

מבנה מודל תחזית הביקוש לחשמל של BDO



מתודולוגיית תחזיות משק החשמל של BDO

מודל היצע

- תחזית זמינות שעתית
- מודל bottom-up
- כושר יצור לפי יחידות יצור
- מודל סטטיסטי בסימולציית מונטה-קרלו
- מערכות LEAP ו- Analytica
- תחזית שעתית לטווח ארוך 2017-2030



מודל ביקוש

- תחזית ביקוש שעתית
- מודל bottom-up
- תחזית לפי 8 סקטורים שונים
- מודל אקונומטרי
- מערכת LEAP מתקדמת
- תחזית שעתית לטווח ארוך 2017-2030

מודל אמינות מערך הייצור

- מודל שעתית משולב לטווח ארוך 2017-2030
- תוחלת אי-אספקת מלוא הביקוש LOLE
- תוחלת האנרגיה הלא מסופקת EENS
- תחזית רזרבה נדרשת לעמידה ביעדי אמינות האספקה

הביקוש לחשמל – עיקרי המסקנות

2016

סך ייצור החשמל בשנת 2016 עמד על 67.4 מיליארד קוט"ש, ושיא הביקוש על MW 12,200. כושר הייצור המותקן עמד בסוף השנה על MW 16,900 (כולל מתחדשות במקדם קיבולת מתאים*)



על פי מודל הביקוש של BDO (ראה מסמך תחזית הביקוש), צפוי הביקוש לחשמל לצמוח בקצב שנתי ממוצע של 3.8%, המהווים גידול של 1.9% בביקוש לנפש



שיא הביקוש בחורף צפוי להגיע בשנת 2027 ל-MW 18,570 ** (בהנחה של מדיניות הסטת ביקושים)



כושר הייצור המותקן בשנת 2027 שנדרש בכדי לספק את צרכי הביקוש ברמת אמינות מספקת הינו MW 22,180 ללא PV (19% רזרבה מותקנת ללא PV) ו-MW 23,280 כולל PV (עם מקדם קיבולת מתאים)***

* מקדם קיבולת אנרגיות מתחדשות (Capacity Credit): PV 0.25, רוח 0.4

** הונחה תוכנית הסטת ביקושים של 5% במצטבר עד לשנת 2027.

*** תחת ההנחה שייבנו מתקני אגירה שאובה בהספק כולל של MW 800 והיקף יכולת הייצור באנרגיות מתחדשות יעמוד בשנת 2027 על MW 4,730.

עיקרי המסקנות - תחזית הביקוש וההיצע

להבטחת אמינות אספקת החשמל נדרשת בשנת 2027 רזרבה של 19% ללא PV (25% כולל PV)



תמהיל מערך הייצור האופטימלי: 30% פיקריות ו-70% Baseload (באחוזים מכושר הייצור ללא מתחדשות)



קצב הגידול הממוצע הצפוי של שיא הביקוש עד לשנת 2027 - 3.8% בשנה



כושר הייצור הנדרש (ללא PV) להספקת צרכי הביקוש בשנת 2027 הינו MW 22,180



עד שנת 2027 נדרשת תוספת רישיונות ייצור בגז בהיקף של MW 2,910, וזאת מעבר להחלפת תחנות אשר הגיעו לקצה חייהם הכלכליים בהיקף של MW 2,830*



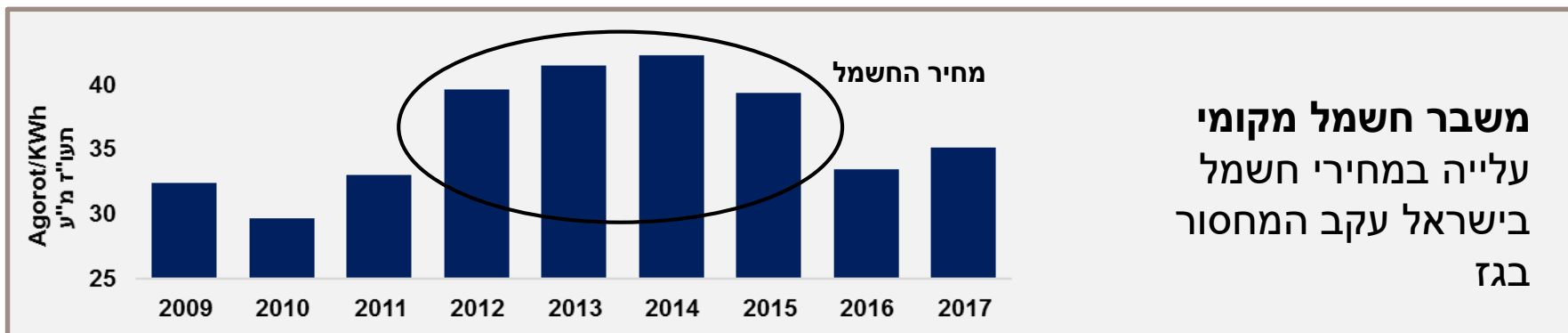
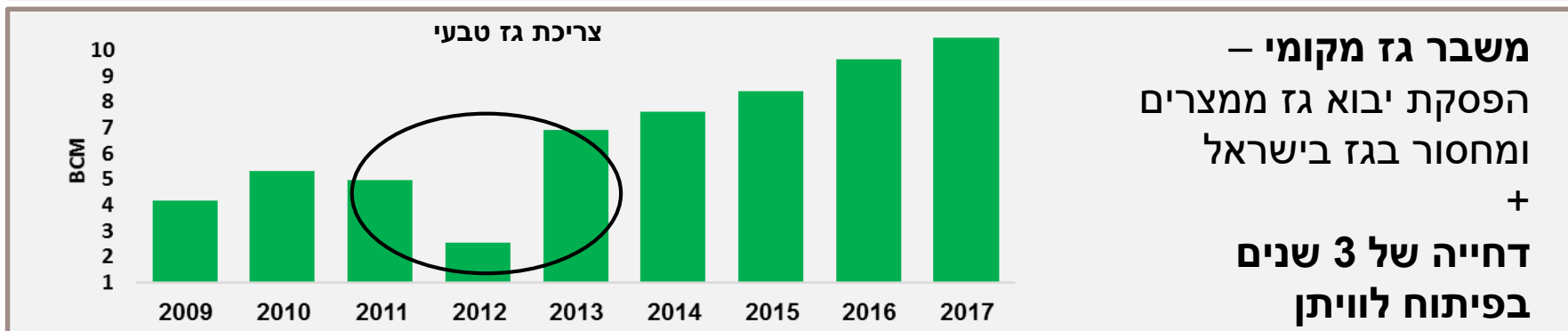
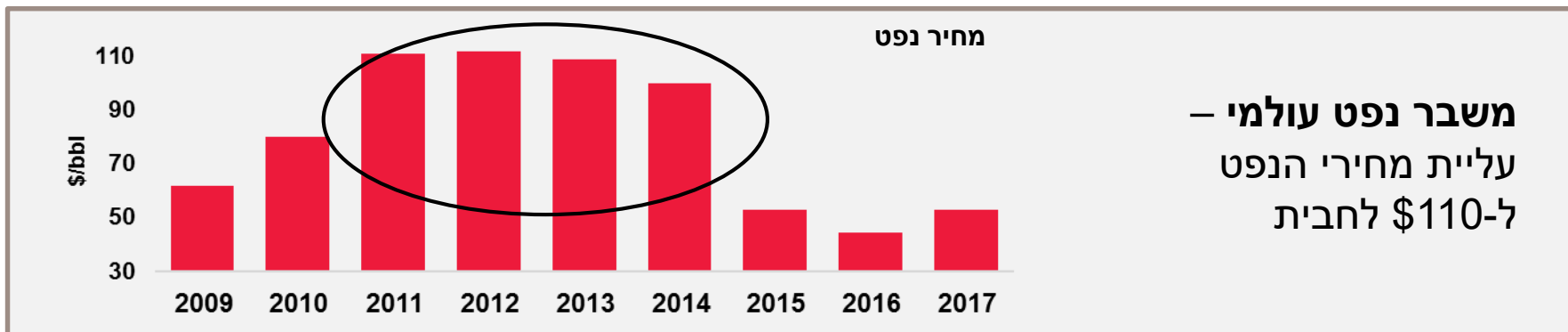
צוואר הבקבוק עובר לערב כשאין זמינות PV, לכן כושר הייצור הנדרש בגז אינו רגיש לגידול בהיצע ה-PV

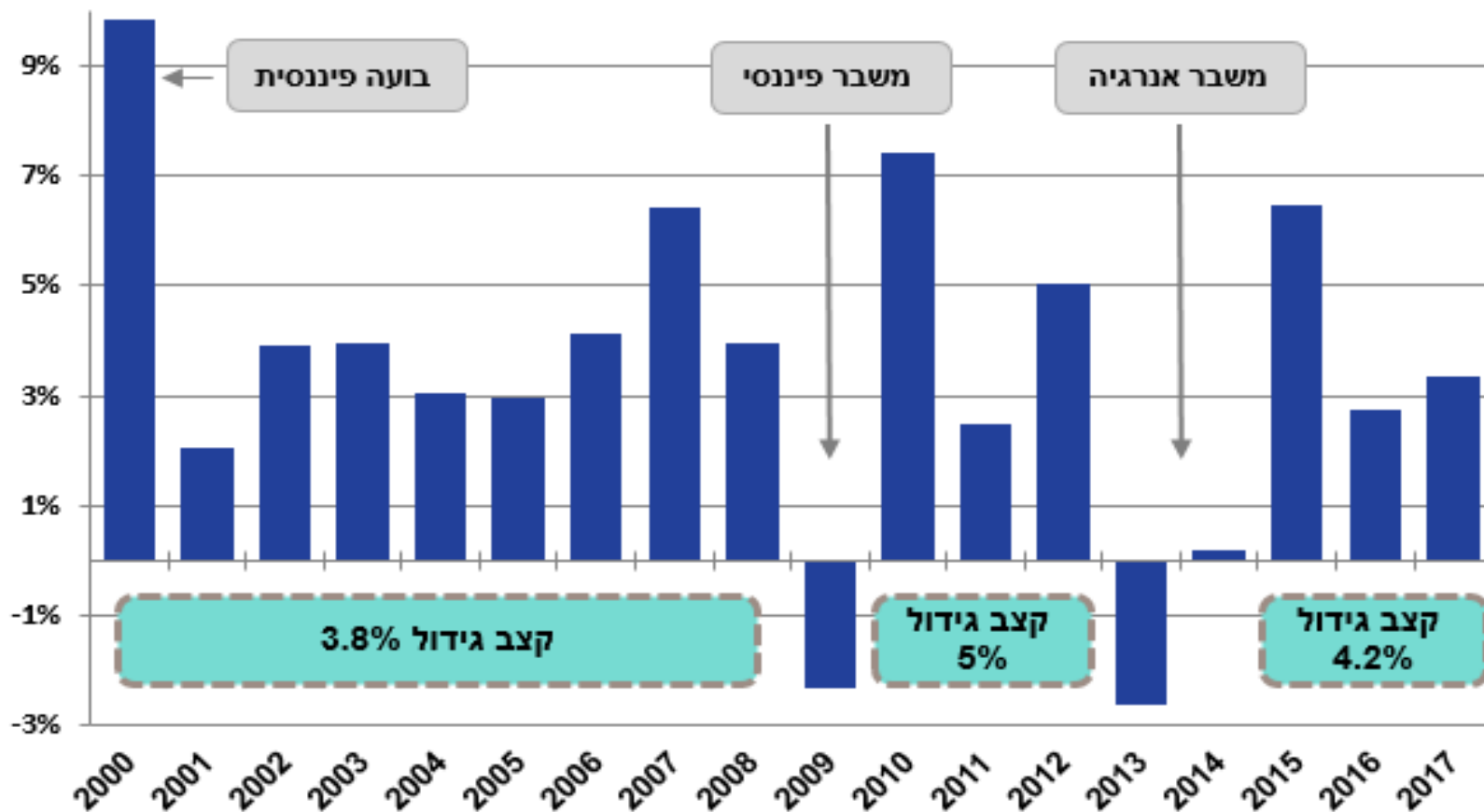


שיעור התקלות (אי-זמינות מאולצת ביצור) בישראל גבוה ועומד מתחילת העשור על כ-10% בממוצע. אנו הנחנו הקטנת שיעור התקלות ב-30%. ללא שיפור זה, תידרש תוספת כושר של 750 MW נוספים.



* החלפת תחנות חיפה ג' יחידות 3-4, רידינג ד' יחידות 3-4, אשכול ג' יחידות 6-7 וצפית יחידות 1-2.

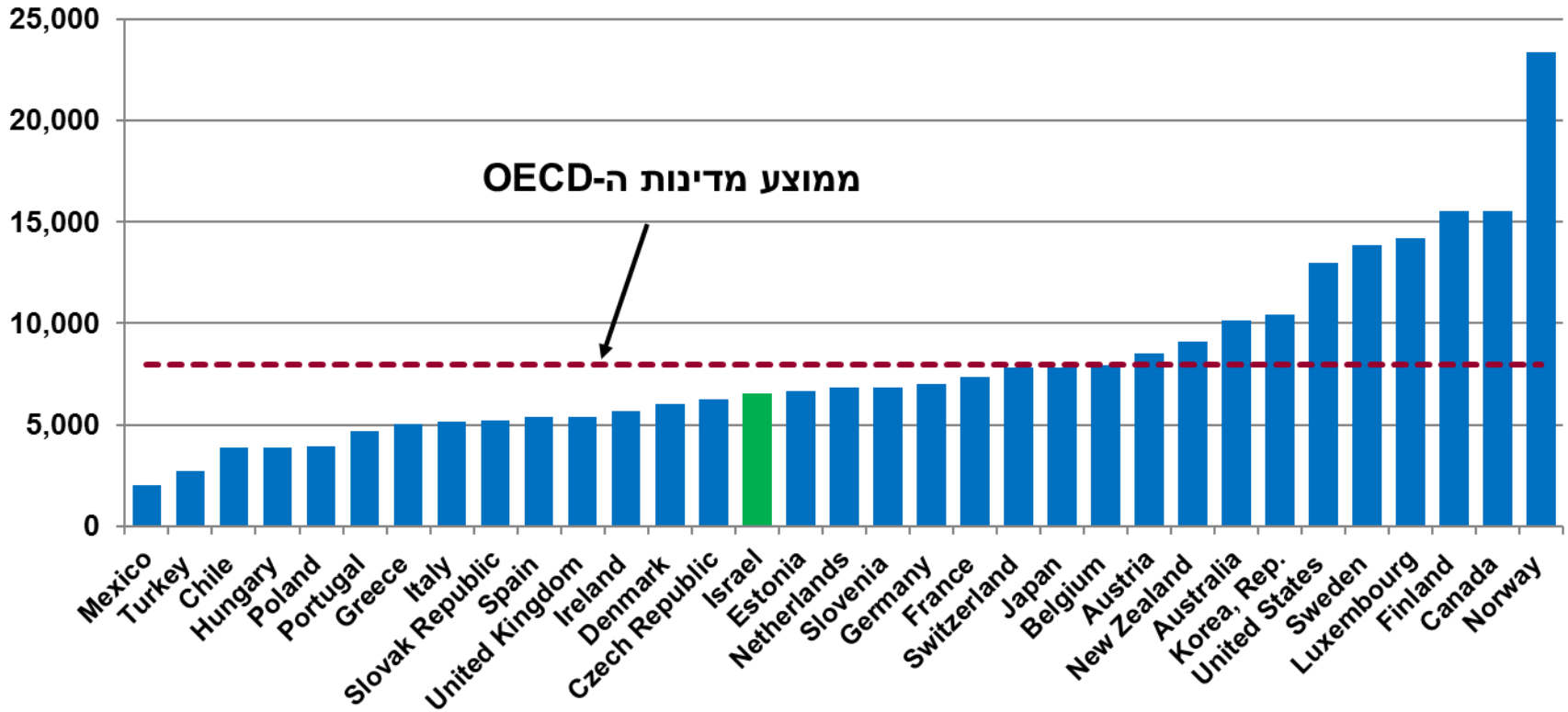




מקור: חברת החשמל, הלמ"ס וניתוחי BDO

ההאטה בביקוש בשנים האחרונות תוצאה של משבר אנרגיה. אין שינוי מגמה

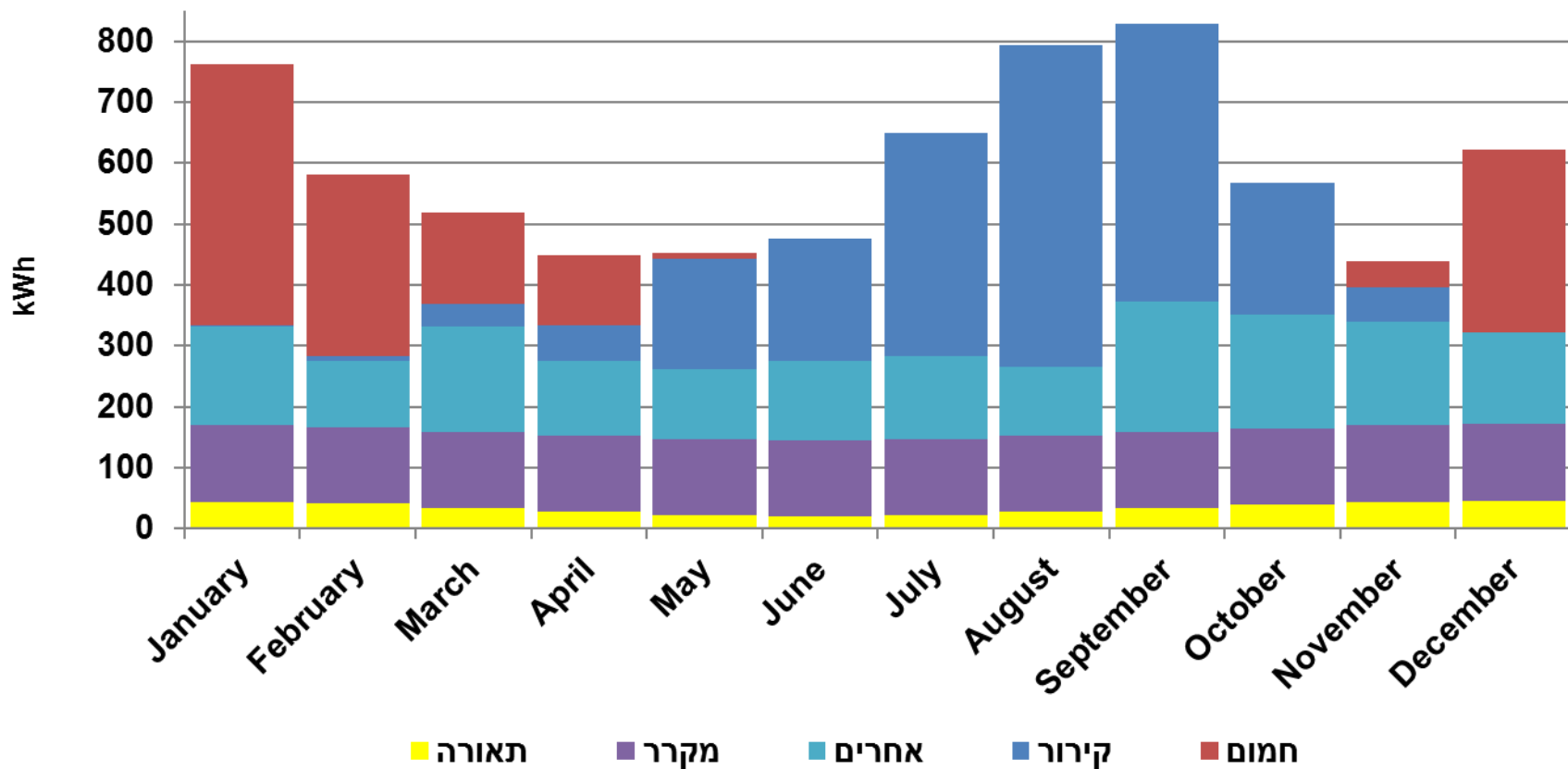
צריכת חשמל לנפש במדינות ה-OECD



מקור: הבנק העולמי וניתוחי BDO

אין משמעות להשוואה פשטנית לצריכת החשמל ב-OECD

מרכיבי צריכת החשמל של משקי הבית בישראל, 2016



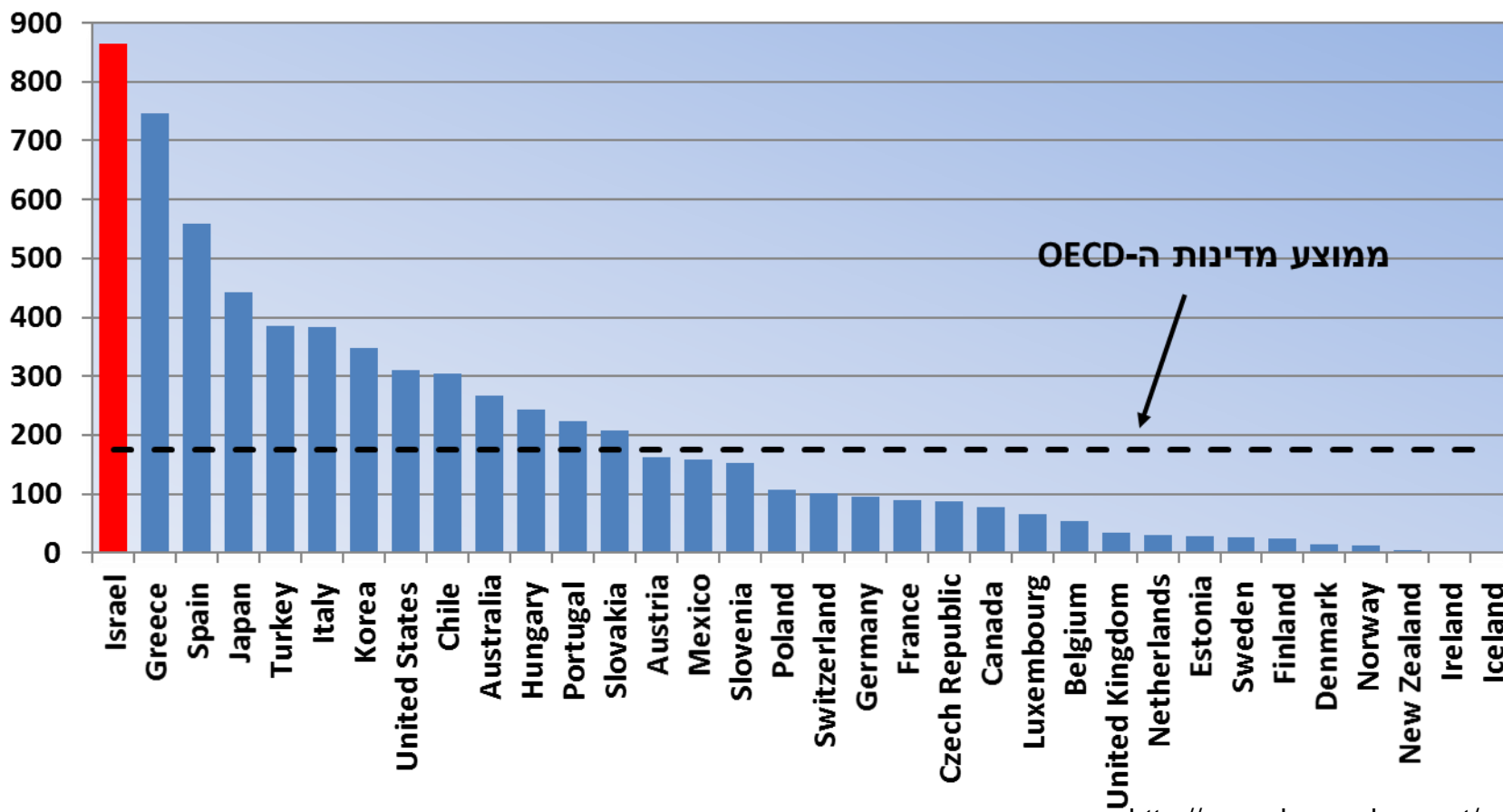
מקור: רשות החשמל, ניתוחי BDO

צריכת החשמל לקירור ולחימום מהווה למעלה מ-50% מהצריכה הביתית

חוסר הרלבנטיות של השוואה למדינות ה-OECD

עומס החום במדינות ה-OECD

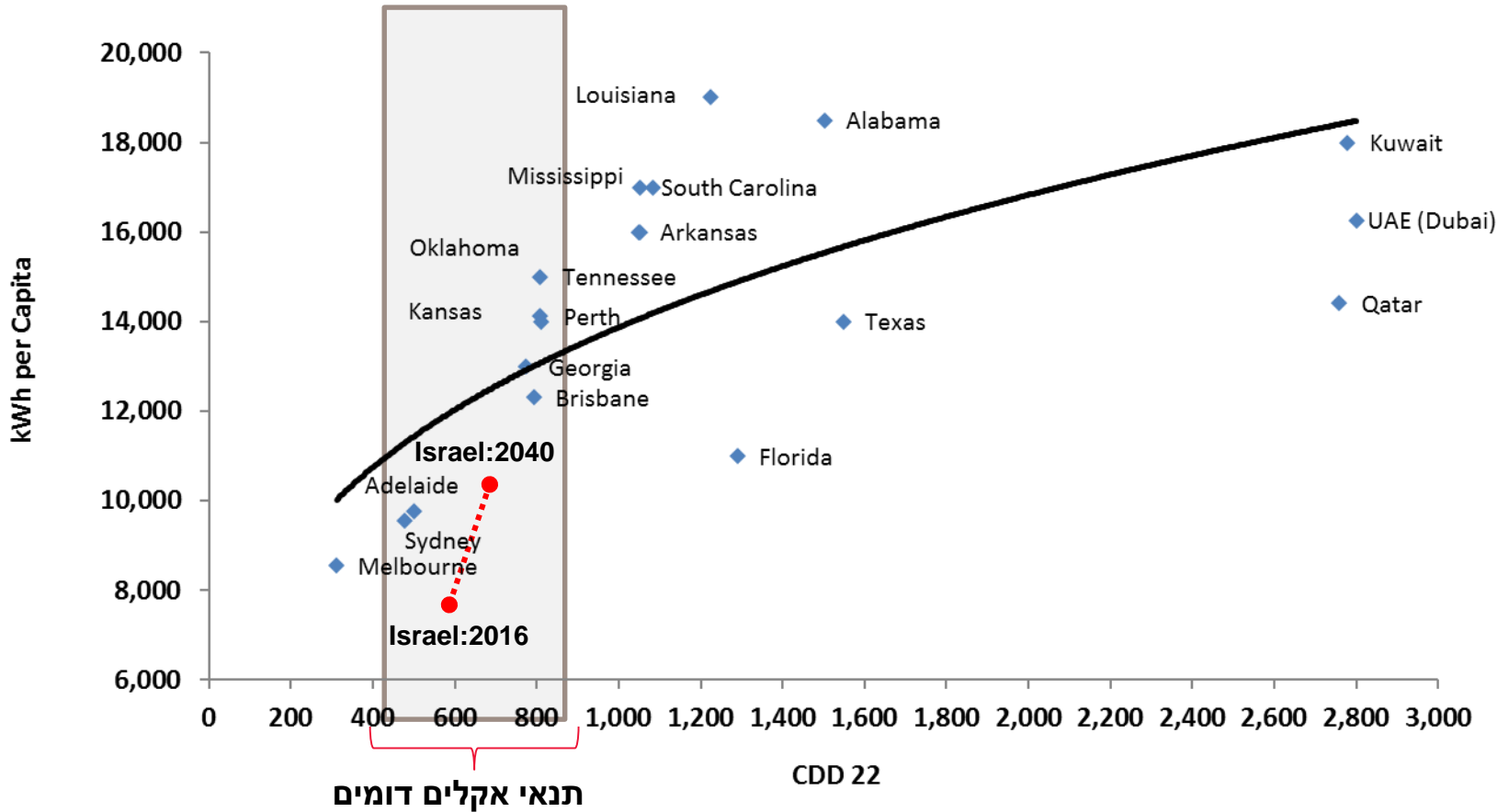
ימי מעלות קירור CDD22, ממוצע 5 שנים אחרונות



מקור: <http://www.degree-days.net/>

עומס החום בישראל פי 4 ביחס לממוצע OECD

השוואה בינ"ל של צריכת חשמל לנפש במדינות החמות

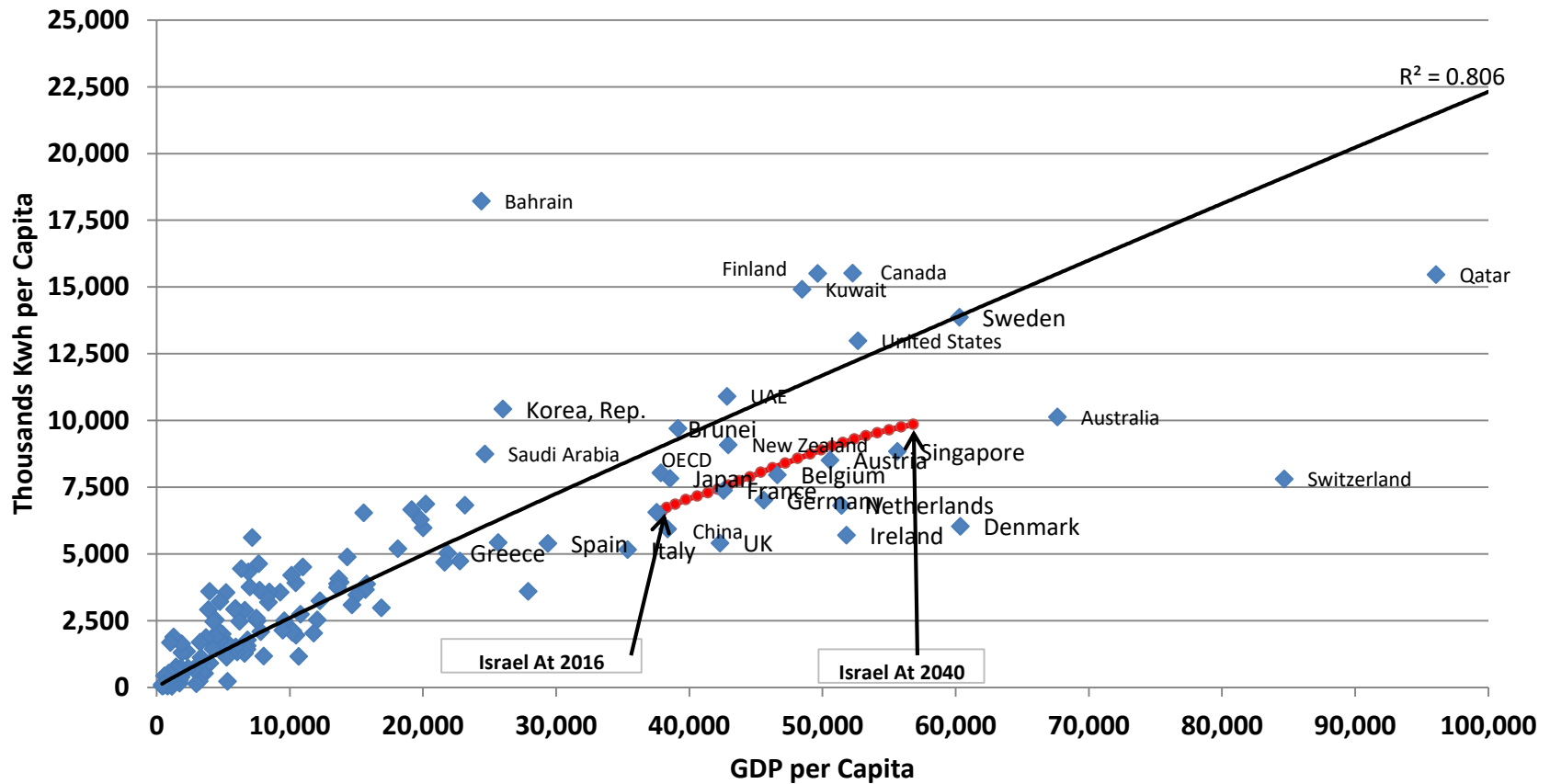


מקור: הבנק העולמי וניתוחי BDO

צריכת החשמל בישראל נמוכה ביחס לעומס החום, בשל התוצר לנפש הנמוך

ביקוש לחשמל מול רמת הכנסה- השוואה בין לאומית

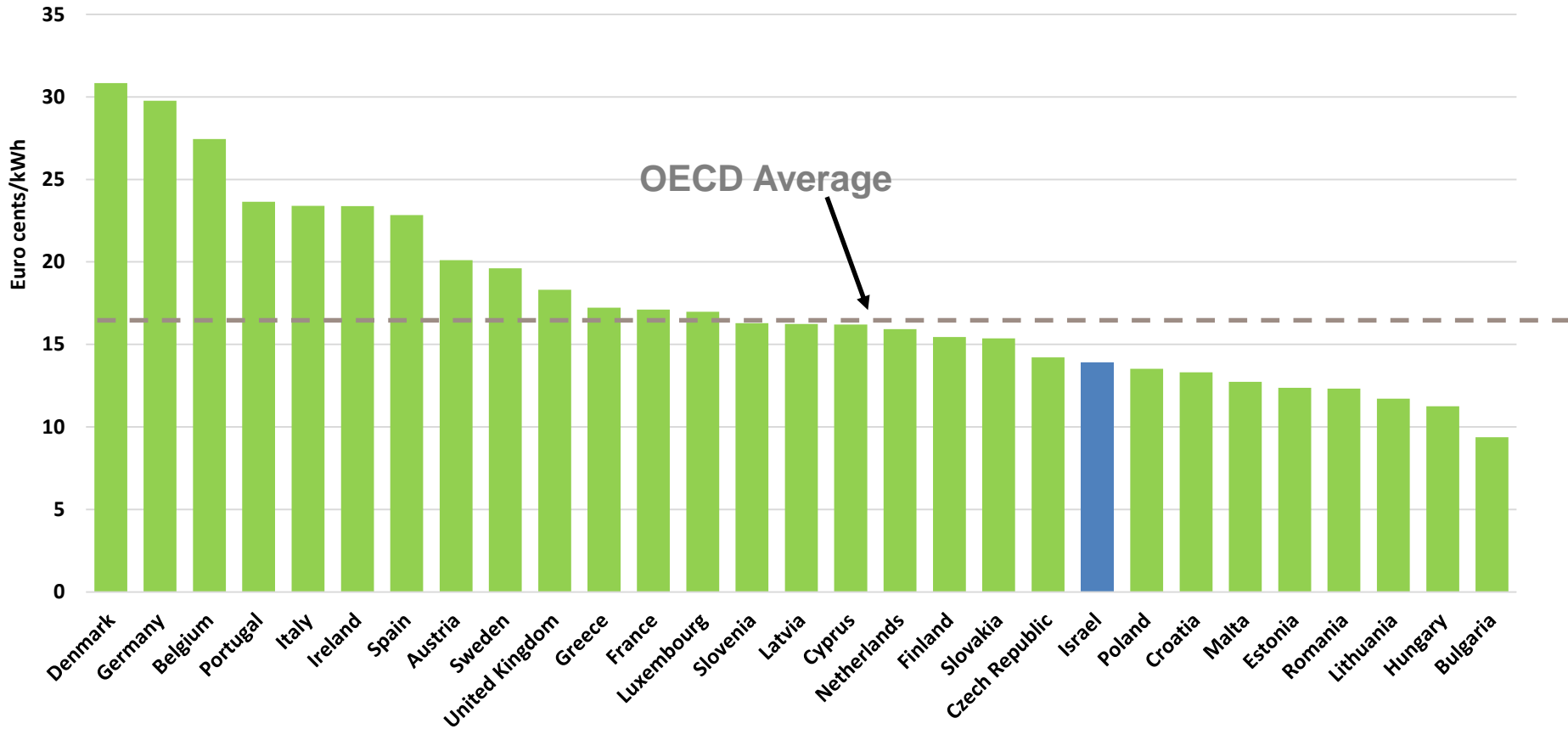
Electricity consumption per capita relative to GDP per capita Globally (in blue) compared to Israel's Electricity and GDP growth forecast (in red)



מקור: World Bank, OECD, CBS וניתוחי BDO

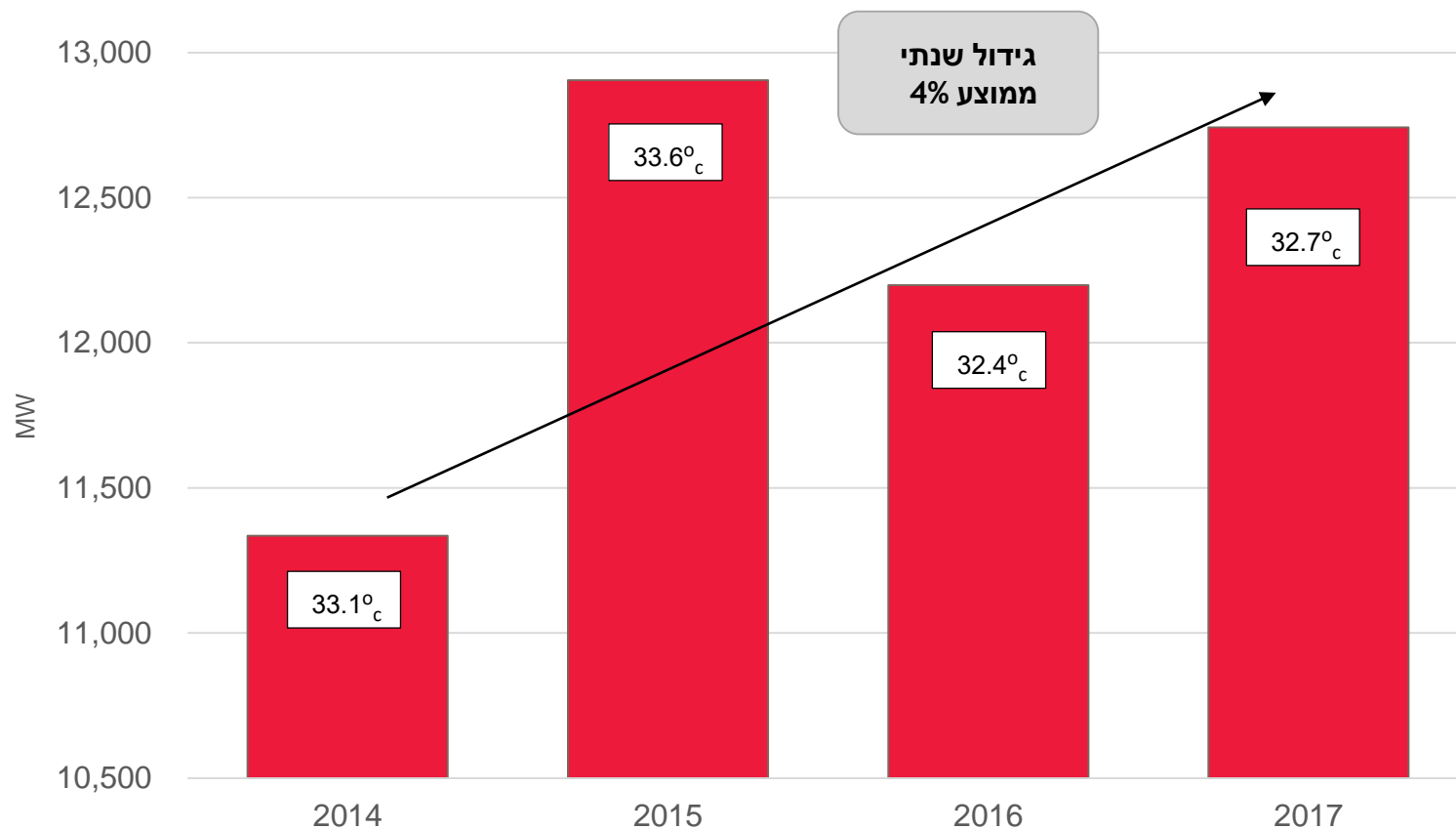
ביקוש לחשמל יגדל עם עליית התוצר

(EUROcents/kwh)



מחירי החשמל בישראל מהנמוכים במדינות המערב

התפתחות קצב הגידול בשיא הקיץ בביקוש לחשמל



סיכום התחזית הביקוש לחשמל של BDO

CAGR 2015-2030	2030	2025	2020	2015	ביקוש לחשמל במיליארדי קוט"ש
3.8%	30.7	24.9	20.6	17.6	ביתי
3.7%	30.4	25.0	20.7	17.6	מסחרי וציבורי
2.7%	21.3	18.6	16.4	14.3	תעשייה
2.2%	2.3	2.1	1.9	1.7	חקלאות
4.5%	7.8	6.4	5.1	4.0	מים והתפלה
-	3.6	1.9	0.7		רכבת ורכב חשמלי
3.8%	96.1	78.9	65.4	55.2	סה"כ ביקוש בישראל
1.9%	8.5	7.7	7.1	6.4	צריכה לנפש

הגידול בביקוש לחשמל לטווח הבינוני

שנה	תחזית צמיחת התוצר	גידול בביקוש לחשמל לפי מודל בנק ישראל (נגזר*)
2017	3.4% (בנק ישראל)	3.7%
2018	3.3% (בנק ישראל)	3.6%
2019	3.0% (משרד האוצר)	3.3%
2020	2.9% (משרד האוצר)	3.2%

בהתאם לתזוהי שהוצג על ידי בנק ישראל ברשות החשמל ב-10.07.17

לטווח הבינוני עד 2020: צפוי גידול של כ-3.2% עד 3.7% בביקוש לחשמל גם לפי תחזיות בנק ישראל וגם לפי תחזיות BDO

מקורות:

<http://www.boi.org.il/he/NewsAndPublications/PressReleases/Pages/forecast10-7-17.aspx>: תחזית הצמיחה של בנק ישראל לשנים 2017-2018

<http://mof.gov.il/ChiefEcon/Pages/DevelopmentAndIncomeForecast.aspx>: תחזית הצמיחה של משרד האוצר, המשמשת כבסיס לתקציב המדינה

http://mof.gov.il/budgetsite/statebudget/documents/budgetplanupdate_2018-2020b.pdf

3 בספטמבר 2017



בנק ישראל

דברי הנגידה בישיבת הממשלה בנושא תכנית רב שנתית לפיתוח תשתיות בישראל

- **הרמה של התשתיות בישראל** אינה מספקת, בפרט בתחום התחבורה הציבורית, ובעיקר במטרופולינים אך **גם במערכת הולכת החשמל**, ובתשתיות התקשורת. היקף ההשקעה השנתי נמוך בהשוואה בינ"ל, לכן אנחנו לא סוגרים את הפער ברמת התשתיות ביחס למדינות המפותחות, מה **שמעיב על הפריון ועל פוטנציאל הצמיחה של המשק**.
- יש להגדיר צרכים בראייה צופה פני עתיד בשיתוף פעולה הדוק עם המשרדים ולתכנן שנים, או למעשה עשורים, קדימה. אחד החסמים העיקריים הוא משך הזמן הארוך לתכנון פרויקטים.

נגידת בנק ישראל: רמת פיתוח מערכת הולכת החשמל מהווה חסם לצמיחה

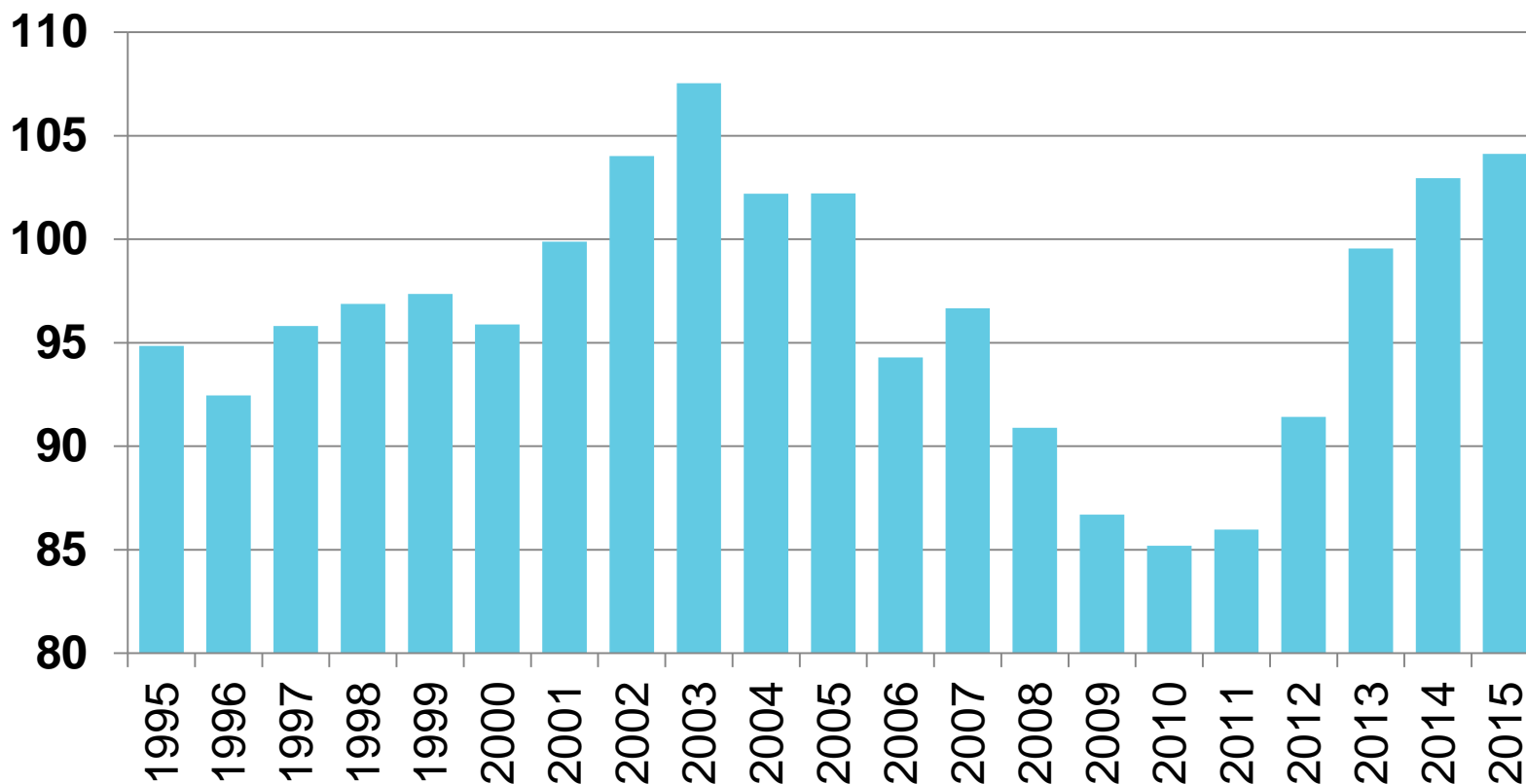
משק האנרגיה הישראלי בנקודת מפנה

2025	2016	2012	
25	9.5	2.6 (2011-4.3)	יצור גז מקומי (BCM)
\$70	\$45	\$115	מחיר נפט (\$ לחבית)
50%	28%	1%	% יצור חשמל פרטי
1,500 MW	575 MW	230 MW	כושר יצור קוגנרציה
50%	33%	25%	התפלה (% מצריכת המים)
✓	x	x	רכבת חשמלית
ירושלים ות"א	ירושלים	ירושלים	רכבת קלה
✓	x	x	רכב חשמלי
✓(מאות)	30	0	צרכני חלוקת גז

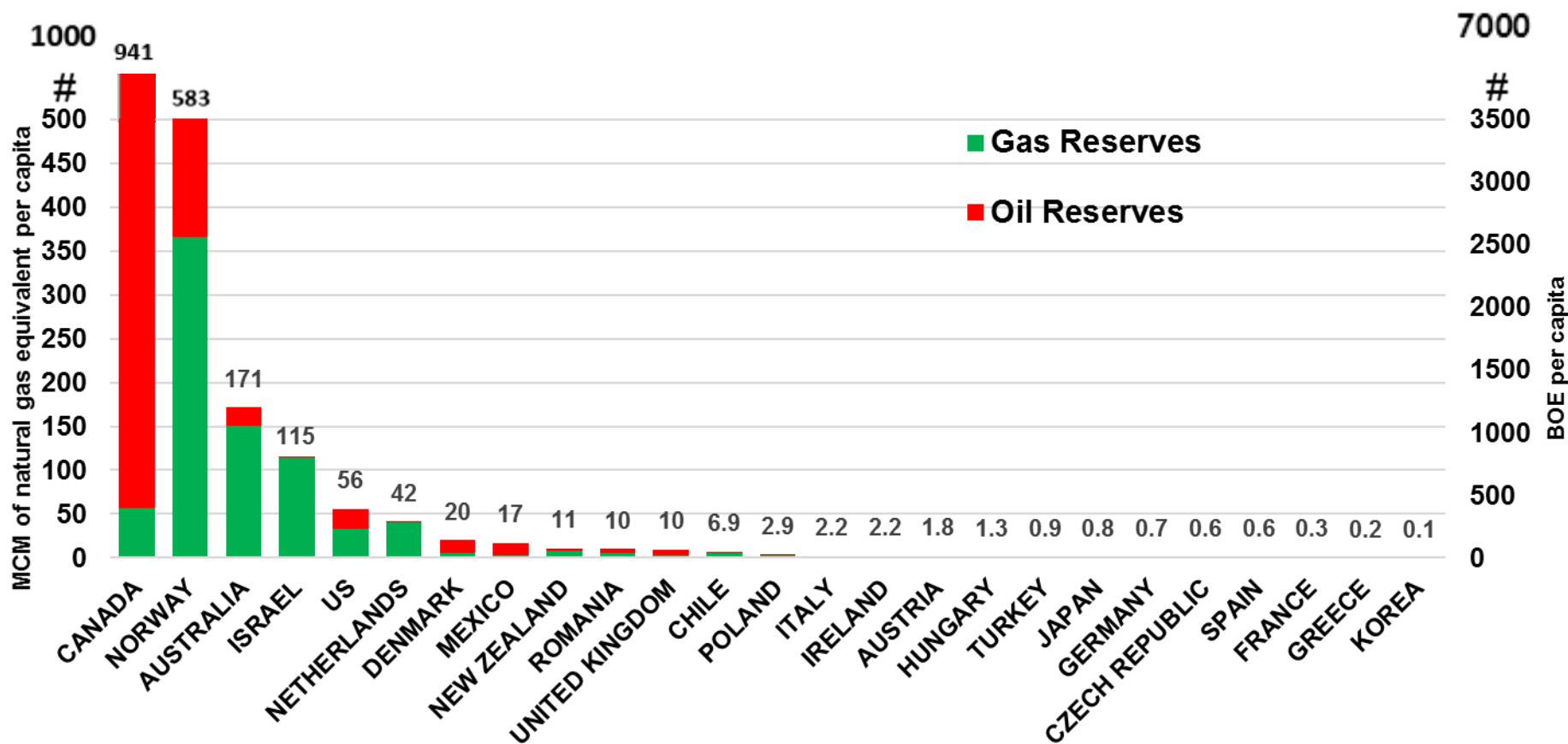
ישראל בפיתחה של מהפכת אנרגיה –
 ניתוח סטטיסטי על פי נתוני העבר בלבד אינו רלבנטי

עתירות חשמל בתעשייה

מדד ביקוש לחשמל בתעשייה (כולל צריכה מחח"י, יצור עצמי ויח"פים) ביחס לייצור התעשייתי

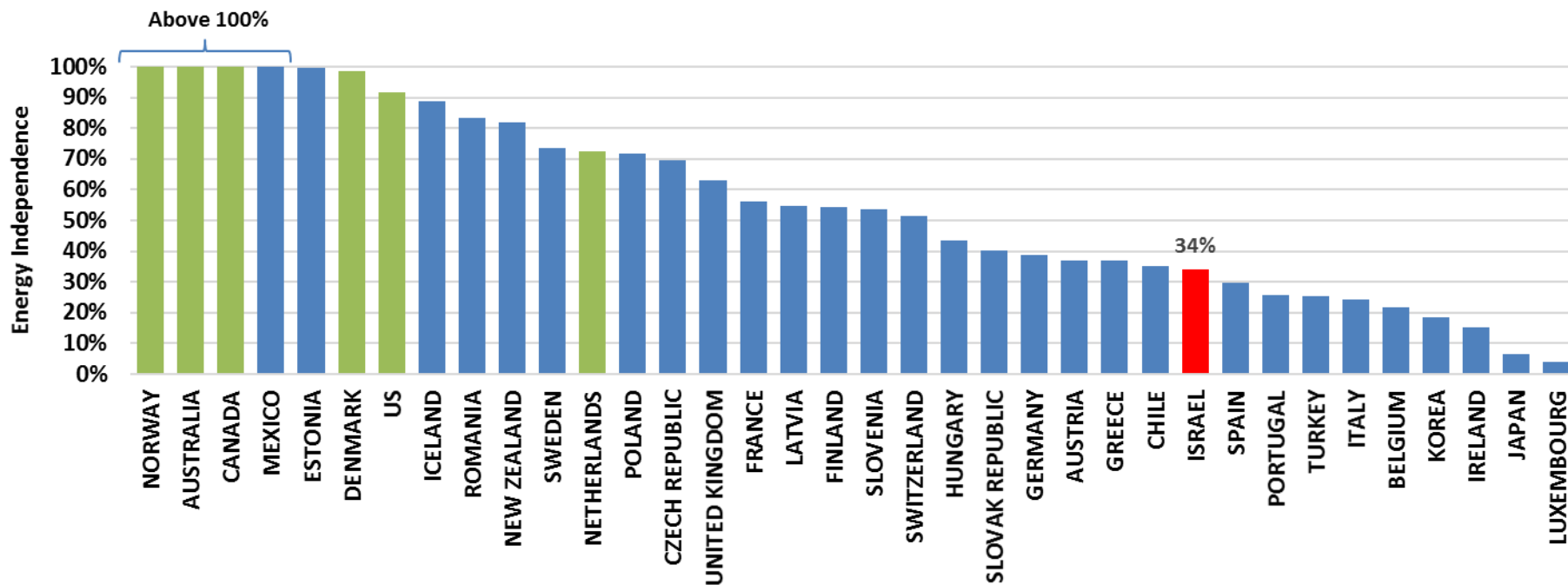


כניסת הגז הטבעי הביאה חזרה לגידול בעתירות החשמל בתעשייה



מקור: BDO וניתוחי NSAI, CIA Factbook, BP Statistical Review of World Energy

ישראל מדורגת במקום 4 במונחי רזרבות גז ונפט לנפש

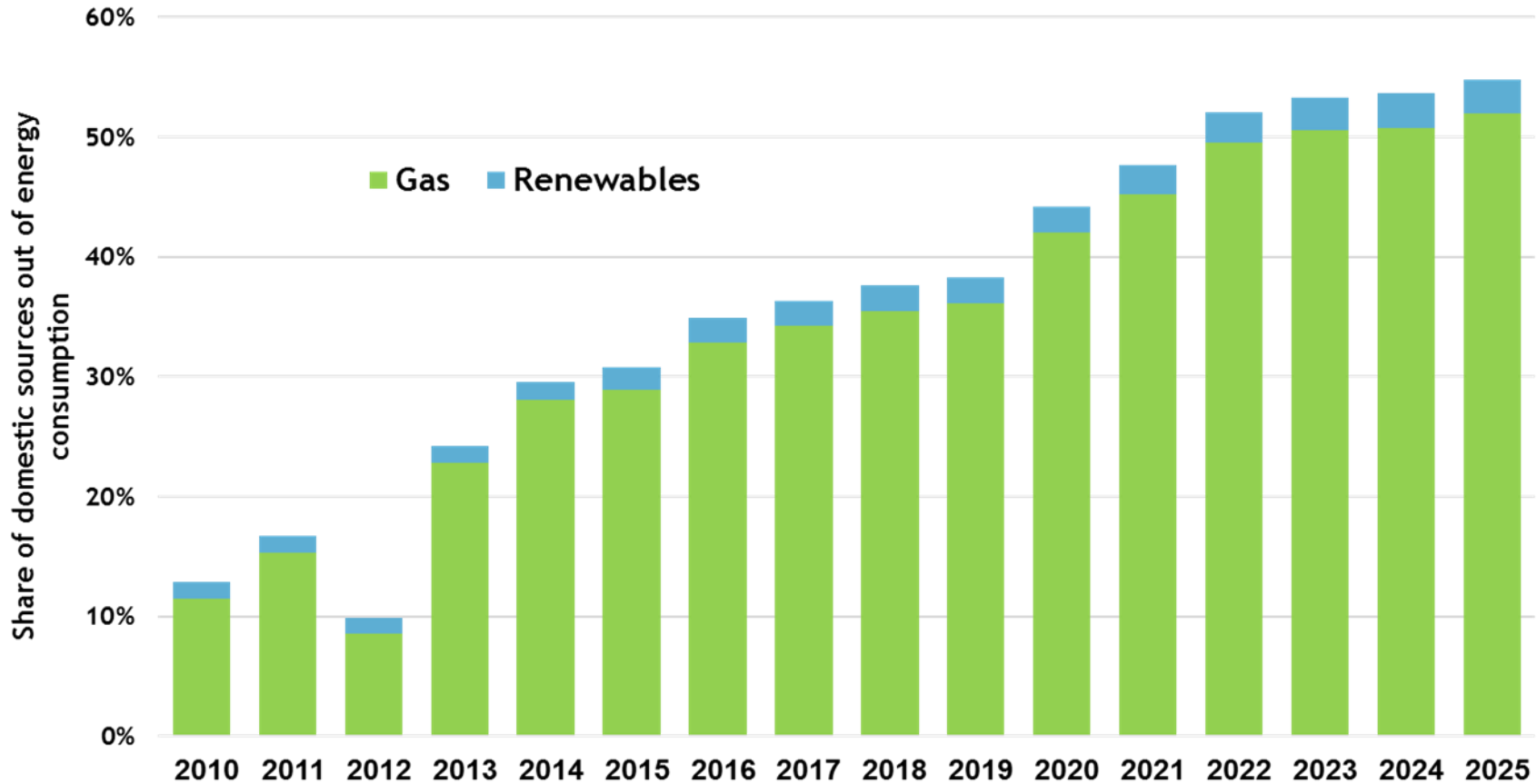


* Energy independence = Annual domestic energy production divided by annual energy consumption

מקור: OECD וניתוחי BDO

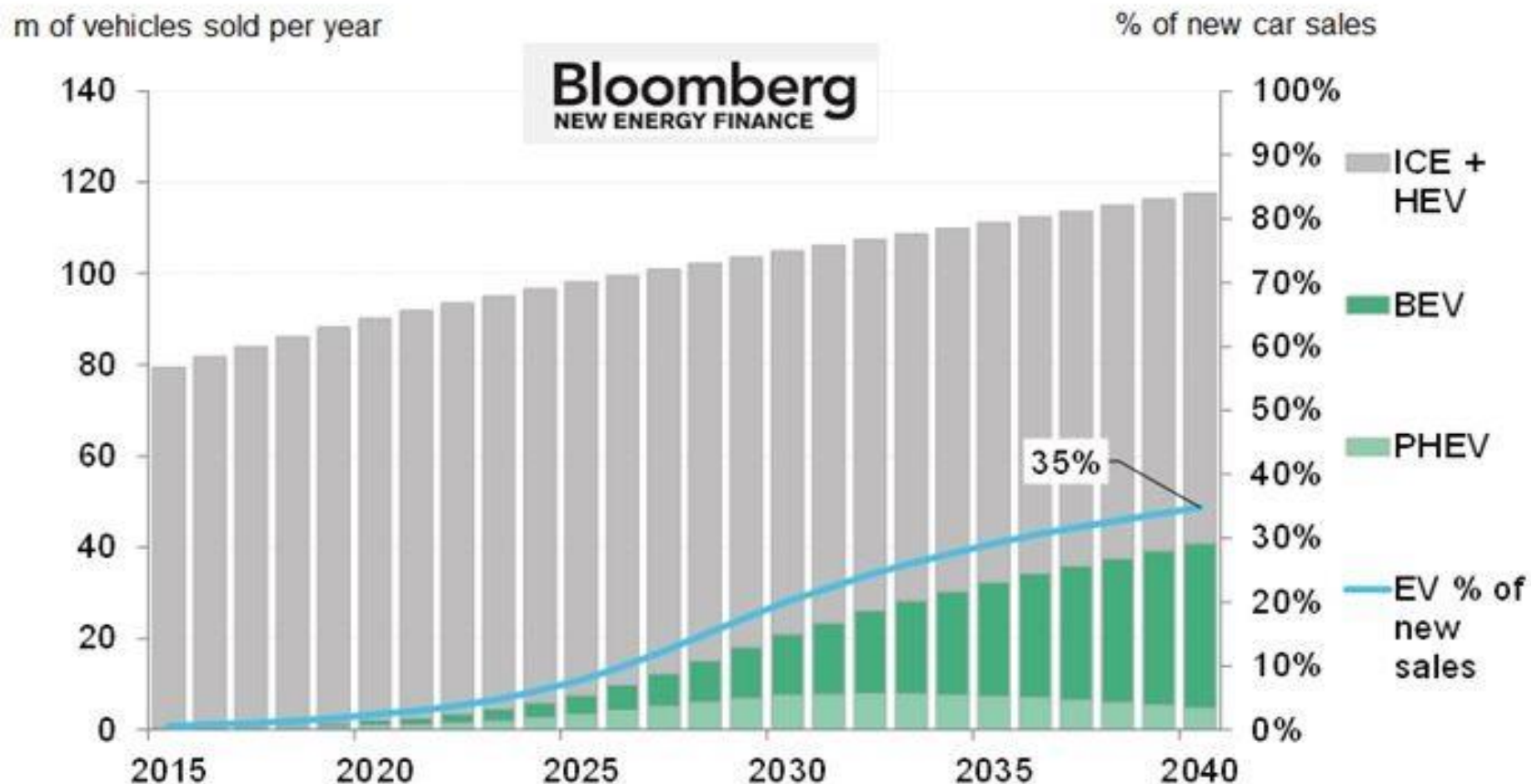
המדינות בעלות הרזרבות הגדולות של גז ונפט נהנות מעצמאות אנרגטית גבוהה. ישראל עדיין לא שם.

תחזית שיעור היצור מקומי מצריכת האנרגיה בישראל



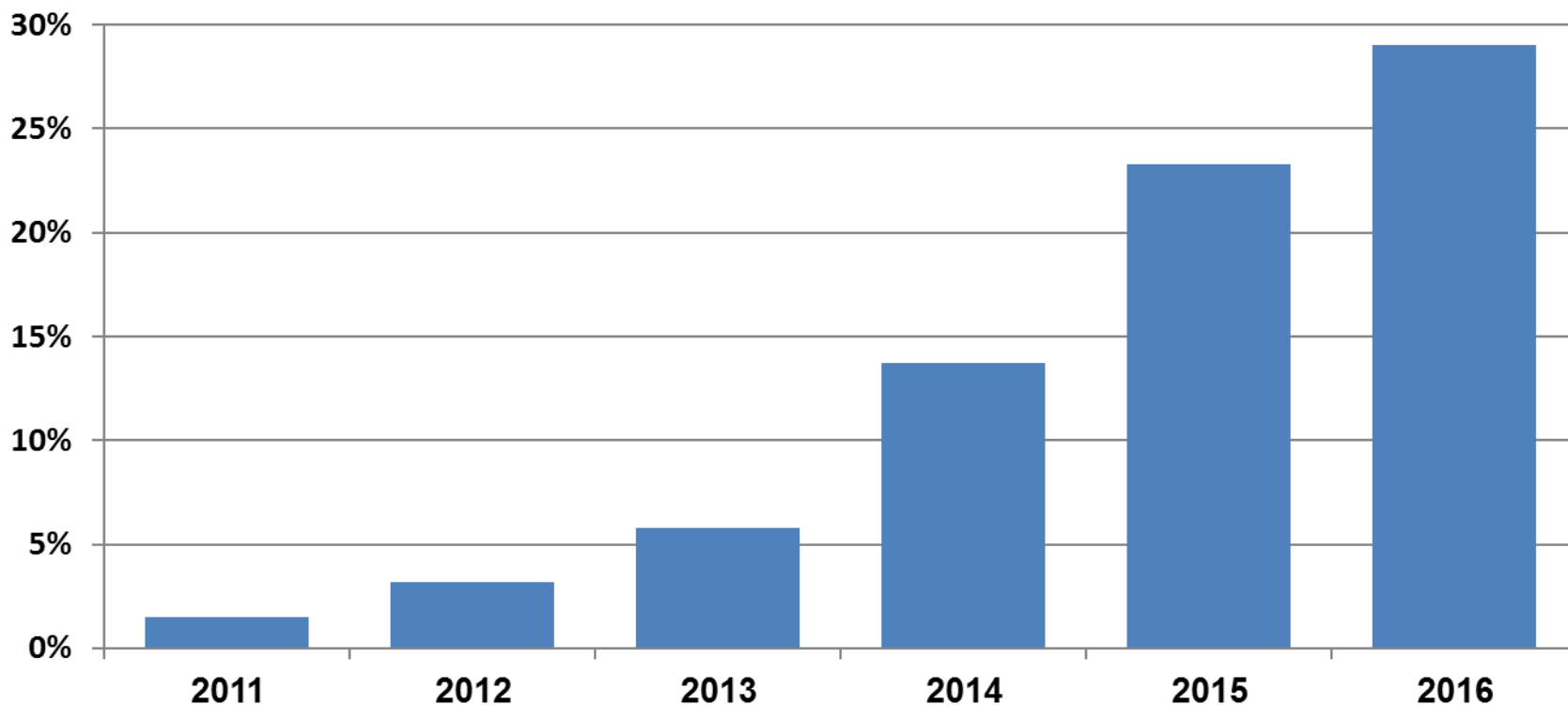
מקור: הלמ"ס וניתוחי BDO

גם בשנת 2025 רק 50% מהצריכה היא מיצור מקומי



הכפלת צריכת החשמל של משק בית העובר לרכב חשמלי (2 רכבים)

נתח השוק של רכבים חשמליים בנורווגיה



מקור: Norwegian Road Federation

נורווגיה מובילה עולמית בחדירת רכב חשמלי בזכות מדיניות תומכת

משרד האנרגיה

June 27 at 5:51pm · 🌐

שאל מרידור, מנכ"ל משרד האנרגיה, בוועידה ה-3 לאנרגיה וכלכלה:

"אנחנו רוצים להיות משק שמבוסס על גז טבעי, שבו הפחם הוא לביטחון אנרגטי בלבד. משק שבו התחבורה פועלת על גז טבעי ותחבורה חשמלית מבוססת על חשמל המיוצר מגז טבעי, והמצב הזה בהחלט יכול להיות כלכלי. גם התעשייה תפתח כמבוססת גז טבעי ובתים פרטיים ישתמשו בגז טבעי לחימום, לקירור ולבישול. בשבילנו זה לא חלום, זו תכנית העבודה. זו המהפכה - והיא תתרחש".

מרידור התייחס לרפורמה בחשמל וציין כי ברור שהרפורמה לא תהייה קלה - לכל הצדדים. אבל במקום שנכון שתהיה בו תחרות - סופו שתהיה בו תחרות, והמשק כולו ירוויח מכך. תפקיד הממשלה להחליט מה נכון לעשות ואז לדבר עם העובדים, ולא להיפך.

"אנחנו פועלים להחזיר את האמון לתעשייה ולחבר יותר מפעלים לגז טבעי. השנה נחבר פי 2 מפעלים ממספר המפעלים שחיברנו בשנה שעברה ונעזור לרשת הגז הטבעי להיות יותר נגישה לכל מפעל ולכל מאפיייה שרוצים להתחבר לגז טבעי", אמר מרידור.

תחזית הביקוש לחשמל של רכבים חשמליים

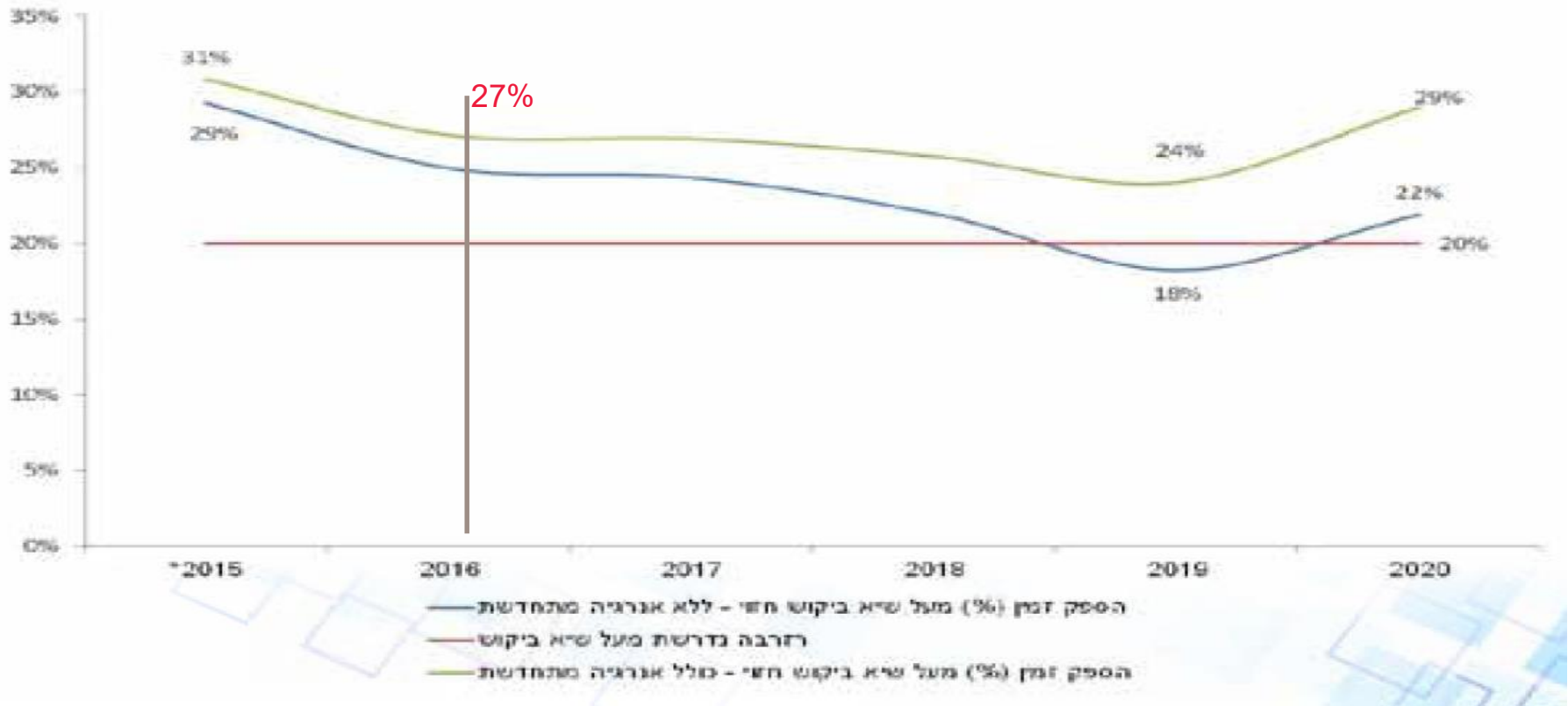
תחזית צריכת החשמל של כלי רכב חשמליים בשנת 2030

תרחיש מימוש מדיניות הממשלה*	תרחיש נמוך – תרחיש בסיס בתחזית BDO	
1,110	515	מצבת כלי רכב חשמליים (באלפים)
20%	10%	שיעור החדירה מסך מצבת כלי הרכב (עד 4 טון) בישראל
30%	15%	שיעור כלי רכב חשמליים מסך הנסועה של כלי רכב (עד 4 טון) בישראל
5,000	2,530	צריכת חשמל כלי רכב חשמליים (מיליוני קוט"ש)

* תרחיש זה מהווה רק מימוש של כ-50% מהחלטת הממשלה להפחתת התלות הישראלית בנפט בתחבורה, מימוש מלא של התכנית יביא לצריכת חשמל של כ-10,000 מיליון קוט"ש בשנת 2030

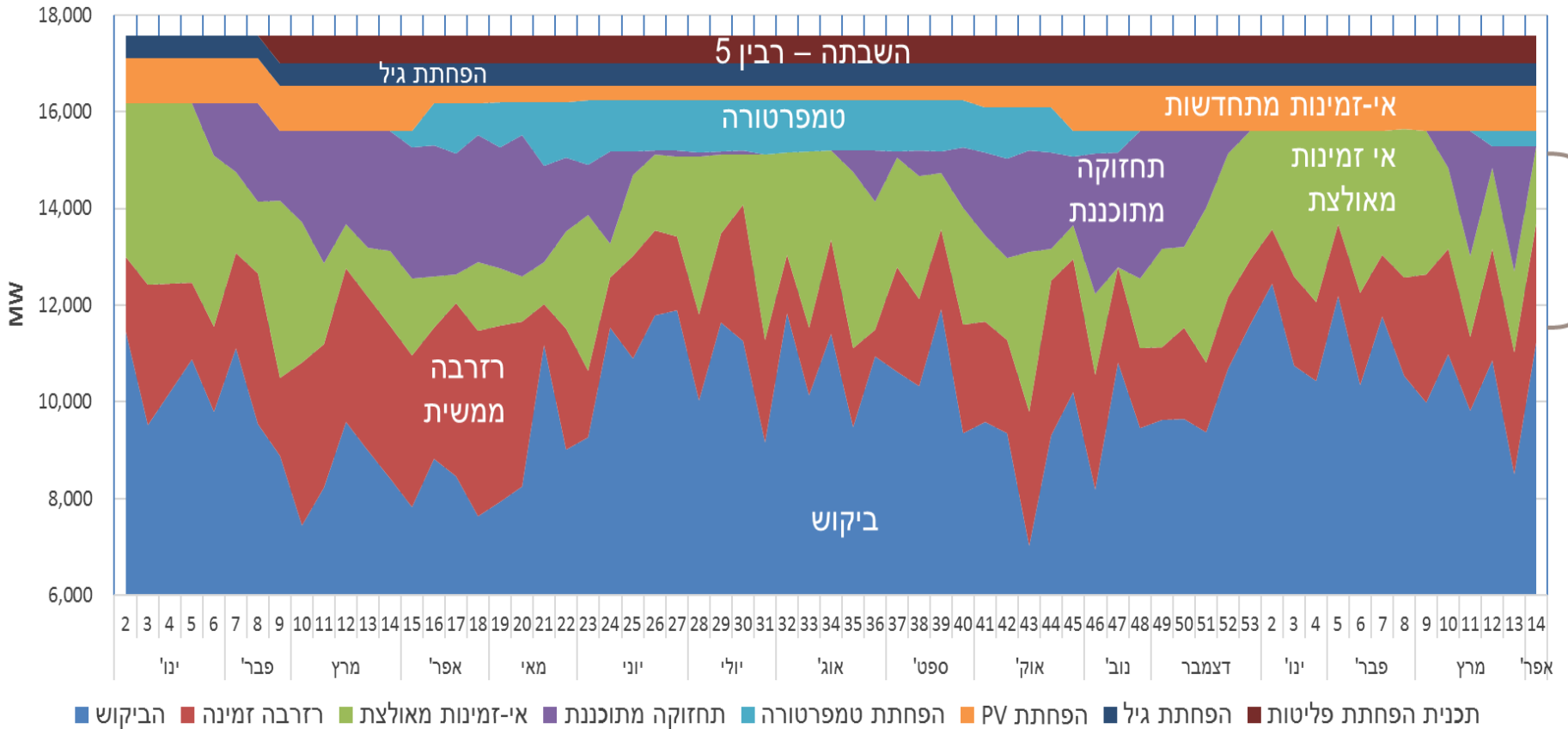
הרזרבה המותקנת בישראל - על פי רשות החשמל

יחס הספק מותקן – שיאי ביקוש חזויים (רשות החשמל)



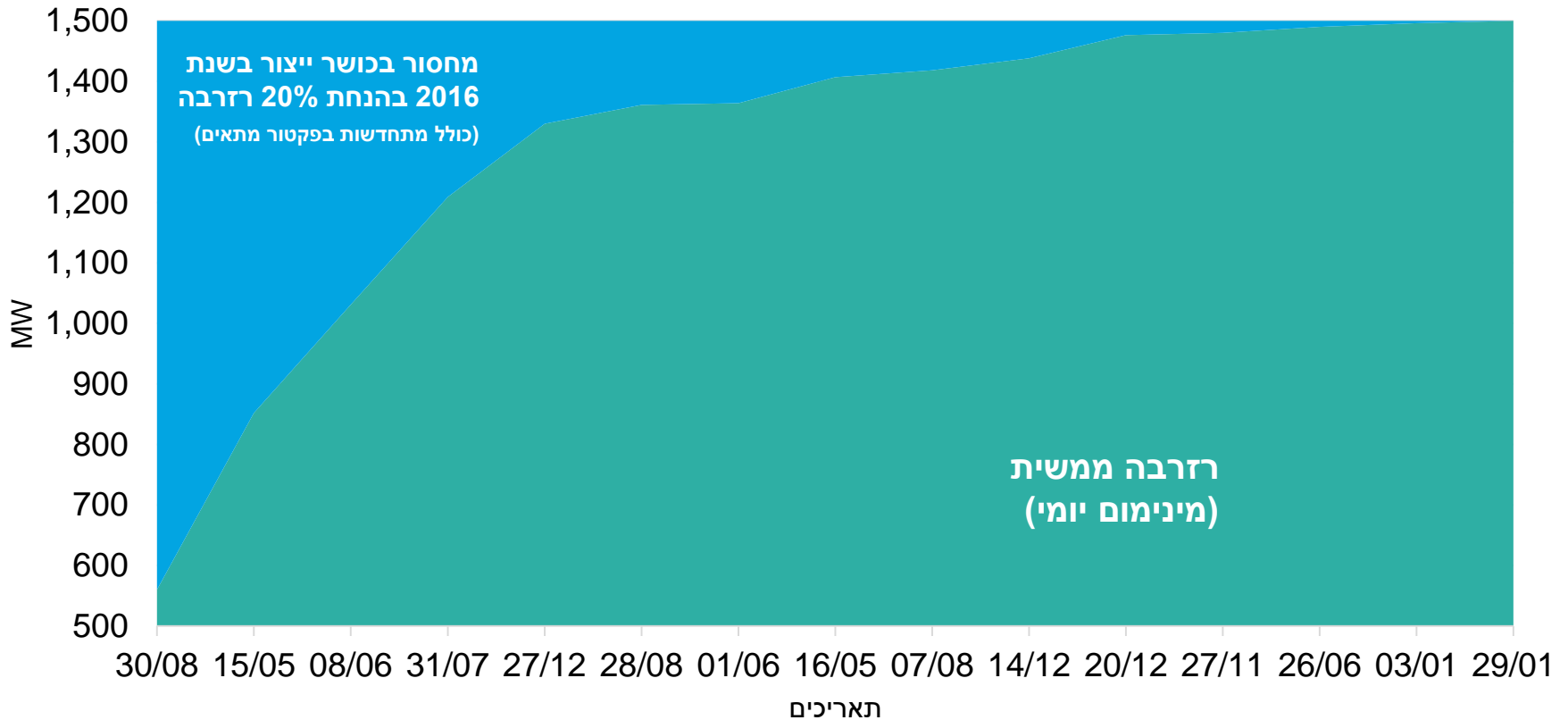
על פי דו"ח רשות החשמל - קיים עודף רזרבה שצפוי להמשך לאורך זמן בהתאם לממצאי עבודה זו, עודף הרזרבה הינו זמני בלבד

מצב מערכת הייצור בשנים 17-2016



מקור: ניתוח BDO, לפי נתוני חברת חשמל

ימי מחסור בכושר יצור אילו הרזרבה בשנת 2016 היתה 20%

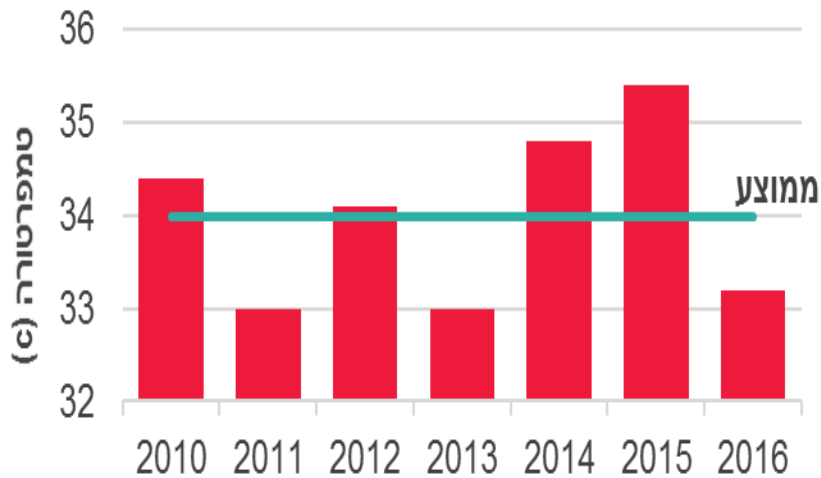


מקור: ניתוחי BDO, לפי נתוני חברת חשמל

בהנחת רזרבה של 20% מעל שיא הביקוש (כולל מתחדשות בפקטור מתאים), בשנת 2016 היו 15 ימים של מחסור בכושר ייצור

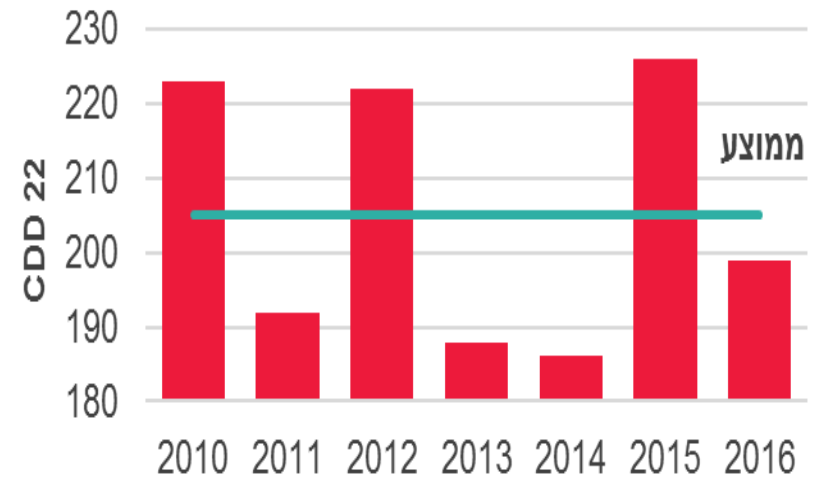
עומס החום בשנת 2016 מתון ביחס לממוצע רב-שנתי

הטמפרטורה ביום שיא הביקוש



מקור: ניתוחי BDO, לפי נתוני השירות המטאורולוגי

ימי מעלות קירור בחודש אוגוסט



מקור: ניתוחי BDO, לפי נתוני www.degreedays.net

קיץ 2016 פחות חם מהממוצע

רזרבה נדרשת כדי להתמודד גם עם מצבי מזג אוויר קיצוני

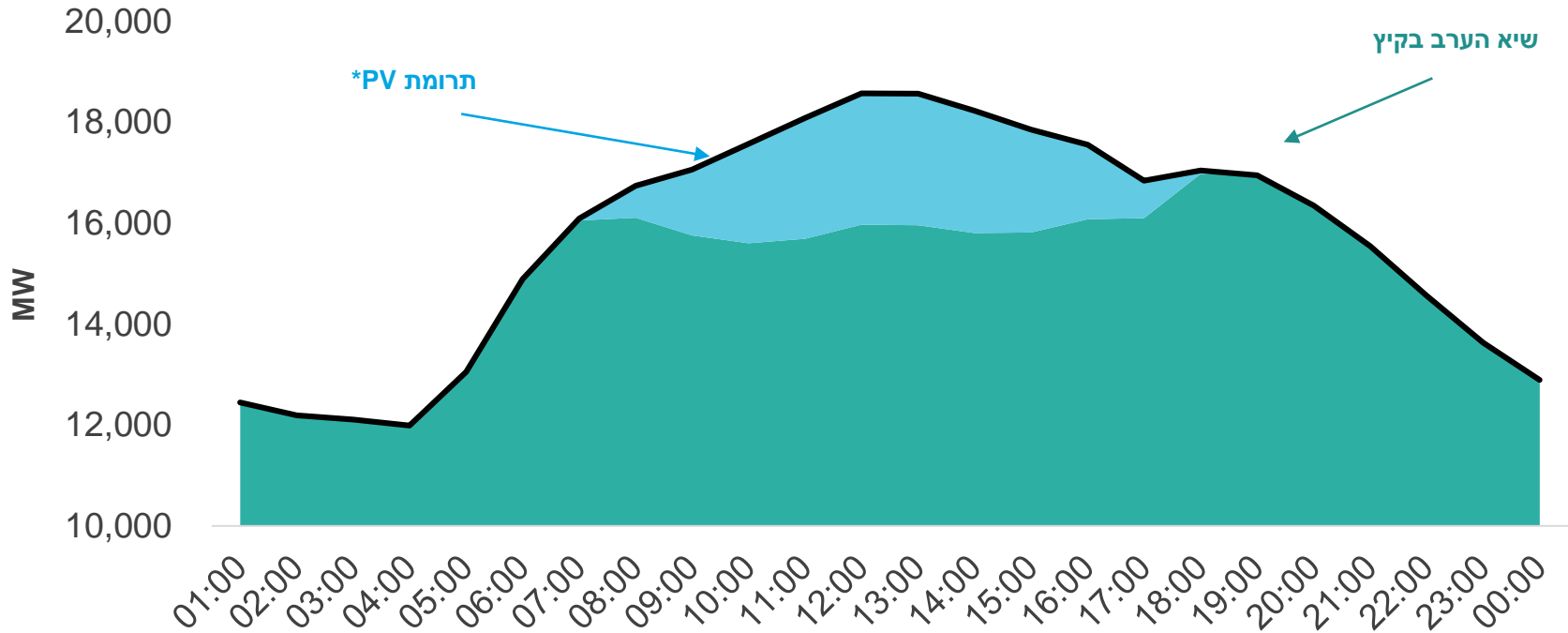
רזרבה נדרשת במשק בשנת 2027 - השוואה למדיניות רשות החשמל

*BDO	רשות החשמל	
6%	6%	אי זמינות PV (ערב) הפחתת טמפרטורה (קיץ)
3%	-	הפחתת גיל
10%	7%	אי זמינות מאולצת
3%	5%	אי ודאות בביקוש
3%		אי ודאות תנאי אקלים
25%	20%	רזרבה מותקנת כולל PV
19%	**14%	רזרבה מותקנת ללא PV

* פירוק רכיבי הרזרבה הנדרשת התקבל כתוצאה של מודל ה-LOLE
 ** נגזר - רזרבה מותקנת של 20% פחות 6% אי זמינות מתחדשות בשיא חורף

המדיניות הקיימת מתבססת על נתוני אי-זמינות נורמטיביים, הנמוכים באופן משמעותי משיעורי אי-הזמינות בפועל. בנוסף, לא נלקחה בחשבון ירידת כושר הייצור בשל התיישנות התחנות

עקום העומס ביום שיא הביקוש בקיץ (2027) וזמינות PV

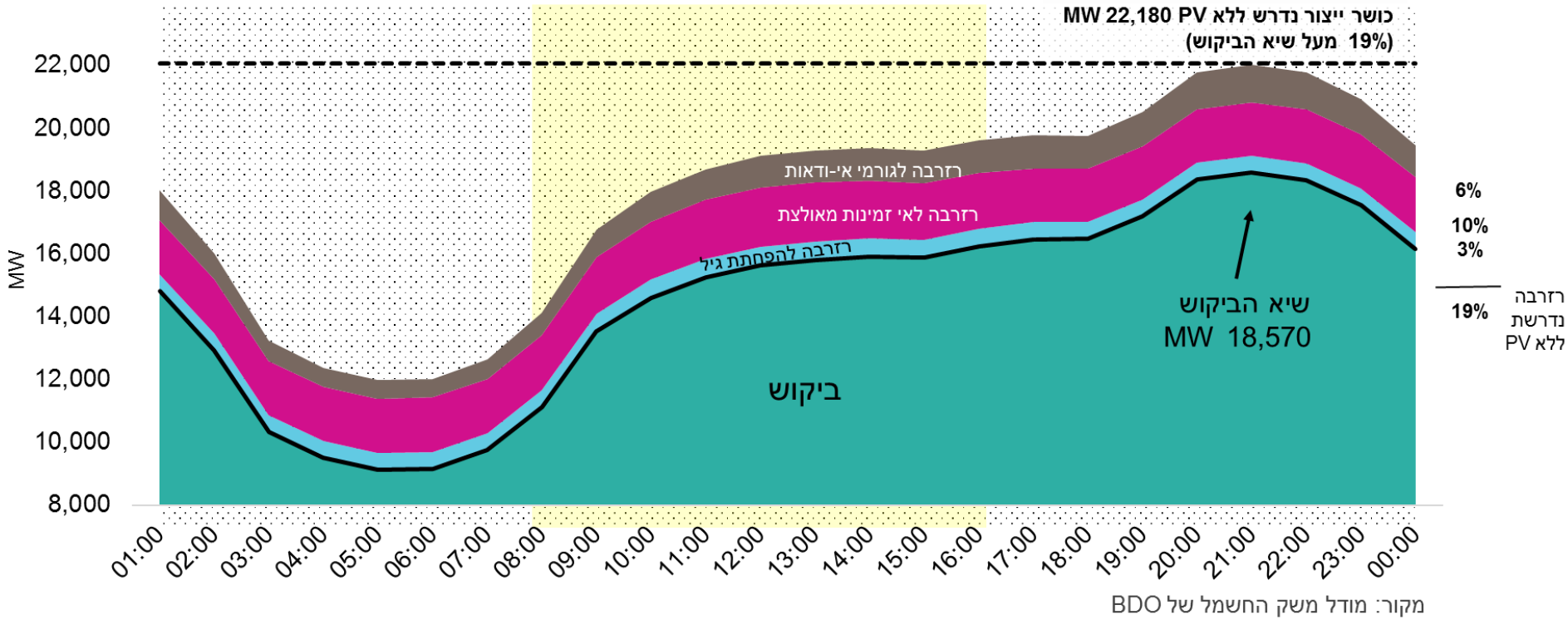


* בהנחה שבשנת 2027 כושר הייצור ב-PV יעמוד על 4,400 MW

מקור: מודל משק החשמל של BDO

**כניסת מתחדשות יביאו לכך שצוואר הבקבוק של המערכת עובר לשעות הלילה.
השיא הרלוונטי הופך להיות שיא חורף**

רזרבה מותקנת נדרשת בשיא חורף (2027)



בשנת 2027 צוואר הבקבוק הוא שיא הביקוש בחורף – PV אינו תורם לרזרבה נדרשת רזרבה של 19% ללא PV על מנת להבטיח אספקת החשמל ביום השיא

תחזית הביקוש והיצע החשמל - סיכום

שיעור שינוי ממוצע שנתי	2027	2017	
3.3%	18,570	12,750	שיא הביקוש (MW)
2.8%	22,180	16,890	כושר יצור נדרש ללא PV* (MW)
	19%	25%	שיעור רזרבה ללא PV (%)

* תחת ההנחה כי בשנת 2027 כושר הייצור המותקן בטכנולוגיית PV יעמוד על 4,400 MW. התחזית אינה רגישה לגידול ב-PV שכן צוואר הבקבוק במערכת עובר לשעות הלילה, שבהם אין תרומת PV ליכולת הייצור.

סך תוספת כושר הייצור הנדרשת ללא PV היא 5,300 MW, מתוכם 800 MW יסופקו באגירה שאובה, 130 בטכנולוגיות מתחדשות שאינן PV (עם מקדמי קיבולת מתאימים) ו-4,360 MW נותרים בגז טבעי.

תוספת כושר ייצור נדרשת בגז לשנת 2027, ב-MW

בתוואי של גידול שנתי ממוצע של 3.3% בשיא הביקוש לחשמל

רישיונות להחלפת גריטות		+	תוספת רישיונות נדרשת	תוספת היצע ¹ רישיונות קיימים		
3	1,440	+	1,200	430	1,630	מחז"מ
			300	500	800	קוגנרציה ומיקרו-גנרציה ²
4	1,390	+	1,410	520	1,930	פיקר
	2,830	+	2,910	1,450	4,360	סה"כ

1. תחת ההנחה שיבנו מתקני אגירה שאובה בהספק כולל של 800 MW, והיקף יכולת הייצור באנרגיות מתחדשות יעמוד בשנת 2027 על 4,730 MW.
2. כושר ייצור קוגנרציה ומיקרו-גנרציה מתבסס על הערכת פרויקטים מתוכננים.
3. החלפת תחנות רבין 1-4.
4. החלפת תחנות חיפה ג' יחידות 3-4, רידינג ד' יחידות 3-4, אשכול ג' יחידות 6-7 וצפית יחידות 1-2.

תודה רבה