהספק של 15.6 GWp



מגמות עולמיות באנרגיה מתחדשת

Renewable electricity capacity additions by technology, main case, 2019-2030



IEA. CC BY 4.0.

יעדי המדינה ל-2030: כיצד ניתן לעמוד בהם?



יצור חשמל באמצעות מגה-פרויקטים
(500 מגה וואט ומעלה)



יצור חשמל סולרי 'בקרקות'
משבצת' ובסקטור החקלאי.



ייצור חשמל סולרי בשימושים
דואליים (גגות, מחלפים, מאגרים
וכיו"ב).

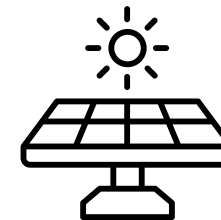
האתגרים



עמידה ביעדים שאפתניים
יותר לשנת היעד 2050,
תדרוש שטחים נוספים בהיקף
משמעותי



הדבר מצריך כבר היום אישור
וקידום של תוכניות על שטח מצרפי
של כ- 120,000 דונם לפחות.



כדי לעמוד ביעד ל-2030,
נדרש לממש תכנית לאנרגיה
מתחדשת בהיקף של
כ- 12,000 מגה וואט (PV).

אתר אורון-צין: ההזדמנות

במסגרת תכנית לעמידה ביעדים לטווח הארוך, ההזדמנויות שהאתר מייצר:

- שטח רחב ידיים, כ- 170,000 דונם, פוטנציאל ייצור חשמל של 15 ג'יגה-ואט + אגירה.
- שטח בדרגת הפרה גבוהה. פיתוח האתר לצורכי PV יזרז את שיקומו ויבטיח השפעה סביבתית מצומצמת ביותר מהפרויקט (ביחס לחלופות מיקום אחרות).
- בימים אלו החלו עבודות שיקום השטח ע"י רותם אמפרט, מכוח תכנית 620-0176164 לכריית פוספטים. הזדמנות לסנכרן מאמץ מתקצב לטובת יישור פני השטח.
- אינו שטח בייעוד חקלאי. אין התנגשות עם צרכים אסטרטגים אחרים ופשרות תכנוניות אחרות הקשורות בפרויקטים אגרו-וולטאים.
- פוטנציאל לפיתוח של תעשייה ירוקה סביב האתר
- האתגר המרכזי - הולכת האנרגיה למרכז המדינה



אתר ייצור אנרגיות מתחדשות אורון-צין: מיקום האתרים

מרכיבי המערכת העיקריים:

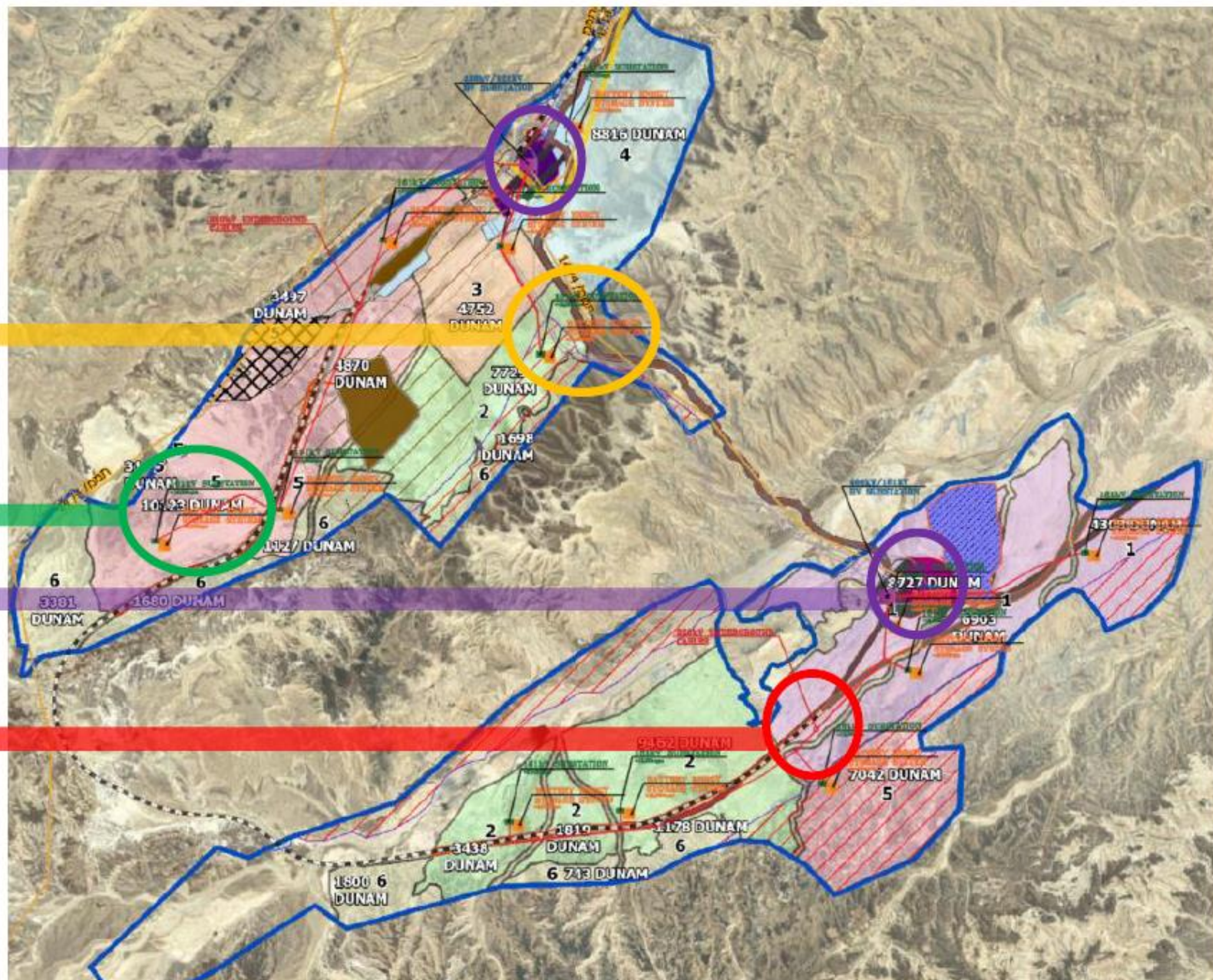
תחנת מיתוג 400 ק"ו
מרחב בקעת אורון

מתקן אגירה אזורי

תח"מש קצה אזורי

תחנת מיתוג 400 ק"ו
מרחב בקעת צין

קווי מתח עליון תת קרקעיים

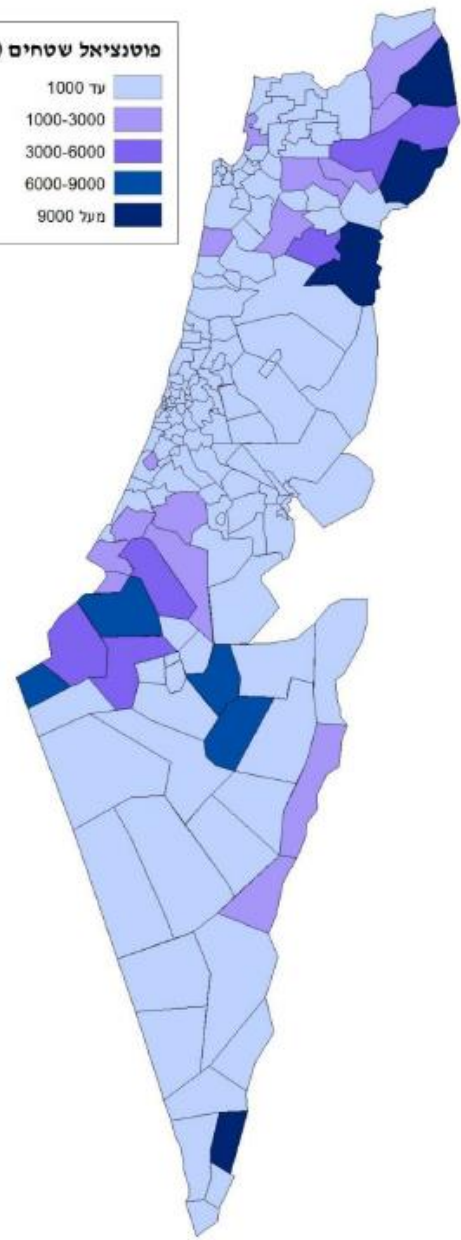
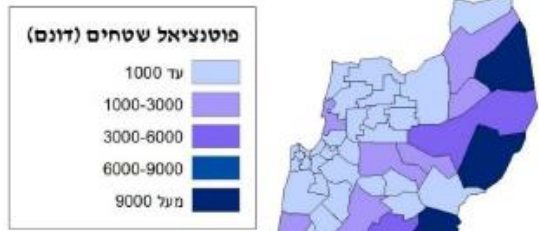


הצדקת הפרויקט

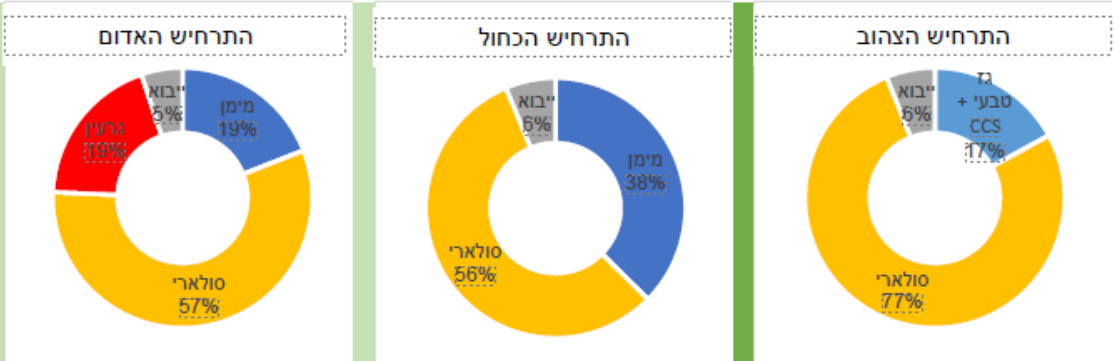
- תחזית הביקוש של נגה לשנת 2030 – 19,500 מגו"ט
- שיא הביקוש הצפוי בקיץ 2040 – 25,750 מגו"ט, ובקיץ 2050 – 34,000 מגו"ט.
- קצב חדירת הרכב החשמלי, הקמת חוות שרתים, חשמול תשתיות תח"צ וכו' – עשויים להגדיל עוד יותר את קצב גידול הביקוש
- על מנת לממש את יעדי הממשלה הנוכחיים ל-2030, נדרש היקף של כ- 17,000 מגו"ט מתקני אנרגיה מתחדשת.
- משרד האנרגיה והמשרד להגה"ס מציבים יעדים שאפטיים אף יותר.
- עבודה שנעשתה לאחרונה ע"י נגה מציגה את פוטנציאל השטחים במדינה למתקנים המסתכם לכ- 180,000 דונם ועבור היקף ייצור זה תוכננה המערכת לשנת 2030.



המשמעות: לאחר 2030 יהיה צורך באיתור והקצאת שטחים נוספים בהיקף משמעותי לצורך שימור היחס של 30% ייצור באנרגיות מתחדשות, קל וחומר אם יוחלט על יעדים שאפטיים יותר



מפת סיכום פוטנציאל שטחים למתקני PV (המקור: חברת נגה)



מערכת ההולכה בישראל – מצב קיים

- מערכת ההולכה במדינת ישראל מתבססת על רשת קווי 161 ק"ו באורך של כ 5,000 ק"מ (אורך מעגלים).
- עמוד השדרה – רשת 400 ק"ו שכולה עילית, באורך 800 ק"מ (אורך מעגלים).
- רשת זו נועדה להעביר הספקים גבוהים (בממוצע פי-7 מיכולת קו 161 ק"ו).
- בהתאם לרגולציה בישראל, מתקני ייצור בהספק שמעל 400 מגו"ט מתחברים לרשת 400 ק"ו.
- חיבור האתר בהיקף הנ"ל למערכת ידרוש ביצוע התאמות משמעותיות בחלקים נרחבים של מערכת ההולכה הארצית.



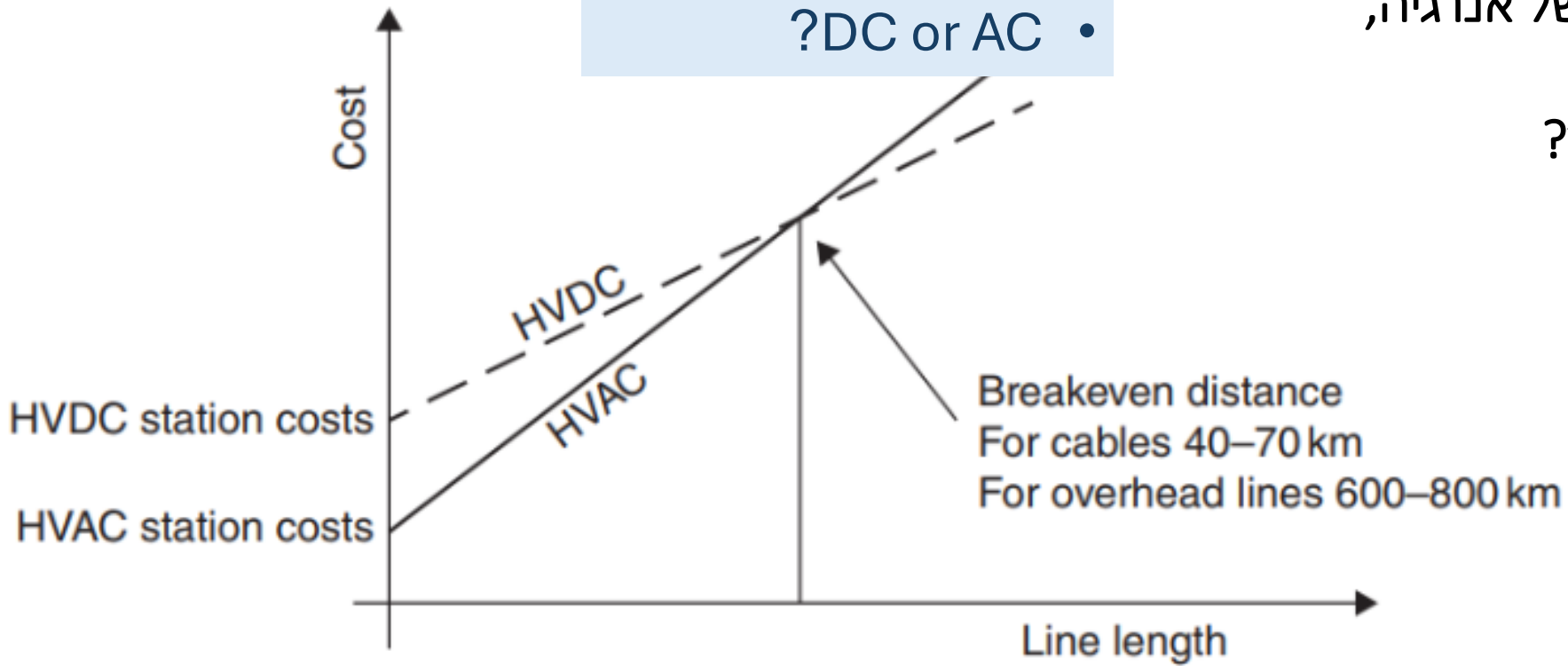
אתגר החיבור למערכת ההולכה

- אזור אורון-צין רחוק ממרכזי הביקוש, לכן האתגר המרכזי הוא –

• עילי את תת קרקעי?
• ?DC or AC

- כיצד להוליך היקף אדיר זה של אנרגיה,

לאזורי הביקוש במרכז הארץ?



היבטים מערכתיים

- מנהל המערכת אחראי על חוסן מערכת החשמל, שרידותה ויציבותה.
- נכון לשנים הקרובות, מוגבל גודל יחידת הייצור הגדולה ביותר שניתן לחבר למערכת, ל 670 מגו"ט.
- החסרון בחיבור מגה-אתר ייצור בתוואי הולכה בודד, הוא בהשפעה על שרידות המערכת
- לכן חיבור מגה אתר בהספק של 6,000 מגו"ט חייב להתבצע באמצעות מספר מערכות באופן שלא יסכן את שרידות המערכת.



יש להבטיח, בכל אחת מהחלופות, שאירוע בודד לא יגרום להפסקת ייצור בהספק שידרדר את המערכת למצבים מסוכנים



חלופות להוצאת אנרגיה

משמעות שילוב אגירה וצריכה מקומית

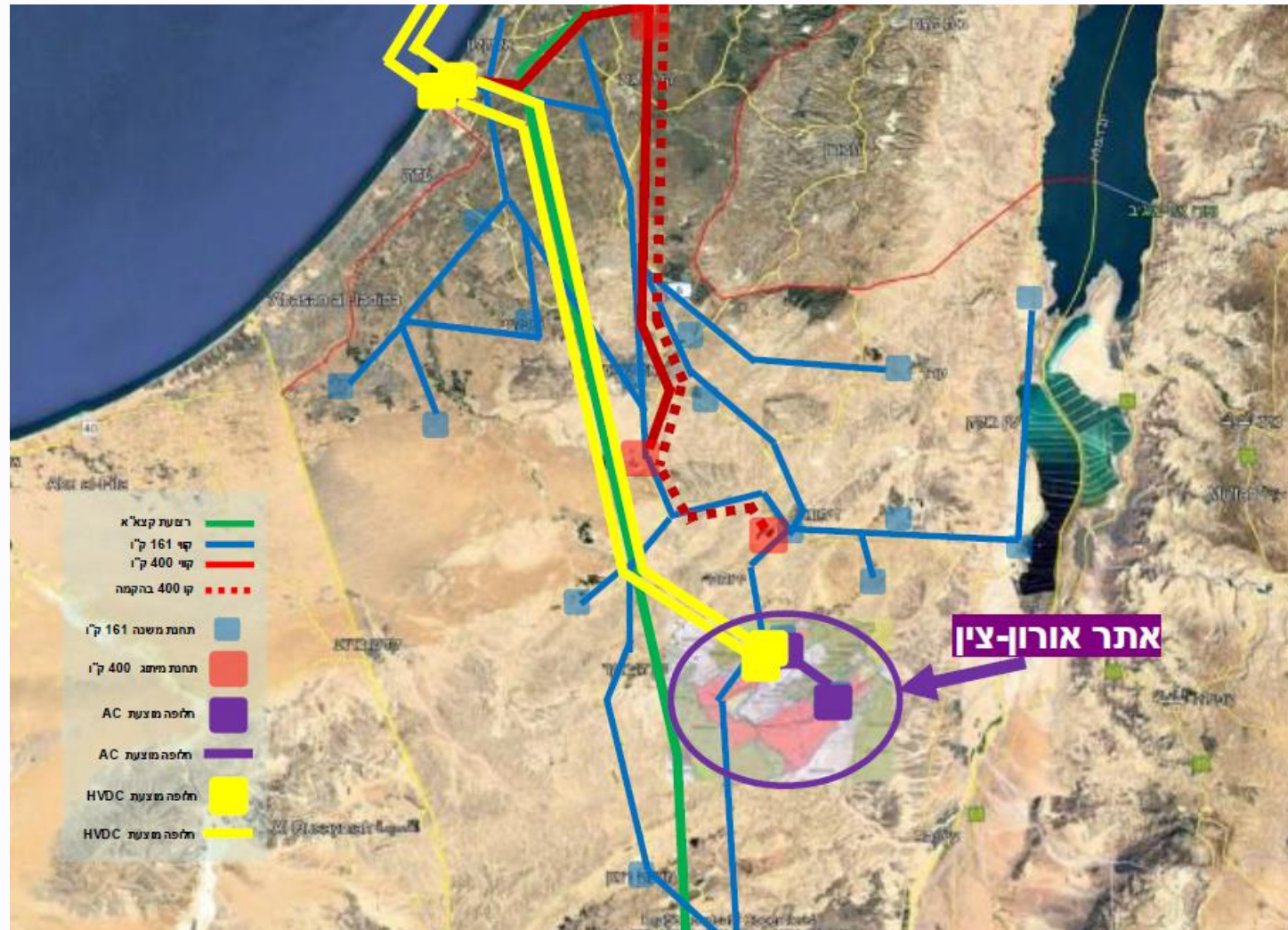
- היקף מתקני האגירה שיידרש להקים באתר אורון-צין הוא כ- 6,000 מגו"ט ל- 4 שעות.
- בהעדר אגירה – נדרש להכפיל את קיבולת ההולכה מהאתר למערכת ואף לקטום בשעות מסוימות את ההספק.



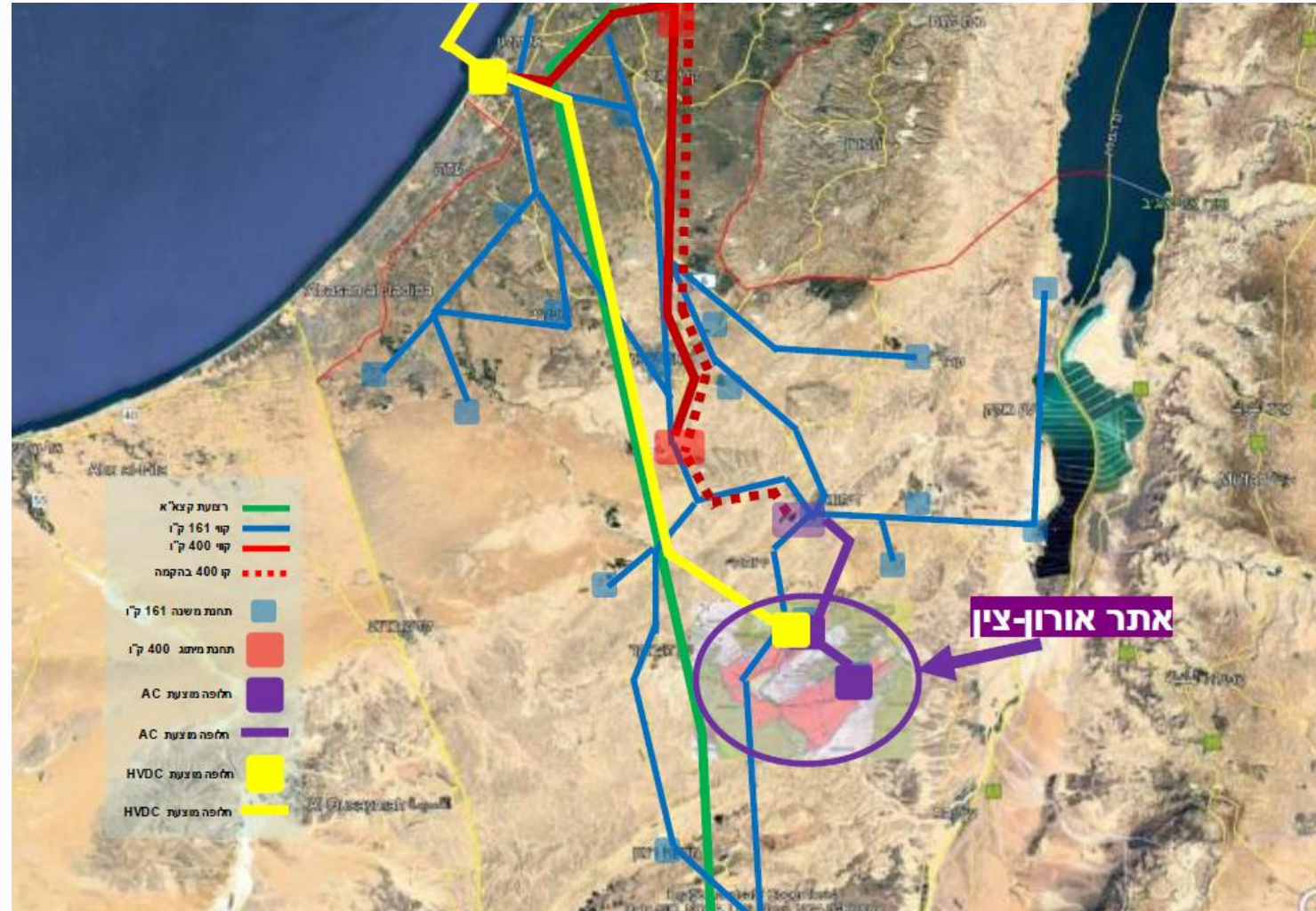
חלופת 400 ק"ו AC



חלופה תת-קרקעית HVDC



חלופה משולבת



השוואה בין החלופות

מספר חלופה	תיאור החלופה	מורכבות טכנולוגית	שיקולי תחזוקה	אמינות החלופה	ישימות סטטוטורית	יישום בשלבים	טביעת רגל	מתקני קצה	שדות אלמ"ג	עלות החלופה (מיליארדי \$)
1	חלופת קווים AC עיליים	פשוט ליישום. שימוש בטכנולוגיה קיימת.	משך זמן תיקון תקלה קצר. קיימת אפשרות ל"מעקף חירום" ERS	הטכנולוגיה מוכרת ואמינה וזמן התיקון צפוי להיות קצר.	תוואי לקו 400 ק"ו נוסף צפוי להיתקל בהתנגדויות. התיישבות בלתי חוקית תקשה על איתור תוואי ומימוש החלופה.	לא מעשי	גבוהה	תחנות מיתוג סטנדרטיות. אם ידרשו קטעים תת-קרקעיים, יש לקחת בחשבון טרמינלים למעבר.	גבוהים. צפי לקשיים באיתור תוואי בקרבת ריכוזי אוכלוסייה	0.8-1.3 עלות נמוכה
2	חלופה תת-קרקעית – מערכות HVDC	מורכבות גבוהה. טכנולוגיה שעדיין לא קיימת בישראל.	משך זמן תיקון תקלה מג'ורית עלול להיות ארוך. צורך במלאי חלקי חילוף.	טכנולוגיה פחות אמינה מ OHTL סטנדרטי בגלל תחנות המרה.	גבוהה. אין צפי להתנגדויות קשות.	אפשרי	נמוכה. הולכת האנרגיה בתת-הקרקע.	תחנות המרה הדורשות אתרים מתאימים.	נמוכים	3.1-3.2 * עלות גבוהה
3	חלופה משולבת, תת-קרקעית HVDC ועילית AC	בינונית-גבוהה	שילוב של שתי החלופות האחרות.	מערכות ה AC וה-DC בגיבוי הדדי	גבוהה. אין צפי להתנגדויות קשות.	אפשרי	נמוכה. שימוש בתשתית הולכה עילית קיימת.	שילוב בין שתי החלופות.	גבוהים נמוכים **	1.9-2.2

* מרכיב הכבלים בקטע אורן-אשקלון מהווה כ 60% מהעלות הכוללת של החלופה
 ** בציר התת-קרקעי, אין בעיית שא"מ. בציר העילי, עלית העומס תעלה את רמת השדה המגנטי

כדי לעמוד ביעדי הממשלה לייצור אנרגיה מתחדשת לטווח הארוך,
יידרש לקדם גם מגה אתרים סולאריים כדוגמת אתר אורון-צין.

*
תודה!

ציר הולכה 2X2.7GW לאורך חופי ישראל

חלופה ימית HVDC

מאפיינים עיקריים

- שתי מערכות כבלים ימיים HVDC*
- יכולת של כ 2,700 מגו"ט לכל מערכת
- אורך תוואי בחלופה מרבית כ 170 ק"מ

מתקנים יבשתיים נוספים

- תחנות המרה DC/AC ומסדרי 400 ק"ו בכל אתר נחיתה

*התכנית תאפשר גם טכנולוגיה של HVAC

EuroAsia
interconnector

חלופות לאתר נחיתה

צפוני

1. עכו/נעמן
2. חיפה
3. דור

חלופות לאתר נחיתה

במרכז

1. קיסריה
2. מורשה/עתידים
3. שורק

חלופות לאתר נחיתה

דרומי

1. ניר גלים
2. אשקלון