

דימיטרי ונגר

השירות המטאורולוגי הישראלי

יצחק כרמונה

השירות המטאורולוגי הישראלי

נועם חלפון

השירות המטאורולוגי הישראלי

אבנר פורשפן

השירות המטאורולוגי הישראלי

יואב לוי

השירות המטאורולוגי הישראלי

ציטוט מומלץ

ונגר ד, כרמונה י, חלפון נ ואחרים.
2015. אטלס אנרגיית הרוח של
ישראל. *אקולוגיה וסביבה* 6(3):
174-175.



סערה חורפית. תל-אביב, 2012 | צילום: אפרת ארנון, מאתר פיקיוויקי

אטלס אנרגיית הרוח של ישראל

בקצרה

גיליון סתיו 2015 / כרך 6(3) / דלקים חלופיים ואנרגיה 19 באוקטובר, 2015

בשנים האחרונות עלתה המודעות לחשיבותה של אנרגיה ירוקה, כדוגמת אנרגיית הרוח, כתחליף למקורות האנרגיה המסורתיים. לאור זאת החליט משרד התשתיות הלאומיות, האנרגיה והמים לקדם את הפקתו של אטלס אנרגיית הרוח לישראל. השירות המטאורולוגי הישראלי השקיע במיזם מאמץ רב בשנתיים האחרונות, בשיתוף המשרד ותוך קבלת ייעוץ מטעם השירות המטאורולוגי הפניי. האטלס צפוי לעלות לאתר המפות הממשלתי govMap עוד השנה, בסיוע המרכז למיפוי ישראל. האטלס, שמכיל מפות ברזולוציה גבוהה, יאפשר ליזמים המעוניינים לפעול בתחום לזהות את האזורים בארץ שהפוטנציאל להפקת אנרגיה מהרוח בהם הוא מרבי, וכן לשמש כלי בידי משרד התשתיות הלאומיות, האנרגיה והמים ובידי רשות החשמל, שיאפשר הערכה ראשונית של הפוטנציאל הארצי הכולל של אנרגיית הרוח ושל הפוטנציאל בנקודות שונות בארץ.

אטלס אנרגיית הרוח הופק במספר שלבים: ראשית נעשה שימוש בתקופה בת 30 שנה של Era-Interim, מאגר המידע המתאר את מזג האוויר העולמי כולו ברזולוציה גסה של 80 ק"מ ובמרווחי זמן של 6 שעות^[1]. נתונים ממאגר מידע זה שימשו להרצת COSMO, מודל אטמוספרי אזורי^[3], המתאר את מזג האוויר בישראל באופן מפורט ברזולוציה אופקית של כ-2.8 ק"מ ובמרווחי זמן של שעה. תוצאות מודל זה, בתורן, שימשו קלט למודל ברזולוציה גבוהה מאוד^[4] (WASP), שחישב את מהירות הרוח הממוצעת ואת צפיפות ההספק על סמך התפלגות מהירות הרוח וכיוונה. כל אלה התקבלו ברזולוציה אופקית של 100 מטר ובארבעה מפלסי גובה – 30, 60, 100 ו-150 מטר מעל פני הקרקע. חלק חשוב ביכולת ה-WASP לדייק קשור לקבלת נתוני טופוגרפיה ותכסית ברמת הדיוק הגבוהה ביותר האפשרית. לשם כך, נעשה שימוש במפת חספוס ברזולוציה של 100 מטר, שהופקה בשירות המטאורולוגי על בסיס מפת שימושי קרקע שהתקבלה מהמרכז למיפוי ישראל, וכן במודל הגבהים הדיגיטלי (DEM) של המרכז ברזולוציה של 50 מטר.

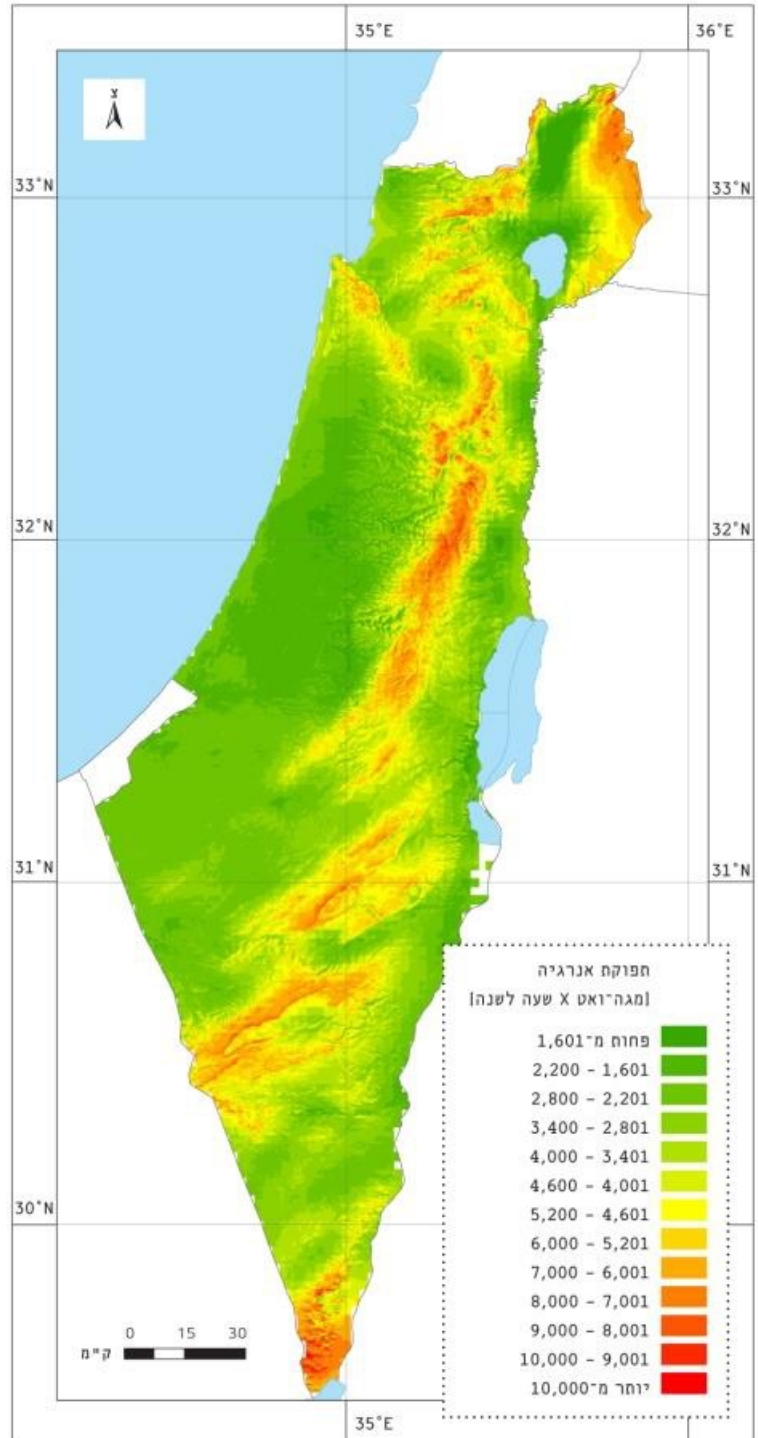
אתגר מרכזי בבניית האטלס היה חישוב הפרופיל האנכי של מהירות הרוח (קצב השתנות מהירות הרוח עם הגובה). כיוון שבישראל מספר מזערי של מדידות רוח בגובה העולה על 50 מטר, חישוב הפרופיל האנכי של הרוח היה חייב להתבצע על סמך

מודלים אטמוספריים שמניחים הנחות מוצא שונות באשר לגורמים המרכזיים המשפיעים עליו כגון: חספוס הקרקע, שטף החום מהקרקע וגובה האינוורסיה (שכבה יציבה באטמוספירה, שקיימת מעל ישראל בעיקר בחודשי הקיץ, ואחראית במידה רבה ללחות הגבוהה שאנו חווים במישור החוף). בשונה מאטלסים דומים שפורסמו במדינות אחרות, בחר השירות המטאורולוגי הישראלי להתאים את ערכי הפרמטרים של גובה האינוורסיה ושטף החום מהקרקע לכל חודש בנפרד, בהתאם לאימות שבוצע עבור אותו חודש.

על אף נתוני הקלט האיכותיים וההקפדה על התאמת ערכי הפרמטרים, למודל מסוגו של WAsP ישנן מגבלות ^[2]. מודל שכזה לא מתפקד היטב בקרבת שיפועים טופוגרפיים חריפים, דוגמת אלה שניתן למצוא בשפופות המכתשים בדרום ובבקעת בית הכרם בצפון. כמו כן, הוא מתקשה להתמודד עם אזורים הרריים שעלולים להיות מעל לגובה השכבה היציבה באטמוספירה (האינוורסיה). לפיכך, הנתונים באזורים הקרובים למצוקים והנתונים עבור חודשי הקיץ, שהאינוורסיה בהם היא המשמעותית ביותר, סובלים מדיוק נמוך ביחס לנתונים האחרים. נוסף על כך, אטלס העוסק באנרגיית רוח הוא מטבעו מיזם הצפוי לטעויות גדולות יותר מאשר עיבודים למשתנים אטמוספריים אחרים, שכן אנרגיית הרוח קשורה לחזקה השלישית של מהירות הרוח (כך שטעות של 10% במהירות הרוח מביאה לטעות של כ-30% באנרגיה). יש לציין, שכיוון שהאטלס אינו מבוסס על מדידות רוח בגובה הטורבינה, הוא אינו יכול לשמש תחליף למדידות מהאזור המיועד לפיתוח חוות רוח.

נוסף על מפות מהירות רוח וצפיפות הספק, האטלס כולל גם מפה של תפוקת אנרגיה שנתית על סמך הנחה של שימוש בטורבינת 2.0 מגה-ואט בגובה 100 מטר (איור 1). על סמך מפה זו, בניכוי שטחים בנויים, שמורות טבע, שטחי אש ואזורים בעלי פוטנציאל זניח של אנרגיית רוח, ובהנחה שניתן להקים ארבע טורבינות על כל קמ"ר, יש בישראל אפשרות תאורטית להגיע ל-8 ג'יגה-ואט הספק מותקן של טורבינות רוח (הספק מותקן, nameplate capacity, הוא ההספק המרבי שחוות רוח מסוגלת לספק בתנאי רוח מיטביים). תפוקת האנרגיה בפועל, המבוססת על משטר הרוחות החזוי על פי המודל שלנו, יכולה להגיע לכ-2.6 ג'יגה-ואט בממוצע שנתי, שהם כ-20% מתפוקת האנרגיה הכוללת של ישראל (נכון ל-2014). מרב האנרגיה מתקבלת בדרך זו דווקא בשעות שיא הצריכה של החשמל (שעות הצהריים בקיץ ושעות הערב בחורף).

איור 1. התפלגות תפוקת האנרגיה השנתית המוערכת (AEP) מהאטלס. ההערכה התקבלה בהנחה של שימוש בטורבינה עם הספק מרבי של 2.0 מגה-ואט בגובה 100 מטר



איור 1

התפלגות תפוקת האנרגיה השנתית המוערכת (AEP) מהאטלס

ההערכה התקבלה בהנחה של שימוש בטורבינה עם הספק מרבי של 2.0 מגה-ואט בגובה 100 מטר.

מקורות

1. ECMWF website. ERA-Interim. www.ecmwf.int/en/research/climate-reanalysis/era-interim. Viewed 21 June 2015.
2. Bowen AJ and Mortensen NG. 1996. Exploring the limits of WAsP: The Wind Atlas Analysis and Application Program. Proceedings of the 1996 European Union Wind Energy Conference and Exhibition, Göteborg, Sweden, May 20-24, 584-587.
3. Schättler U, Doms G, and Schraf C. 2014. A description of the Nonhydrostatic Regional COSMO-model: Part VII: User's guide. Offenbach (Germany): COSMO.
4. WAsP. [WAsP 11](#). Viewed 21 June 20