

## אנרגיה בישראל – ערן חדד

**משק האנרגיה בישראל** הוא תאור של נושא האנרגיה בישראל כולל יבוא, זיקוק, שיווק וצריכה של מקורות אנרגיה בישראל. רוב האנרגיה שבה ישראל משתמשת היא ממקורות לא מתחדשים, כמו פחם, נפט גולמי, תוצרי נפט וגז טבעי. אחוז זעיר ממנה מקורו באנרגיה מתחדשת.

### מקורות אנרגיה

נהוג למיין את מקורות האנרגיה בעולם לשתי קבוצות עיקריות:

1. מקורות מתכלים ומזהמים - פחם, נפט וגז (הנקראים "דלקים פוסיליים / אורגניים" משרידי צמחים ומאובנים), אורניום.
2. מקורות אנרגיה מתחדשים (לא מתכלים) ולא מזהמים - שמש, מים, רוח ("אנרגיה ירוקה" - ידידותית לסביבה).

### **מקורות האנרגיה שבשימוש כיום בישראל**

1. נפט - בשנות ה 50 התגלה שדה נפט קטן באזור חלץ בצפון הנגב. ישראל מייבאת את רוב תצרוכת הנפט שלה ממצרים, מונצואלה, ממדינות ברה"מ לשעבר. לא ניתן להשתמש בנפט גולמי להפקת חשמל, ולכן יש לזקקו ולקבל מזוט לייצור חשמל.

2. פחם - ישראל מייבאת פחם מארה"ב, מדרום אפריקה, מאוסטרליה, מפולין. 70% מהחשמל בישראל מיוצר משריפת פחם בתחנות כוח בחדרה ובאשקלון. בים, בסמוך לתחנות הכוח, הוקמו מתקנים מיוחדים לפריקת הפחם מאוניות ולהסעתו אל החוף.

3. גז טבעי - מאגרי גז גדולים התגלו לאחרונה מול חופי אשקלון ויש מאגרים קטנים של גז טבעי בדרום מדבר יהודה וליד דרום ים המלח (אזור זוהר). כמו כן מתוכנן לייבא גז ממצרים באמצעות צינור. בעתיד יש כוונה להקים תחנות כוח שיופעלו ע"י גז ולהפחית את השימוש בפחם ובמזוט. יתרונות השימוש בגז:

א. ידידותי יותר לסביבה (מזהם פחות מנפט או פחם).

ב. המחיר של גז נמוך יותר.

ג. תחנות כוח המופעלות בגז טבעי פשוטות, זולות יותר ותופסות פחות שטח.

4. פצלי שמן - הכוונה לסלעי גיר וחרסית הספוגים בסוג של שמן אדמה הדומה בהרכבו הכימי לנפט גולמי. נמצאים בצפון הנגב ובאזור עין בוקק ליד ים המלח. כיום הפקת הנפט המצוי בפצלי שמן אינה כדאית מבחינה כלכלית, מכיוון שכמות האנרגיה שאפשר להפיק מהם מעטה יחסית. בעיה נוספת היא שכריית פצלי השמן עלולה לפגוע בנוף הטבעי.

בישראל לא מפיקים אנרגיה מאורניום (אנרגיה גרעינית) ולא ממים (אנרגיה הידרואלקטרית). נכון להיום אין תחנת כוח גרעינית בשל בעיות סביבתיות (סכנת דליפת קרינה רדיואקטיבית בעת תקלה או פיצוץ) ועלות הקמתה היקרה, אך בעתיד ניתן יהיה להקימה בנגב.

סך היבוא וההפקה המקומית של אנרגיה עמדו בשנת 2006 על כ- 25.06 מיליוני שווה ערך טונה נפט, שהם כ- $1.04 \times 10^{18}$  ג'אול. כמות ראשונית זו מועברת לרשות הפלסטינית (13%), משמשת להפקת תוצרי דלק (43%), לשם להפקת חשמל (40%) ולחימום מים (3%).

שימו לב שאין מדובר בטביעת הרגל האנרגטית של ישראל, כלומר בסך כל האנרגיה שאזרחי המדינה צורכים בשנה. אלא רק ביבוא הישיר - לא כולל את אנרגיה שהושקעה ביבוא של מוצרים (כמו מזון, מוצרי אלקטרוניקה, ריהוט וכו') ושירותים שאזרחי המדינה צרכו בשנה. כדי לחשב את טביעת הרגל האנרגטית יש צורך להוסיף יבוא זה, ומצד שני להוריד את כמות האנרגיה שצרכו תעשיות על מוצרים ושירותים שיועדו לייצוא.

### צריכת אנרגיה בישראל- צריכת החשמל

בשנת 1996 צריכת החשמל השנתית עמדה על 28,588 מיליוני קווט"ש, ובשנת 2006 היא עמדה כבר על 46,175 מיליוני קווט"ש בשנת 2006, אותם 46,175 מיליוני קווט"ש התפלגו כך: 14,313 (31%) לצריכה ביתית, 13,785 (29.9%) צריכה מסחרית ציבורית, 1,755 (3.8%) עבור ישובים חקלאיים, 10,387 (22.5%) תעשייתית, 2,838 (6.1%) לשאיבת מים, 3,097 (6.7%) העברות לרשות הפלסטינית ולמזרח ירושלים.

בהשוואה לשנת 1996 הצריכה הכוללת עלתה ב-60% הצריכה המסחרית ציבורית עלתה ב-100%, הצריכה הפרטית ב-60%, והצריכה התעשייתית ב-30%

מבחינת חודשים: שיא הצריכה הכללי מתרחש בחודש אוגוסט עם 4,539.5 מיליוני קווט"ש, לעומת 4,020.9 באפריל.

### צריכת האנרגיה בתחבורה

על פי נתוני הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, אספקת הבנזין והסולר לתחבורה בישראל בשנת 2005 עמדה על כ-2.76 מיליון ליטר בנזין ו-2.59 מיליון ליטר סולר. מכאן שבסך הכול תושבי מדינת ישראל צרכו בשנת 2005 כ-5.35 מיליארד ליטרים של דלק לתחבורה, או 770 ליטר דלק לאדם.

סה"כ תוצרי נפט שזוקקו בישראל בשנת 2006, היו בנפח של 11.62 מיליארד ליטר. התחבורה צרכה כ-46% מצריכת תוצרי הדלק. אלו כאמור צורכים 43% מצריכת האנרגיה הישירה הראשונית של ישראל, ולכן נגיע לכך שתחבורה בארץ צורכת כ-19% מהצריכה האנרגטית הישירה.

רוב המכריע של כלי הרכב בישראל הן מכוניות הפרטיות (1,779,000 נכון לשנת 2007). בנוסף נעים בישראל גם 95,000 אופנועים, 358,000 משאיות, 28,900 אוטובוסים ואוטובוסים זעירים, 18,300 מוניות ועוד 3,800 כלי רכב ממונעים מיוחדים.

רמת המינוע (כלי רכב לכל אלף תושבים) בישראל נכון לשנת 2007 הייתה כ-315, רמה זו נמצאת בעליה מתמדת, כך בשנת 2006 רמת המינוע הייתה רק 306. מתוך 315 כלי הרכב, היו 246 כלי רכב פרטיים. לשם השוואה בארצות הברית יש כ-800 מכוניות לאלף תושבים (כלומר רמת המינוע בישראל עומדת על כ-40% ביחס לארצות הברית).

## מגמות ביבוא ובצריכת האנרגיה

יש עליה בסך האנרגיה שבה משתמשים על פני שנים, הן באופן כללי והן במונחים של אנרגיה לנפש. מלבד זאת ניתן לראות מגמה של עליה בבזבוז האנרגיה. בשנות ה-1970 69%-70 מהאנרגיה שיובאה נצרכה על ידי הצרכן הסופי, יחס זה ירד בשנות ה-90 והמשיך לרדת גם בשנים הבאות, כבשנת 2006 הוא עמד על 61%-63.

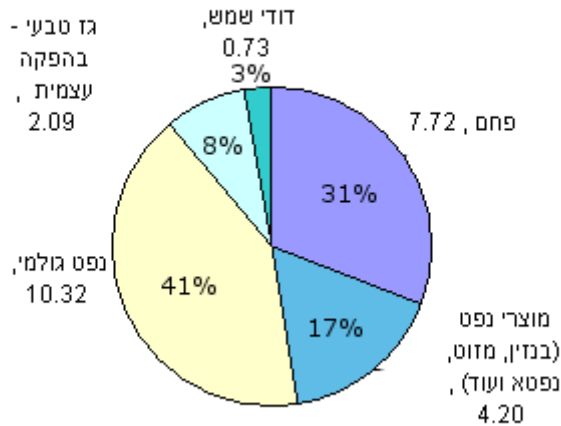
נכון לשנת 2003, צריכת האנרגיה הכללית השנתית עמדה על 1,467,986 שווה ערך טונה נפט (שעט"ן). מתוך כלל הענפים יש כמה ענפים בעלי צריכת אנרגיה גבוהה, במיוחד תעשיית הכימיקלים שצורכת כ-שליש מהדלק הנצרך בישראל, הרבה מעל צריכת הדלק הביתית. הנתונים בשעט"ן בשנה (וכנראה לא כוללים צריכה של פחם לחשמל):

- תעשיית כימיקלים ומוצרים כימיים - 519,188 (בעיקר מזוט ונפטא).
- כריה וחציבה - 362,117 (בעיקר מזוט).
- משקי הבית - 157,987 (בעיקר קרוסין, כלומר דלק מכוניות וסולר הסקה)
- זיקוק נפט ומוצרים ודלק גרעיני - 76,226 .
- תעשיית מוצרי מזון, משקאות וטבק - 64,173 .
- תעשיית נייר ומוצרים - 62,469
- תעשיית מוצרים מינרליים אל-מתכתיים - 50,877 שעט"ן.
- מכירה, אחזקה ותיקון של כלי רכב מנועיים ואופניים ומסחר סיטוני - 26,971
- תעשיית טקסטיל, מוצרי הלבשה, נעליים, עור ומוצרים 19,489
- שירותי בריאות 18,535
- חקלאות 16,640.
- בניה ועבודות הנדסה אזרחית 14,0 יבוא והפקת אנרגיה ראשונית

### צריכת החשמל במגזר הביתי והתעשייתי עולה בהתמדה ממספר סיבות:

1. גידול באוכלוסייה - בשל גלי העליה בשנות 90 – 80 והריבוי הטבעי.
2. עליה ברמת החיים של התושבים - רכישה רבה יותר של מוצרי חשמל, מזגנים, מחשבים וכו'.
3. צמיחה תעשייתית - יותר מפעלים ומכונות תעשייתיות, פסי ייצור.
4. נוחות השימוש בחשמל - החשמל נקי ולא מפיק ריחות וזיהום.

**התפלגות יבוא והפקת אנרגיה בישראל 2006  
(מליוני שע"ן)**



**התפלגות היבוא וההפקה של דלקים בישראל (2006)**

סוג הדלק	מיליוני שע"ן	אחוזים מסך היבוא והפקה ראשונית
<u>נפט גולמי</u>	10.318	41%
<u>פחם</u>	7.722	31%
מוצרי נפט (בנזין, מזוט, נפטא ועוד)	4.203	17%
גז טבעי (בהפקה עצמית)	2.091	8%
חימום מים מאנרגיה סולארית (דודי שמש)	0.728	3%
סה"כ	25.06	100%

במונחים מוחשיים, בשנת 2006 יבאה ישראל באופן ישיר: 12.75 מיליוני טונות של פחם, 10.11 מיליוני טונות (74.1 מיליוני חביות) של נפט גולמי, 4.25 מיליוני טונות (31.15 מיליוני חביות) של מוצרי נפט. והפיקה 2.34 מיליוני מטרים מעוקבים של גז טבעי. ייצוא לרשות הפלסטינית - מועברים 3.662 מיליוני שע"ן. (13% מהכמות הראשונית) זיקוק מוצרי נפט בבתי הזיקוק - מושקעים 11.995 מיליוני שע"ן (43%): רוב הנפט הגולמי, וכן 1 מיליוני שע"ן של מזוט ומעט גז גולמי. כמות זו מייצרת מוצרי נפט בגודל שווה ערך של 11.893 מיליוני שע"ן. הללו משמשים כדלקים לתעשייה, לתחבורה ולחימום ביתי. הפקת חשמל. מושקעים 11.223 מיליוני שע"ן (40%): כל הפחם 7.722, כמעט כל גז הטבעי 2.021, 0.910 מזוט, 0.6271 דיזל. אלו מפיקים שווה ערך של 4.455 מיליוני שע"ן של חשמל, שהם כ-1.7x10<sup>17</sup> ג'אול, או 48,379 מיליון קילוואט שעה. חימום מים ביתי כ 0.724 מיליוני שע"ן (2.6%).

## בישראל יש שתי צורות אנרגיה עיקריות בשימוש:

1. דלק נוזלי - משמש בעיקר להנעת כלי תחבורה ולייצור חשמל. הדלק הנוזלי מופק מנפט גולמי מיובא בבתי זיקוק בחיפה ובאשדוד. ישראל מייבאת נפט גולמי, שמגיע במיכליות אל נמלי הים חיפה, אשדוד ואילת. הנפט הגולמי מובל אל בתי הזיקוק. נתב"ג מקבל דלק למטוסים ישירות מבית הזיקוק באשדוד.
  2. חשמל - משמש להנעת מכונות תעשייה, תאורה, חימום וקירור. החשמל מופק בתחנות כוח לאורך החוף. מתחנות הכוח מובל החשמל באמצעות קווי מתח גבוה ועמודי חשמל. בשנות ה-80 החלו להוביל חלק מהחשמל בהולכה תת קרקעית. להולכה תת קרקעית מספר יתרונות - בטיחותית יותר, פחות תקלות, מונעת כיעור ופגיעה אסתטית בנוף. אולם יש גם חסרונות - עלות התשתית יקרה יותר, קשה לאתר תקלות ויקר יותר לתקן תקלות במערכת תת קרקעית. ייצור החשמל בישראל החל במפעלו של פנחס רוטנברג בתחנת כוח הידרואלקטרית באזור נהריים (ניצול מי הירדן ומי הירמוך להפקת חשמל).  
**\*\* צריכת החשמל במגזר הביתי והתעשייתי עולה בהתמדה ממספר סיבות:**
  5. גידול באוכלוסייה - בשל גלי עליה בשנות 90 - 80 וריבוי טבעי.
  6. עליה ברמת החיים של התושבים - רכישה רבה יותר של מוצרי חשמל, מזגנים, מחשבים וכו'.
  7. צמיחה תעשייתית - יותר מפעלים ומכונות תעשייתיות, פסי ייצור.
  8. נוחות השימוש בחשמל - החשמל נקי ולא מפיץ ריחות וזיהום. חשמל לא ניתן לאגור, ותחנות הכוח מפיקות בכל זמן נתון את הביקוש לחשמל הנדרש באותו זמן. הביקוש לחשמל משתנה בשעות שונות של היממה (בלילה צריכה נמוכה), בימים השונים בשבוע (בסופ"ש הצריכה פוחתת) ובעונות השנה (בקיץ ובחורף צריכה רבה). מערכת החשמל של ישראל היא עצמאית ולא מחוברת למערכות החשמל של המדינות השכנות, בניגוד לאירופה. אם מערכת החשמל של ישראל היתה מחוברת למערכות של המדינות השכנות, אז אפשר היה לפתור בעיות של עומס פתאומי.
- סקירה היסטורית:**
- בשנות ה-30 - 20 היתה תחנת כוח הידרואלקטרית באזור נהריים. מאמצע שנות ה-30 ועד קום המדינה החלו לפעול תחנות כוח המופעלות ע"י קיטור הנוצר משריפת מזוט (תוצר של נפט מזוקק). מקום המדינה ועד ראשית שנות ה-80 פעלו תחנות כוח שהשתמשו במזוט. מראשית שנות ה-80 ועד סוף שנות ה-90 חל מעבר לתחנות כוח המשתמשות בפחם. לקראת סוף שנות ה-90 ראשית השימוש בטורבינות גז. הגורמים למעבר ממזוט לפחם בשנות ה-80:
1. גורם כלכלי - משברי האנרגיה של שנות ה-70 העלו מאוד את מחירי הנפט, ולכן הפחם נחשב זול יותר ואין לו תנודות מחירים כמו בנפט.
  2. גורם פוליטי - הנפט מנוצל כ"נשק פוליטי" בידי מדינות ערב. רצונה של ישראל לא להיות תלויה בנפט הערבי.
  3. הפחם פחות מזהם מנפט וכמויות הפחם העולמיות גדולות יותר מאלו של הנפט (חשוב לזכור שגז הכי פחות מזהם).
- תחנות הכוח הפועלות כיום בישראל הן כולן תחנות כוח תרמיות - שריפת פחם, נפט, מזוט וגז והנעת טורבינות להפקת אנרגיה ע"י ניצול הקיטור הנוצר משריפתם.
- תחנות הכוח של ישראל ממוקמות לאורך חופי הים התיכון (חיפה, "אורות רבין" בחדרה, רידינג בת"א, אשדוד, אשקלון) והסיבות לכך:

1. ניצול ההובלה הימית הזולה של הנפט והפחם המיובאים - קירבה לנמלי ים.
  2. ניצול מי הים לצורך קירור טורבינות.
  3. שטח מישורי קרוב למרכזי הצריכה - רוב האוכלוסייה והתעשייה הצורכות חשמל נמצאות במישור החוף. החשמל מאבד מתח ככל שמתרחקים מתחנת הכוח ולכן חשוב להיות קרוב לצרכנים כדי לחסוך בעלויות ההובלה ולמנוע איבוד מתח.
  4. שיקול בטחוני - אזור החוף רחוק מאזורי הגבולות היבשתיים.
- הבעיות הסביבתיות הנוצרות ממיקומן של תחנות הכוח:**

1. זיהום אוויר והגברת אפקט החממה - פליטת גזים רעילים מארובות תחנות הכוח (גופרית דו חמצנית, תחמוצות חנקן, פחמן דו חמצני וחלקיקים מוצקים, פח). זיהום האוויר מתחנות כוח גובר בתנאים של מזג אוויר יציב, אינברסיה ורוח חלשה.
  2. הגברת התחרות על שימושי קרקע בחוף - חוסר אפשרות לנצל את קטע החוף בו מוקמת תחנת הכוח לתיירות, דיג ורחה.
  3. תחנות הכוח לאורך החוף מהוות סכנה בטיחותית לאוכלוסייה הרבה שבקירבתם - בעת תקלה או הפצה. תחנות הכוח מהוות גם פגיעה אסתטית בנוף.
  4. פגיעה במערכת האקולוגית של הדגים בים - אל הים חוזרים מים חמים שנוצלו קודם לכן לקירור טורבינות. זיהום הים.
- פתרונות אפשריים לבעיות:**

1. הגבהת ארובות - על מנת לפלוט את הגזים בגובה רב יותר ומעל לשכבת האינברסיה.
2. שימוש במסננים בארובות.
3. שריפת דלקים בטמפרטורות גבוהות יותר - כדי שהעשן ייפלט בגובה רב יותר.
4. שימוש גובר בתחנות בקרה (ניטור) - מעקב אחר שינויים בכיוון הרוח ובעוצמתה ומעקב מתמיד אחר מידת יציבות מזג האוויר, ולהתריע על כך על מנת שתחנות הכוח יעברו במידת הצורך לשימוש בדלק דל גופרית.
5. ניתן להשתמש באפר הפחם לייצור מלט ולסלילת כבישים וע"י כך להפחית את הזיהום.

\* בבתי הזיקוק גם כן מגביהים ארובות על מנת לצמצם את הזיהום. כמו כן, בבתי הזיקוק פועל לפיד אש קבוע. הגזים הרעילים מופנים אל הלפיד ונשרפים, וכך נפלטים לאטמוספירה גזים שרופים שמזיקים פחות לסביבה.

**הפקת אנרגיה ממקורות ידיותיים לסביבה ובלתי מתכלים:**

1. שמש - ניתן להפיק אנרגיה סולארית. זהו מקור האנרגיה היחיד הנמצא בשפע בישראל, בעיקר בנגב (בשדה בוקר יש חווה סולארית). היתרונות - מקור אנרגיה בלתי מתכלה ובלתי מזהם. חסרונות - מקור אנרגיה זה אינו זמין בימים מעוננים ומיקום תחנת הכוח נוקשה (רק באזורי המדבר שטופי השמש), ולצורך הפקת האנרגיה נדרשים שטחים גדולים והתשתית הראשונית יקרה. כמות האנרגיה המופקת כיום משמש קטנה מאוד. מספר דוגמאות לניצול אנרגיה סולארית בישראל:

- א. חימום מים בדודי שמש - ישראל נחשבת למדינה מובילה בעולם בתחום זה.

- ב. בריכות אידוי בדרום ים המלח (שהוא אזור מדברי) לצורך הפקת המלחים והמינרלים.
2. אנרגיית הרוח - מנוצלת כיום באופן מקומי ברמת הגולן (קיבוץ אלוני הבשן) ובגליל העליון. היתרונות - מקור לא מתכלה ולא מזהם (ידידותי לסביבה). חסרונות - מיקום נוקשה של תחנת הכוח רק למקומות חשופים וגבוהים בהם נושבת רוח חזקה רוב השנה, ודרוש שטח נרחב לטורבינות והתשתית הראשונית יקרה.
3. "ארובות שרב" - טכנולוגיה חדשה לקירור ולהפקת חשמל באזורים מדבריים. הכוונה לבנות ארובה בגובה כמה מאות מטרים. בראש הארובה פתח לכיוון הרוח. בפתח העליון יש מתקן המרסס טיפות מים. הרוח הנכנסת בפתח העליון מאדה את המים ומקררת את האוויר. האוויר הקריר והכבד יותר שוקע לעבר תחתית הארובה במהירות ויכול להניע טורבינות שיוקמו בתחתית הארובה. זוהי אפשרות להפיק אנרגיה ידידותית לסביבה.
- מיון תחנות הכוח בישראל לפי סוג המתקנים:**
1. תחנות כוח המופעלות בפחם - "מאור דוד" / "אורות רבין" בחדרה ותחנת הכוח "רוטנברג" באשקלון (מתוכננת באשקלון גם טורבינת גז).
  2. תחנות כוח המופעלות ע"י קיטור המופק ממזוט - תחנת הכוח "רידינג" בצפון ת"א, תחנת הכוח "אשכול" באשדוד.

### בעיות האנרגיה של ישראל

ישראל מייצרת 80% מהאנרגיה החשמלית שלה ע"י שריפת פחם, המיובא ממדינות זרות. שריפת פחם יוצרת זיהום אוויר הגורם לעליה בתחלואה, בעיקר מחלות ריאה, מקרי אסטמה מרובים – בעיקר בזקנים וילדים, ולמוות. מקרי המוות בתל אביב הוערכו זה מכבר ב-1100 בשנה. מקרי מוות אלה מיוחסים לזיהום אוויר מכלי רכב ולזיהום אוויר משריפת פחם, מזוט וגז טבעי על מנת לייצר חשמל. שריפת פחם גם פולטת לאוויר כמויות ענקיות של דו תחמוצת הפחמן (CO<sub>2</sub>), שאינו גורם לזיהום אוויר במובן המקובל, אך מגביר את אפקט החממה הטבעי בכך שקולט קרינה הנפלטת מהאדמה ומונע ממנה לצאת אל החלל. העלייה הנמדדת והצפויה של הטמפרטורה הממוצעת בכדור"א ובישראל בפרט צפויה להביא להשלכות אדירות על כולנו – מזג אוויר סוער יותר, פחות גשם ועליה במפלס המים הם רק חלק מהתיאורים של העתיד הצפוי אם נמשיך לזהם כרגיל.

אבל לא חייבים להמשיך לזהם כרגיל. הפתרון צפוי לבוא ממעבר קולקטיבי של מדינות ויחידים מאמצעי ייצור מזהמים לשימוש במקורות אנרגיה מתחדשים ולא מזהמים ושימוש מושכל יותר בחשמל ובאנרגיה המשמשת לתחבורה. ע"י קידום השימוש באנרגיות מתחדשות וטכנולוגיות התייעלות אנרגטית אנו רוצים לאותת לממשלה שאזרחיה מעוניינים בכיוון זה.

1. השימוש בדלק גורם למיני זיהומים הפוגעים במצב איכות הסביבה המקומית והעולמית, תוך פגיעה בקיום מינים, בריאות, באדם ומביא אף לנזקי רכוש. מספר הנפטרים בישראל מוערך באלפים לשנה, כתוצאה מזיהום ביצור אנרגיה וצריכת דלק. ישנה עלייה בעשרות אחוזים במחלות דרכי הנשימה

2. ייבוא דלק לישראל (ל-97% מכל השימוש באנרגיה) מהווה נטל כבד ביותר על

מאזן התשלומים, וצפוי שהוא ילך ויגדל.

3. לתנודות במחירי הדלק יש השפעה קשה מאוד על המשק, מבחינה חישובית וכן בתצפיות הנזק שהיה סביב 6% מכל התוצר הלאומי-גולמי.
4. אי אפשר להתעלם מהעובדה שמאגרי הדלק הם סופיים. נפט וגז עשויים להיגמר תוך מספר עשרות שנים, אולם, הרבה לפני כן מחירם יאמיר.
5. לתלות בייבוא דלק ישנן משמעותיות מדיניות וכלכליות מרחיקות לכת. לחלוקה מאוד לא אחידה של מקורות אנרגיה פוסיליים ישנה משמעות חברתית קשה – שכן היא קשורה במדינות מוסלמיות קיצוניות הדוגלות בטרור.
6. ישנה חשיבות ממדרגה ראשונה גם בבטיחות האספקה של אנרגיה בישראל עצמה, בין אם בגלל תלות ביבוא, ובין אם בגלל פגיעות אפשריות במתקנים בארץ. ישנה פגיעה הולכת וגוברת בתפקוד מערכות החשמל במדינות המפותחות, זאת בגין התיישנות המערכת, בגלל רזרבה לא מספיקה של כושר ייצור ועלות אבטחה על ידי מערכת הולכה רזרבית ומערכות שליטה.
7. הנזקים העקיפים משימוש בדלק (התחממות גלובלית, מחלות, תמותה עודפת, פגיעה ביבולים חקלאיים ועוד), הנקראים "עלויות חברתיות", נמדדים בלא פחות מאשר הכפלת ההוצאה ליצור קוט"ש חשמל. התשובות האפשריות הן: 1. שימוש יעיל באנרגיה וחסכון. 2. פיתוח מקורות מים מקומיים של אנרגיה, ועד כמה שאפשר, נקייה ומתחדשת. 3. הפחתת הזיהום בכלל, וגזי החממה בפרט, וזיהום שבא לא רק מייצר אנרגיה. 4. בנייה מחדש ועידוד של מחקר ופיתוח בתחום התשתית, ובעיקר מים ואנרגיה כאשר ההיקף הדרוש צריך להיות בערך 3% מההוצאה הכוללת של התחום. 5. הפסקה מיידית של סבסוד חשמל. 6. חישוב "ירוק" הלוקח בחשבון את העלויות החברתיות.

### ייצור אנרגיה בישראל והשימוש בה

#### הכינה ושלחה דגנית שדה, 2007

(ומבסס גם על סיכומה של דליה פניג מלפני מס' שנים)

#### סקירה היסטורית

תקופה	סוג התחנה
ראשית שנות העשרים -- אמצע שנות השלושים	תחנה הידרואלקטרית <u>בנהריים</u>
אמצע שנות השלושים – קום המדינה	נוספו לנ"ל תחנות כוח קיטוריות מפיקות חשמל באמצעות <u>מזוט (תוצר נפט): חיפה, רידינג בת"א.</u>
קום המדינה – ראשית שנות השמונים	תחנות כוח קיטוריות. עדיין הפקת חשמל מנפט. נוספת התחנה באשדוד (אשכול). כדאי לציין את נמל אילת שמתפקד גם כנמל נפט ממנו יוצאים צינורות נפט לחיפה ולאשקלון (קצא"א)
ראשית שנות השמונים – סוף שנות התשעים	מוקמות תחנות כוח קיטוריות המבוססות על <u>פחם: חדרה (מאור דוד) ואשקלון (רוטנברג)</u>



סוף שנות התשעים	ראשית השימוש בטורבינות גז. דוגמא: <b>תחנת הכוח חגית</b> . (ראו תחנות נוספות במפה המצורפת)
2006-2007	מעבר של חלק מהתחנות הקיטוריות לשימוש <b>בגז טבעי</b> : <b>רידינג ואשדוד</b> .

הגורמים למעבר לפחם (ראשית שנות השמונים):

- גורם כלכלי: משבר האנרגיה בשנות השבעים שגרם לעליית מחירי הנפט
- גורם פוליטי: תלות בנפט הנמצא בעיקר במדינות ערב. הפחם מצוי במדינות ידידותיות יותר לישראל
- קיימות בעולם עתודות פחם גדולות יותר מעתודות נפט.

### **מיקום תחנות הכוח וגורמי המיקום:**

תחנות הכוח העיקריות הפועלות היום הן תחנות כוח קיטוריות המצויות לאורך החוף (ראו מפה מצורפת).  
גורמי המיקום:

- קרוב למיקום יבוא חומרי הגלם
- סמוך למקור המים – לקירור הקיטור
- סמוך למרכזי הצריכה (מגורים ותעשייה. רוב האוכלוסיה ממוקמת במישור החוף) – לחסוך עלויות תשתית ואיבוד אנרגיה בהובלה למרחקים וכן למניעת תקלות.
- שטח מישורי, נוח לבנייה.

### **בעיות סביבתיות ופתרון:**

הבעיות העיקריות קשורות **בזיהום אויר** כתוצאה מפליטת גזים: גופרית וד חמצנית ותחמוצות חנקן וכן פליטת חומרים מוצקים.  
בעייה נוספת היא **תחרות גדולה על שימושי קרקע במישור החוף**.

הפתרונות:

- ארובות גבוהות – על מנת לפלוט את הגזים הנפלטים לגובה רב באטמוספירה (הבעיה הנוצרת: הגזים מתפזרים אמנם לגובה רב יותר, אך גם למרחק רב יותר וכך מושפע שטח נרחב יותר מהזיהום).
- בקרה על שלימות השריפה – למניעת פליטת חלקיקים
- שימוש במסננים ובארובות
- תחנות ניטור המתריעות על תקלות ואז ניתן לעבור לשימוש בדלקים דלי גופרית או להגביר את חימום הגזים הנפלטים כדי שיעלו לגובה רב יותר.
- שמירה על לחות הפחם ע"י הרטבה והעברה במסוע סגור כדי שלא ייווצר אבק פחם באויר
- ניצול אפר הפחם לבנייה ולתשתיות
- שילוב הפקת הפחם עם תיירות ונופש. לדוגמא: פארק נחל חדרה הצמוד לתחנת הכוח, מתחם רידינג המקיים תערוכות אומנות.
- לאחרונה: מעבר לשימוש בגז בחלק מתחנות הכוח (רידינג, אשכול).

### **התפתחות הצריכה והגורמים:**

עם השנים עולה צריכת החשמל בישראל הן במגזר הביתי והן במגזר התעשייתי.  
הגורמים לעלייה בצריכת החשמל:

- גידול האוכלוסייה - עלייה + ריבוי טבעי
- עלייה ברמת החיים – שימוש רב יותר במכשירים חשמליים
- צמיחה תעשייתית

### **מה קורה היום? ומגמות לעתיד**

עיקר השימוש **בדלק נוזלי** הוא להנעת כלי תחבורה. את הנפט מזקקים בבתי הזיקוק בחיפה ובאשדוד.

**החשמל** מופק היום בעיקר **מפחם ומגז טבעי** והוא משמש להנעת מכונות תעשייה ולצריכה ביתית

כפי שראינו, מתרחב השימוש בגז טבעי. הגורמים למעבר לגז (בעיקר לאחר שנת אלפיים):

- א. ידידותי לסביבה
- ב. עלות נמוכה. תחנות כוח הפועלות בגז טבעי הן פשוטות, זולות וקטנות יחסית לפחמיות
- ג. התגלה גז טבעי מול חופי ישראל (אזור אשקלון ואזור קיסריה) - אין צורך לייבא

**השימוש במקורות אנרגיה מתחדשים וידידותיים לסביבה עדיין מצומצם מאד בהיקפו:**  
**אנרגיה סולרית (שמש):** זהו מקור האנרגיה היחיד הקיים אצלנו בשפע אך הפקתו יקרה והוא אינו זמין בימים מעוננים. השימוש באנרגיה זו הוא בעיקר לצריכה ביתית (דודי שמש), תאורה בתחנות אוטובוס ושימוש תעשייתי בבריכות האידי במפעלי ים המלח.  
**אנרגיית רוח:** שימוש נקודתי ברמת הגולן (רכס בשנית). השימוש באנרגיית רוח יקר יחסית ומשתלם כלכלית רק במקומות בהם מהירות הרוח עולה על 8 מ' לשנייה.  
**אנרגיית מים:** שימוש נקודתי בכפר הנשיא. בעבר היו הצעות לחפור את תעלת הימים (מים תיכון לים המלח) ותעלת השלום (מים סוף לים המלח) ולנצל את נפילת המים לצרכי הפקת חשמל.

**פצלי שמן:** בצפון הנגב ובהרי יהודה קיימים כ- 12 מליארד טונות של פצלי שמן – סלעי חרסית הספוגים בשמן אדמה הדומה בצורתו ובהרכבו לנפט גולמי. כיום הפקת הנפט המצוי בהם אינה כדאית מבחינה כלכלית מכיוון שכמות האנרגיה שניתן להפיק מהם קטנה יחסית וההפקה תלויה בכמויות פסולת גדולות שאין להן שימוש נוסף. כריית הפצלים עלולה גם לפגוע בנוף. (ובכל זאת אם מחירי הנפט יעלו עוד יותר, יהיה כדאי לשקול הפקת נפט מהפצלים).

## מקורות האנרגיה בישראל

### רקע כללי

מדינת ישראל מייבאת כמעט את כל צריכה במקורות האנרגיה, במיוחד נפט גולמי. בראשית שנות ה-80 החלו בארץ להשתמש בפחם, בעיקר כדי לגוון את מקורות האנרגיה ולהיות פחות תלויים בנפט המיובא בעיקרו ממדינות ערב העוינות לישראל. שדות הנפט שהתגלו בישראל בחלץ, מספקים רק חלק זעיר מתצרוכת המדינה. היום בודקים אפשרויות לגוון את השימוש במקורות אנרגיה לתעשייה, למשל ע"י יבוא גז טבעי ממצרים, שימוש באנרגיה סולרית ועוד. תחנות הכוח ממוקמות בארץ לאורך מישור החוף ומקור האנרגיה העיקרי בישראל הוא הפחם. גורמי המיקום לתחנות הכוח: סמיכות למרכזי האוכלוסייה, סמיכות למוקדי התעשייה והצריכה הגדולים וכן קרבה לחופי הים מבחינת נמלי הים ליבוא הפחם ומים לקירור תחנות הכוח. ישראל נמצאת בין המובילות בעולם בפיתוחים טכנולוגיים למציאת מקורות אנרגיה חלופיים, כגון האנרגיה הסולרית ואנרגיית הרוח שייסקרו בהמשך. התנאים האקלימיים והידע הרב המצויים בישראל הם בעלי פוטנציאל גבוה לניצול אנרגיות חלופיות.

### נפט

הנפט הוא מקור האנרגיה העיקרי היום בישראל. הבנזין המופק מהנפט משמש כדלק העיקרי לתחבורה. לא ניתן להשתמש בנפט הגולמי כחומר בעירה, אלא לאחר זיקוקו בבתי זיקוק ולאחר פירוקו לסוגי הדלקים השונים. בישראל פועלים שני בתי זיקוק, הראשון והותיק יותר נמצא

בחיפה, השני נמצא באשדוד. כושר הזיקוק של שניהם יחדיו עומד על כ – 12 מיליון טון לשנה. תזיקי הנפט משמשים גם עבור מזוט לייצור חשמל, חומרי גלם לתעשייה הפטרוכימית ושימושים רבים נוספים.

כמעט כל האנרגיה שאנו צורכים בארץ מקורה בנפט גולמי, אך יש קשיים ברכישתו מאחר ורובו מצוי בארצות ערב העשירות בנפט, אך אינן מוכנות למכור אותו לישראל והן משפיעות על מדינות נפט אחרות הקשורות איתן בקשרי מסחר. לפיכך, נאלצת ישראל לרכוש את הנפט ממדינות רחוקות ולשלם מחירים גבוהים עבורו. כל עלייה במחירי הנפט גוררת אחריה תגובת שרשרת של עליית מחירי המוצרים המבוססים על הנפט כחומר גלם, למשל תעשיות הפלסטיק. גידול האוכלוסייה מגדיל מדי שנה את היקף צריכת הדלק, וישראל משקיעה מאמצים בחיפושי נפט.

עד 1967 הפיקה ישראל רק חלק קטן מתצרוכת האנרגיה שלה בנפט וגז. מאז תקופת השלטון הבריטי מחפשים נפט בכמויות מסחריות בישראל. שיא התפוקה השנתית הגיע ל – 300,000 טון. כל קידוחי הנפט בישראל נעשו ע"י חברות נפט לאומיות, הן בחיפושי היבשה והן בחיפושי הים. לאחר מלחמת ששת הימים גדלה תפוקת הנפט באופן משמעותי, אולם שדות הנפט שנתגלו בסיני הוחזרו למצריים לאחר הסכמי השלום.

מקום המדינה ממשיכים לחפש אחר שדות נפט בישראל, אולם התגליות עד כה מצומצמות בכמותן ודלות מבחינה מסחרית. הפעילות בתחום חיפושי הנפט רבה ונעשית ע"י חברות ממשלתיות-ישראליות וע"י גורמים פרטיים. ישראל צורכת כל שנה כשמונה מיליון טון דלק מיובא הכולל את כל סוגי הנפט. (טון אחד של דלק מכיל 7.1 חביות). לאחר מלחמת יום הכיפורים עלה מחיר הנפט באופן משמעותי ושווקי הנפט נכנסו למשבר עולמי. בשנת 1993 סיפק הנפט כ – 66% מהאנרגיה הנצרכת בישראל.

פרדוקס קיים: על מנת שמדינת ישראל תוכל לשלם על יבוא דלק, יש לפתח תעשיות ולהגדיל את היקף היצוא כדי לייצא. אולם כדי לפתח תעשיות זקוקים ליותר אנרגיה וליותר נפט.

## **פחם**

כדי לצמצם את תלותה של ישראל בנפט, החליטו ממשלות ישראל לעבור בהדרגה לשימוש בפחם כמקור אנרגיה בתחנות הכוח לחשמל. גם הפחם מיובא לארץ, אך מחירו זול יותר מהנפט, והוא נמצא בארצות ידידותיות לישראל. תחנת הכוח בחדרה, למשל, מופעלת כולה על פחם ומפעילה נמל מטען "פרטי" רק לצורך יבוא פחם. הפחם ידידותי יותר לסביבה מאשר הדלק הנוזלי ופחות מזהם. יבוא הפחם הגיע בשנת 1993 לכ – 5.5 מיליון טון. היבוא לישראל נעשה בעיקרו מהמדינות: דרום אפריקה, קולומביה אוסטרליה, סין, ונצואלה ופולין. לפחם יש יתרון בולט בכך, שהעתודות העולמיות יספיקו למאות שנים, בעוד שעתודות הנפט מצומצמות הרבה יותר. כמו כן, על ידי המעבר לשימוש בפחם מובטחת למדינה אספקה עקבית ושוטפת של מקור אנרגיה, ללא קשר למצב הפוליטי או לחרם כלכלי (חרם כלכלי נקרא גם "אמברגו", כפי שהטילה ארה"ב על עיראק, לאחר מלחמת המפרץ בשנת 1990). היתרונות המרכזיים ביבוא פחם:

1. צמצום תלותה של ישראל בנפט המיובא ממדינות ערביות עוינות.
2. חוסר תלות באי-יציבות פוליטית-בטחונית בין מדינות ערב למדינות מערביות אחרות.
3. פחות מזהם מנפט.

4. עתודות הפחם העולמיות גדולות יותר מאלה של הנפט.

5. זול יחסית לנפט.

6. ניתן להשתמש באפר הנותר כחומר תשתית טוב לכבישים וכחומר גלם טוב לתעשיית הבלוקים.

על פי עמדת המשרד לאיכות הסביבה, ייצור חשמל ע"י תחנות כוח פחמיות הינו מעמסה כלכלית מיותרת על המשק הישראלי, במיוחד מהסיבה שיש לשמור על תקנים גבוהים לצורך השמירה על זיהום האוויר הגבוה ב – 50%-95% מזיהום תחנת כוח של גז טבעי.

### **גז טבעי**

לפני כ – 25 שנה התגלה בישראל גז טבעי ע"י חברת "נפטא". ב – 1997 הפיקו שדות הגז של מדבר יהודה בקידוחי זוהר, כידוד וקנאים כמויות קטנות ולא מסחריות ועיקר שימושן הוא לתעשייה ופחות לצריכה ולהסקה. לגז הטבעי בישראל שימוש בעיקר במפעלי ים המלח ובתשלובת הכימית באזור ערד.

הגז הטבעי מספק כ – 22% מצרכי האנרגיה בעולם ונפוץ במיוחד במדינות המפותחות. נעשה בו שימוש מגוון: חימום ביתי, דלק לתעשייה, ייצור חשמל ועוד. קיימים שלושה שווקי גז עיקריים בעולם: אירופה, צפון אמריקה והמזרח הרחוק. הובלתו נעשית בהזרמה בצינורות או בהובלת גז מעובה בצורה נוזלית מקוררת באוניות. ישראל צורכת מדי שנה כ – 1.75 מיליון טון. המשרד לאיכות הסביבה המליץ לממשלת ישראל לעבור לתחנות כוח המבוססות על גז טבעי לייצור חשמל משום שהוא אינו מזהם את הסביבה ונחשב לדלק נקי. הגז הטבעי עשוי להפוך לתחליף העיקרי של הנפט והפחם כמקורות אנרגיה בישראל. יחד עם זאת, יש לשאוף לגוון את מקורות האנרגיה ולהיות תלויים כמה שפחות במקורות אנרגיה מוגבלים. בישראל לא נמצאו עד כה מאגרי גז טבעי משמעותיים מבחינת הכמויות המסחריות. ישנה כדאיות כלכלית גבוהה בהנחת צינור שיוביל גז טבעי ממצרים לישראל ובתקופה הנוכחית הנושא נתון לבדיקות כלכליות ולקבלת החלטת ממשלת ישראל בנושא. בעתיד, ניתן יהיה לייבא גז גם מסעודיה, דרך ירדן באמצעות מפעל משותף בעת שלום. מדינות נוספות מהן ניתן יהיה לייבא גז טבעי הן תורכיה ורוסיה.

עתודות הגז הטבעי שהתגלו במימי חופי ישראל ב – 1999 עשויות להקנות למדינה יתרונות אסטרטגיים בתחומי הביטחון והכלכלה. עתודות אלה נאמדו ביותר מ – 52 מיליארד מ"ק, כמות אשר אמורה להספיק לצורכי המשק ל – 10 שנים לכל הפחות. לפי סקרים גיאולוגיים שערכה חברת "בריטיש גז", קיים בישראל פוטנציאל למציאת נפט וגז טבעי בכמויות גדולות. שימוש בגז טבעי במידה ויתגלה בכמויות מסחריות, עשוי לחסוך למשק הישראלי מאות מיליוני דולרים בשנה על יבוא אנרגיה. הפקת הגז תתרום ותעניק תנופה להגדלת המועסקים בענף ולהקמת תשתית מחקר ופיתוח בתחום החיפוש.

אם בעבר החליף הפחם את הדלק הנוזלי כמקור אנרגיה, בעשר השנים האחרונות, חברת החשמל בשיתוף עם משרד התשתיות הלאומיות עשו מאמצים למצוא מקורות גז טבעי מסיבות של שיפור איכות הסביבה וניסיון להוזיל עוד יותר את מחירי החשמל.

### **מקורות אנרגיה נוספים**

#### **אנרגיה סולרית:**

ישראל היא אחת המדינות המתקדמות בעולם בתחום ניצול האנרגיה הסולרית לשימוש ביתי, בעיקר ע"י דוודי שמש. על פי החוק, מחויב כל בניין חדש להתקין דוודי שמש על הגג. בישראל

מבוצע מחקר ארוך טווח במחלקה לאנרגיה סולרית שבמכון וייצמן ברחובות, לגבי השיטות השונות לניצול אנרגיה זו. בשדה בוקר בנגב, הוקם המרכז לניצול אנרגיית השמש. נבנה שם בית אקולוגי לדוגמא, המקבל את כל תצרוכת האנרגיה שלו מהשמש. ישראל היא המדינה היחידה בעולם, שבה כשני אחוזים מסך צריכת האנרגיה שלה מקורם בשמש. כמיליון קולטי שמש מספקים מים חמים ליחידות הדיור החוסכים בשנה למעלה ממאה אלף טון מוצרי אנרגיה אחרים.

דוודי שמש – מתקן המנצל ישירות את אנרגיית השמש לחימום מים לאספקת ביתית-משפחתית. המים החמים מסופקים לדירה בצנרת נפרדת מצנרת המים הקרים כדי למנוע איבוד חום. בריכות שמש – מקווה מים גדול, טבעי או מלאכותי המכיל מלחים בריכוז גבוה, אך מאורגנים בשכבות המשתנות בעוצמת מליחותן עם הירידה לעומק. שכבת המים העליונה מכילה פחות מלח וככל שמעמיקים בבריכה נעשה ריכוז המלח גבוה יותר. מי הבריכה מקבלים קרינה אחידה בכל נפח המים, אך כתוצאה מהמליחות השונה לאורך עומק הבריכה, שכבת המים העליונה נשארת קרה יחסית וככל שמתקרבים לקרקעית נעשים המים חמים יותר עד שמגיעים לרתיחה. הסיבה לכך היא שקרני השמש מחממות טוב יותר מים בעלי ריכוז מלח וככל שהריכוז גבוה יותר, התחממותם מהירה ויעילה יותר. בגלל הריכוז הגבוה של המלח בשכבה התחתונה, אין בריחת חום בלילה (הבא לביטוי באובדן של מספר מעלות צלזיוס בין היום ללילה). קרני השמש חודרות דרך השכבות העליונות המכילות פחות מלח ומחממות יותר את השכבות התחתונות בעלות תכולת מלח גבוהה. למעשה, מבנה שכבות המלח במים יוצר מעין מלכודת חום המונעת מהמים החמים לעלות לשכבות העליונות ובכך נמנעת בריחת חום מהבריכה.

המים החמים שבתחתית הבריכה הופכים על ידי כך לנוזל חם מאוד הזורם בצינורות, הן כנוזל והן בצורת אדים חמים. המים והאדים החמים נשאבים למערכת צינורות ומחממים סוג מסוים של נוזל היוצר קיטור המפעיל טורבינה לייצור חשמל. הקיטור אינו הולך לאיבוד, ועובר תהליך של עיבוי וחזרה בצינורות אל תחתית הבריכה כדי להפוך שוב לאדים וחוזר חלילה. בחבל קליה שבצפון ים המלח הוקמה בריכת שמש המפיקה חשמל. בריכת השמש מהווה מעין מאגר יעיל לאחסון חום של אנרגיית השמש שכמעט ואינו מושפע מהסביבה החיצונית.

תנור שמש – מתקן המשמש לקליטת אנרגיית השמש לצורך חימום משטח קטן יחסית של מספר מ"ר. קיימים תנורי שמש בגדלים שונים, ביניהם קטנים לשימוש ביתי וגדולים יותר לשימושים תעשייתיים. במכון וייצמן נבנה בעבר תנור שמש על שם שפר. עוצמת הקרינה מגיעה במרכז לפי 10,000 מקרינת השמש על פני כדור"א ומספק 20 קילוואט הספק חשמל.

מגדל שמש – מתקן המכיל שדה מראות גדול. המראות נקראות הליוסטטים וכל אחת מהן עוקבת אחר מסלול השמש בנפרד ע"י בקרת מחשב. בדרך זו, נאספת קרינת השמש אל מגדל מרכזי. במכון וייצמן נבנה מגדל שמש. מראה בגודל של 1 מ"ר מסוגלת לתת 1 קילוואט בצהריים.

תאים פוטו-חשמליים – תא שמש חשמלי הופך ישירות את אנרגיית השמש לאנרגיה חשמלית ע"י העיקרון הפיזיקלי של אפקט פוטו-וולטאי. אור הפוגע בצומת המורכב משני חומרים מסוימים שונים, גורם לפליטת אנרגיה חשמלית. אם מחברים מוליכים חשמליים לשני החומרים הללו הצמודים, מקבלים זרם חשמלי, כמו בסוללה. ניתן לראות בישראל מתקנים הפועלים על עקרון זה, למשל בתאורת טרמפיאדות ושילוטי דרך. השימוש עדיין אינו נפוץ בקרב צרכנים פרטיים, פרט למקומות בודדים מרוחקים. ערכם הכלכלי של תאי השמש הפוטו-חשמליים נקבע לפי

הפרמטרים הבאים: עלויות הייצור, עלויות ההתקנה, משך זמן אגירת האנרגיה, משך הזמן עד להריסת התא הפוטו-חשמלי, גודל השטח החשוף הנדרש, אלטרנטיבות אחרות לאנרגיה.

**אנרגיה גרעינית (אטומית):** בישראל עוסקים בין היתר בחקר האנרגיה הגרעינית, אולם טרם בנו בישראל תחנת כוח גרעינית לחשמל, כמקובל באירופה, ברה"מ לשעבר וחלק ממדינות ארה"ב. הדלק המשמש את רוב תחנות הכוח הגרעיניות בעולם הוא מתכת האורניום. הפוספטאים שבנגב מכילים אורניום בריכוז מספיק לתחנות חשמל גרעיניות במשך שנים רבות. הפקת האורניום יקרה, אולם עם עליית מחירי הנפט שוקלים את כדאיות הפקתו, תוך התחשבות בסיכונים הכרוכים בהפעלתה של תחנת חשמל גרעינית. הבעיה העיקרית הכרוכה עם אנרגיה זו המופקת בכורים הגרעיניים היא סכנת הדליפה הרדיואקטיבית לסביבה במקרה של תקלה בכור או התפוצצות, כפי שארע בעיר צ'רנוביל שבברה"מ לשעבר בשנת 1986. הנוק הסביבתי היה אדיר ממדים ושיעורי קרינה מדאיגים נרשמו באזור המזרח התיכון ומערב אירופה. בחלק ממדינות מערב אירופה (במיוחד בסקנדינביה) וחלק ממדינות ארה"ב, הגיעו ראשי השלטון להחלטה על הפסקת פעילות הכורים הגרעיניים לייצור חשמל ומעבר לשימוש בצורות אנרגיה אחרות, ידידותיות יותר לסביבה.

**פצלי שמן:** מקור אנרגיה נוסף המצוי בישראל בעתודה של כ- 10 מיליארד טון פצלי שמן מהם אפשר להפיק 500 מיליון טון נפט שיספקו את תצרוכת מקורות האנרגיה של ישראל במשך 60 שנים. פצלי שמן אלה הם סלעי גיר הספוגים בסוג של שמן אדמה הדומה בצורתו והרכבו הכימי לנפט גולמי. 70% מהפצלים בארץ נמצאים בנגב הצפוני, בעיקר בנחל צין ומישור רותם.

שלבי הפקת פצלי השמן: כרייה, גריסת הפצלים, שריפת החומר הגרוס והפקת קיטור לייצור חשמל. הגפרית המזהמת שמשחררת בזמן השריפה נספגת ע"י הפצלים ולכן הם פחות מזהמים. פסולת הפצלים יכולה לשמש כחומר גלם לגבס וכמלט לבנייה.

### **טורבינות מים**

טורבינות מפלי מים המפיקות חשמל בכמויות קטנות הוקמו בקיבוצים הגושרים ומעיין ברוך ליד מקורות הירדן, במושב רוויה שבעמק בית-שאן ובאגם כפר ברוך שבעמק יזראל.

## **ביו-אנרגיה**

בישראל התקיים פרוייקט נפ"ח (ניצול פסולת חקלאית) בשנים 1976-1982 בעידוד משרד האנרגיה והתשתית. מטרת הפרוייקט הייתה ניצול פסולת חקלאית, בעיקר זבל פרות, להפקת אנרגיה ובדרך עקיפה לפתור את בעיית סילוק הפסולת ברפתות. מערכות ביו-אנרגיה הוקמו בקיבוצים כפר גלעדי בגליל העליון, בית שערים ויגור בעמק יזראל וזיקים במישור החוף. בכפר גלעדי לדוגמא הצליחו לחסוך כ- 15% מצריכת האנרגיה. בבית שערים המערכות הללו משמשות להסקת החממות. הפרוייקט הופסק בשלב זה מסיבות בירוקרטיות, למרות יתרונותיו.

## **אנרגיית רוח**

בתל עסניה ברמת הגולן, נבנתה והופעלה בשנת 1992 לראשונה חוות טורבינות רוח. החווה כוללת 10 טורבינות בגובה של 50 מ' כל אחת. כל טורבינה מספקת 600 קילוואט. התחנה מספקת אנרגיה ב- 97% מהזמן ונחשבת לבעלת נצילות גבוהה מאוד. היתרון בניצול אנרגיית הרוח בישראל הוא זמינות הרוח בתקופות בהן הביקוש לחשמל גבוה, חורף או קיץ. על פי הערכות, ניתן לנצל בישראל כמות של 600 מגהוואט, פי 100 מהמסופק בחוות תל-עסניה ברמת הגולן.

## **סיווג תחנות הכוח בארץ לפי סוג המתקנים**

### **דוודי קיטור**

תחנות כוח פחמיות:

1. תחנת הכוח מאור דוד, חדרה.
2. תחנת הכוח רוטנברג, אשקלון.

תחנות כוח קיטוריות על מזוט:

1. תחנת הכוח אשכול, אשדוד.
2. תחנת הכוח רידינג, תל-אביב.

### **טורבינות גז המוסקות בסולר:**

1. תחנת הכוח גזר, אזור רמלה.
2. תחנת הכוח חגית, אזור צומת אליקים.
3. תחנת הכוח רמת חובב.
4. תחנת הכוח אלון התבור.
5. תחנת הכוח אילת.
6. תחנת הכוח עטרות, ירושלים.
7. תחנת הכוח צפית, אזור כפר מנחם.

### **תחנות כוח דיזל גנרטורים:**

1. תחנת הכוח אשקוגן, אשקלון.
2. תחנת הכוח ארז.

## אנרגיית השמש (סולרית)

נהוג להפריד אנרגיה סולרית למטרות ייצור חום ואנרגיה סולרית למטרות ייצור חשמל באמצעות תאים פוטו-חשמליים. קולטי השמש בדוודים, הם דוגמא למטרות שימוש הפקת חום. שעונים סולאריים ותאורת כבישים במקומות מרוחקים, הם דוגמא לייצור חשמל באמצעות תאים פוטו-חשמליים. את ערכה הכלכלי של אנרגיה זו קובעים המשתנים הבאים:

- חלופות של מקורות אנרגיה אחרים בסביבה.
- מיקום האתר הסולרי ביחס לצרכן.
- עלויות הקמת המתקנים הסולריים.
- עלויות אחסון ותחזוקה.

לאנרגיה הסולרית אין את אותם הסיכונים שיש בהפקת האנרגיה הגרעינית ואין קשיי הובלה. היא נמצאת כמעט בכל מקום על פני כדור הארץ, אם כי עוצמתה משתנה בהתאם למיקום הגיאוגרפי ובהתאם לעונות השנה. אנרגיית השמש מנוצלת באזורים עשירי קרינה, כגון: דרום-מערב ארה"ב, ישראל ועוד, אולם גם בהם היא אינה מהווה עדיין אלטרנטיבה לתחנות כוח. אנרגיה זו, תוכל להחליף בעתיד חלק ממקורות האנרגיה המתכלים בתחום צריכת החשמל, בייחוד בכל הנוגע למתקני קירור (מקררים, מזגנים) וחימום ביתיים (דודי שמש).

## אנרגיה סולרית בישראל:

ישראל נחשבת לאחת המדינות המתקדמות בעולם בתחום ניצול האנרגיה הסולרית לשימוש ביתי, בעיקר ע"י דוודי שמש. ובמרבית הבניינים מותקנים דוודי שמש על הגג. בישראל מבוצע מחקר ארוך טווח במחלקה לאנרגיה סולרית שבמכון וייצמן ברחובות, לגבי השיטות השונות לניצול אנרגיה זו. בשדה בוקר בנגב, הוקם המרכז לניצול אנרגיית השמש. כמיליון קולטי שמש מספקים מים חמים ליחידות הדיור, חוסכים בשנה למעלה ממאה אלף טון מוצרי אנרגיה אחרים.

דוודי שמש – מתקן המנצל ישירות את אנרגיית השמש לחימום מים לאספקה ביתית שוטפת. המים החמים מסופקים לדירה בצנרת נפרדת מצנרת המים הקרים כדי למנוע איבוד חום.

בריכות שמש – בישראל נעשו ניסיונות מוצלחים בבקעת ים המלח שעברו לייצור מסחרי של חשמל, המופק מבריכות מים שמולאו במי ים המלח. בריכות שמש הן מקווה מים גדול, טבעי או מלאכותי המכיל מלחים בריכוז גבוה. המים המכילים



ריכוזי מלח שונים, מאורגנים בשכבות-שכבות המשתנות בעוצמת מליחותן עם הירידה לעומק. שכבת המים העליונה מכילה פחות מלח וככל שמעמיקים בבריכה נעשה ריכוז המלח גבוה יותר. מי הבריכה מקבלים קרינה אחידה בכל נפח המים, אך כתוצאה מהמליחות השונה לאורך עומק הבריכה, שכבת המים העליונה נשארת קרה יחסית וככל שמתקרבים לקרקעית נעשים המים חמים יותר עד שמגיעים לרתיחה. הסיבה לכך היא שקרני השמש מחממות טוב יותר מים בעלי ריכוז מלח וככל שהריכוז גבוה יותר, התחממותם מהירה ויעילה יותר. בגלל הריכוז הגבוה של המלח בשכבה התחתונה, אין בריחת חום בלילה. קרני השמש חודרות דרך השכבות העליונות המכילות פחות מלח ומחממות יותר את השכבות התחתונות בעלות תכולת מלח גבוהה. למעשה, מבנה שכבות המלח במים יוצר מעין מלכודת חום המונעת מהמים החמים לעלות לשכבות העליונות ובכך נמנעת בריחת חום מהבריכה.

המים החמים שבתחתית הבריכה, הם למעשה נוזל חם מאוד המועבר בצינורות, בצורת נוזל ואדים חמים. המים והאדים החמים עוברים במערכת צינורות חמה. מערכת צינורות חמה זו, יוצרת קיטור המפעיל טורבינה לייצור חשמל. הקיטור אינו הולך לאיבוד, ועובר תהליך של עיבוי וחזרה בצינורות אל תחתית הבריכה כדי להפוך שוב לאדים וחוזר חלילה. בחבל קליה שבצפון ים המלח הוקמה בריכת שמש המפיקה חשמל. בריכת השמש מהווה מעין מאגר יעיל לאחסון חום של אנרגיית השמש שכמעט ואינו מושפע מהסביבה החיצונית.

מגדל שמש – מתקן גדול המכיל שדה מראות גדול. המראות נקראות הליוסטטים וכל אחת מהן עוקבת אחר מסלול השמש בנפרד ע"י בקרת מחשב. בדרך זו, נאספת קרינת השמש אל מגדל מרכזי, אשר בתוכו נמצא שמן סינתטי המגיע לטמפרטורה של 390 מעלות צלזיוס. הנוזל מרתיח מים, אשר הופכים קיטור ומפעילים טורבינות המפיקות חשמל. במכון וייצמן למדע ברחובות נבנה מגדל שמש למטרות ניסוי.

תאים פוטו-חשמליים – תא שמש חשמלי הופך ישירות את אנרגיית השמש לאנרגיה חשמלית ע"י העיקרון הפיזיקאלי של אפקט פוטו-ואולטאי. אור הפוגע בתא הפוטו-חשמלי המורכב למעשה משני חומרים מסוימים שונים, גורם לפליטת אנרגיה חשמלית. אם מחברים מוליכים חשמליים לשני החומרים הצמודים הללו, מקבלים זרם חשמלי, כמו בסוללה. ניתן לראות בישראל מתקנים הפועלים על עקרון זה, למשל בתאורת טרמפיאדות במקומות רחוקים וכן שלטי חוצות. השימוש אינו נפוץ עדיין בקרב צרכנים פרטיים, פרט למקומות בודדים מרוחקים. ערכם הכלכלי של תאי השמש הפוטו-חשמליים נקבע לפי הפרמטרים הבאים: עלויות הייצור, עלויות ההתקנה, משך זמן אגירת האנרגיה, משך הזמן עד להרס התא הפוטו-חשמלי, גודל

השטח החשוף הנדרש, אלטרנטיבות אחרות לאנרגיה.

**בתי הזיקוק בחיפה** בתי הזיקוק הוקמו בעידוד השלטונות המנדט הבריטי במפרץ חיפה בשנת 1938, גם כחלק מהיערכותם לקראת מלחמה עתידית, בתי הזיקוק מוקמו על גדות נחל קישון משלוש סיבות:

- החל מ-1934 הגיע לשם הדלק בצינור הנפט כירכוכ-חיפה
- באזור הקישון היה ניתן לשאוב מים לקירור מתקני הזיקוק
- זה היה מתחם שממנו היה אפשר לתכנן גישה נוחה הן בתחבורה והן בהולכה בצנרת לנמל חיפה.

### אחרי קום המדינה

במקביל ליציאת הבריטים מהארץ הם הורו לחברת האנרגיה של להפסיק הזרמת נפט גולמי בצינור הנפט מעיראק. במאי 1948 חזרו הבריטים למפעל בליווי צבא ואוניות קרב ורוקנו את הנפט מהמיכלים.

ממשלת ישראל, שהייתה זקוקה לנפט, לצורכי צבא וכדלק למכוניות, החליטה להפעיל את בתי הזיקוק מבלי לקבל את אישורה המפורש של ההנהלה הבריטית.

במהלך שנת 1949 חזרו המנהלים הבריטיים, אולם בתי הזיקוק היו מושבתים היות שלא זרם נפט בצינור, רק בסוף אותה שנה החלו להגיע מכליות נפט גולמי ממקורות אחרים ורחוקים לנמל חיפה.

### בתי הזיקוק בחיפה כיום

במשך כל השנים השטח עליו ישבו בתי הזיקוק היו שטח אקסטריטוריאלי ולא השתייכו לשום רשות מוניציפלית (למרות שמם הקודם בתי זיקוק חיפה - הם לא השתייכו לעיר חיפה). על פי החלטת שר הפנים דאז אופיר פז-פינס, צורף שטח בתי הזיקוק בצו בנובמבר 2005 לשטח המוניציפאלי של חיפה

מתקני בתי הזיקוק בחיפה: שטחם הכולל של בתי הזיקוק, ללא המפעלים הסמוכים הוא כ-1700 דונם. בעלי כושר הזיקוק של כ-9 מיליון טון נפט גולמי בשנה.

### קו צינור הנפט מאילת

בעקבות סגירת תעלת סואץ, (שמאוחר יותר הובילה למלחמת סיני), ובכדי להבטיח הספקה סדירה של דלק לישראל הוקמה בשנת 1956 חברה ממשלתית "אפיקי נפט" לצורך קליטה בנמל אילת של נפט גלמי והזרמתו לבית הזיקוק בחיפה. בשנת 1957 החלה הזרמת נפט איראני בצינור, בהתחלה מאילת לבאר שבע ומשם ברכבת ובמהלך שנת 1957 הונח קטע נוסף של הקו מבאר שבע לאשדוד ומשם הובל הדלק באוניות לחיפה, שם זוקק. רק בשנת 1959 הושלמה הנחת הצינור עד בתי הזיקוק בחיפה, והוקמה "חברת קו צינור אילת בע"מ" (קצ"א) לשם תפעול הקו.

## בתי הזיקוק באשדוד

ב-1969 קיבלה הממשלה החלטה להקים בית זיקוק נוסף באשדוד, וזאת הן לשם פיזור הסיכונים, ובעיקר בגלל הקרבה לחוות המיכלים של קו צינור הנפט אילת-אשקלון (קצא"א).

ב-1973 הופעלו המתקנים בבתי הזיקוק באשדוד, והגדילו את יכולת הזיקוק של בתי הזיקוק.

שטחם הכולל של בתי הזיקוק באשדוד כ-1000 דונם בעלי כושר הזיקוק של כ-4 מיליון טון נפט גולמי בשנה.

### מוצרים

דלק להנעת כלי רכב ובנוסף, מוצרי החברה מהווים את חומרי הגלם לתעשיות הדלק, הפלסטיקה, הגז, האספלט לסלילת כבישים ועוד

### הלבניות



ה"לבניות"

סמלם של בתי הזיקוק בחיפה הן ה"לבניות", צמד מגדלים שנועדו לקרר את המים החמים המוזרמים אליהם ממתקני הזיקוק. המגדלים (הנישאים לגובה של 76 מטר) זכו לכינוי הזה בגלל צורתם, שהזכירה את צנצנות הלבן שנמכרו בחנויות המכולת בארץ באותן שנים. מאחר וה"לבניות" הן מחליפי חום ופולטות אדי מים בלבד, אין הן מזהמות את הסביבה. בשנת 2008, הפסיקו ה"לבניות" לשמש לקירור, וכיום בתי הזיקוק משתמשים בעזרים מודרניים יותר לקירור המים. עקב מצבם הרעוע של המבנים מתוכננת הריסת אחת ה"לבניות" והשארת השנייה כסמל ומזכרת.

### בעלות

ב-1958 כתוצאה מחשש מהחרם הערבי, קיבלה ממשלת בריטניה החלטה למכור את כל עסקיה בארץ, כולל עסקי הנפט. בין העסקאות שבוצעו הייתה מכירת בתי הזיקוק לממשלה, שהחליפה את שמם ל"בתי זיקוק חיפה".

ב-1969, עם הקמת בתי הזיקוק באשדוד, קיבלה הממשלה החלטה לגייס חלק מההשקעה ממשקיעים זרים, ובאופן טבעי בעיקר מיהודים עשירים מהתפוצות. לצורך כך, המדינה הקצתה 26% ממניות בתי-הזיקוק ל"חברה לישראל" – חברה

שהוקמה ב-1968 לצורך יצירת שותפות בין המדינה לבעלי הון זרים. אחד המשקיעים שנענו להצעת השותפות היה איש העסקים שאול אייזנברג.

פיצול והפרטה על פיצול בין שני בתי הזיקוק והפרטתם הוחלט במספר החלטות ממשלה, החלטה 126 מיום 22/8/1999, החלטת ועדת השרים לענייני הפרטה מס.מח2/ מיום 20/10/1999, החלטת ממשלה 2796 מיום 25/11/2002 והחלטה 787 מיום 15/9/2003. על סמך החלטות אלו נחתם ב-2/12/2002 הסכם בין המדינה לבין החברה לישראל בע"מ ובתי זיקוק לנפט בע"מ על פיו הפיצול וההפרטה של בתי הזיקוק יבוצעו במהלך השנים 2004-2005. על פי הסכם זה, יוקמו שתי חברות נפרדות לבתי הזיקוק באשדוד ובחיפה. בית הזיקוק באשדוד יימכר כעסק פעיל. ולאחר מכן יונפק בית הזיקוק בחיפה לציבור במלוואו בבורסה בתל אביב. בתחילת 2006 החברה לישראל מכרה למדינה את חלקה בבזן - 26% - אותם חכרה לפני כמה עשורים. תמורת החזרת חלקה, החברה לישראל קיבלה 677.5 מיליון שקל, לאחר מאבק משפטי וציבורי שהגיע עד בג"ץ. התנהלות הממשלה במשא ומתן עם החברה לישראל זכתה לביקורת קשה של מבקר המדינה

” ההסדר נעשה בלא שהוכנה הערכת שווי עדכנית של הנכסים; למקבלי ההחלטות לא הוצג תחשיב המפרט כמותית כיצד נקבעו דמי ההרשאה; רשות החברות לא שותפה באופן מספק בגיבושו; והכנתו לא לוותה בעבודה של צוותי היגוי מקצועיים

—מבקר המדינה דו"ח שנתי 54 א' לשנת 2003

ב-1 באוגוסט 2006 רכשה חברת פז את בית הזיקוק באשדוד תמורת 3.25 מיליארד שקל, וזה הפך לחברה בשם **פז בית זיקוק אשדוד בע"מ**.

בפברואר 2007 הופרטו בית הזיקוק בחיפה בשני שלבים, בשלב הראשון נמכרו 44% מהמניות למשקיעים מוסדיים (קופות גמל, קרנות הון סיכון וקרנות פנסיה) 461 אחוז נמכרו לקבוצת עופר-פדרמן תמורת כ 702 מיליון דולר, ובשלב השני נמכרו שאר המניות במסגרת הנפקה בבורסה של תל אביב.

ב-1 באוגוסט 2006 רכשה חברת פז את בית הזיקוק באשדוד תמורת 3.25 מיליארד שקל, וזה הפך לחברה בשם **פז בית זיקוק אשדוד בע"מ**.

בפברואר 2007 הופרטו בית הזיקוק בחיפה בשני שלבים, בשלב הראשון נמכרו 44% מהמניות למשקיעים מוסדיים (קופות גמל, קרנות הון סיכון וקרנות פנסיה) 461 אחוז נמכרו לקבוצת עופר-פדרמן תמורת כ 702 מיליון דולר, ובשלב השני נמכרו שאר המניות במסגרת הנפקה בבורסה של תל אביב.

חברת **”בתי זיקוק לנפט בע”מ”** (בזן) הייתה מונופול בתחום זיקוק נפט גולמי ובייצור מוצרי דלק בישראל. לבזן מספר חברות בת: **”כרמל אולפינים”**, **”גדיב”**, **”תעשיות פטרוכימיות”** **”שמנים בסיסיים חיפה”** ועוד, בנוסף החברה מחזיקה

בבעלויות חלקיות בגופים עסקיים נוספים. החברה מייצרת מוצרים לתעשייה הפטרוכימית, חומרים ארומטיים, שמנים בסיסיים ושעווה.

עד שנת 1972 היה שמם של בתי הזיקוק "בתי זיקוק חיפה" ואז שונה ל"בתי זיקוק לנפט" בראשי תיבות - בזן.

המונופול של החברה הסתיים בשנת 2006, עם מכירתו של בית הזיקוק באשדוד לחברת פז

**סיכום חסרונות ויתרונות של מקורות האנרגיה המתכלים:**

מקור אנרגיה	יתרונות	חסרונות
פחם	עתודות גדולות של פחם במקומות רבים בעולם	השפעות סביבתיות שליליות. הפקה מסוכנת ויקרה. פגיעה בנוף. הובלה יקרה. לא טוב כדלק לתחבורה.
נפט	זול יחסית להובלה מספק מגוון של תוצרי לוואי לשימוש בתעשייה. מקור אנרגיה המתאים ביותר לתחבורה.	מצוי באזורים מעטים בעולם ולעיתים רגישים מבחינה פוליטית. ההשקעה בחיפוש נפט יקרה ויש בה סיכון כלכלי רב (במקרה שלא מוצאים). השימוש מזהם את הסביבה.
גז טבעי	מצוי בהרבה מקומות בעולם. אינו מזהם.	הובלה יקרה יחסית (צריך להפוך אותו לנוזל לפני הובלתו למרחקים).
מקור אנרגיה	יתרונות	חסרונות
פחם	אנרגיה זמינה ונסחרת. ניתנת להובלה בעולם – באוניות רכבות ומשאיות.	אנרגיה מתכלה מזהם את הסביבה- אויר ויש גם פסולת יבשה. תורם לאפקט החממה. מיקום תחנת הכוח מוגבל בקרבה למקור מים לצורך קירור.
נפט	אנרגיה זמינה ונסחרת בעולם. ניתנת להובלה בצינורות ובאוניות.	אנרגיה מתכלה מזהם את הסביבה- באוויר וגם בים כאשר יש דליפה מאונייה. תורם לאפקט החממה. מיקום תחנת הכוח מוגבל בקרבה

למקור מים לצורך קירור.		
אנרגיה מתכלה מזהם את הסביבה פחות מפחם ונפט. תורם לאפקט החממה.	אנרגיה זמינה ונסחרת בעולם. ניתנת להובלה בצינורות ובאוניות. תחנת הכוח קטנה בשטחה יחסית.	גז
אנרגיה מתכלה מזהם את הסביבה סכנה סביבתית לכן יש צורך במיקום רחוק ממרכזי אוכלוסייה. יש צורך בכוח אדם משכיל ובעל ידע להפקת אנרגיה. יש מגבלות סחר בעולם באורניום ולכן המדינות המפיקות הן בעלות אורניום שקיים אצלן כמשאב טבע.	כמות אנרגיה עצומה ביחס לחומר.	אנרגיה גרעינית
יש צורך ברמות קרינת שמש גבוהה ולכן מוגבל לאזורים שטופי שמש. עלות הפקה גבוהה וכן עדיין לא כלכלי. ארובת שרב עדיין לא נוסה ויושם. בריכות שמש – לא כלכלי	אנרגיה מתחדשת לא מזהם טכנולוגיות: תאים פוטו וולטאים טובים לשימוש נקודתי באזורים מרוחקים ממקור חשמל. ארובת שרב בריכות שמש	שמש
יש צורך בכמויות מים גדולות ולכן מוגבל בהיקפיו. מיקום תחנת כוח הידרואלקטרית – מוגבל גם לסוג המסלע שנבנה עליו כי יש צורך בסלע חזק מאד לשאת משקל של סכר ותחנת כוח. לעיתים תחנת הכוח רחוקה מריכוזי אוכלוסייה שצורכים את החשמל.	אנרגיה מתחדשת לא מזהם	מים
יש צורך בעוצמות רוח ספציפיות	אנרגיה מתחדשת	רוח

לא מזהם אין הגבלה להר או מישור.	ולכן מוגבל במיקומו.
ביומאסה	אנרגיה מתחדשת ניצול אנרגיה של פסולת ולכן יכול להתקיים בכל מקום. כמו כן מאפשר להקטין את כמות הפסולת שייצרת האוכלוסייה.
	כמות האנרגיה תלויה בכמות הפסולת.

אורמת היא חברה בינלאומית בתחום האנרגיה והחשמל העוסקת, באמצעות חברות בנות, בתחנות כוח הפועלות על אנרגיה חלופית, בעיקר אנרגיה גאותרמית. כמו כן, מייצרת החברה ציוד לייצור חשמל וציוד עזר. לאורמת מעל לאלף טורבוגנרטורים מסביב לעולם- בצפון אמריקה, דרום אמריקה, אירופה, אוסטרליה ואסיה. בין מוצרי החברה גם טורבינות, גנראטורים, מחליפי חום ובעבר גם מערכות בריכות שמש.

לאורמת גם מספר אחזקות בחברות אחרות העוסקות בתחומים אחרים, שהעיקרית בהן הינה אחזקה ב-OPTI CANADA, העוסקת בהשבחת דלק כבד, בהתבסס על טכנולוגיה שפיתחה החברה.

החברה הוקמה בשנת 1965, בידי יהודה ויהודית ברוניצקי, שהם בעלי השליטה העיקריים בחברה. נכון לסוף 2008 הם מחזיקים בשיעור של כ-35% ממניות החברה. במהלך השנים 2007-2008 רכשה קבוצת גזית אינק. שהיא החברה האם של גזית גלוב כ-20% ממניות אורמת, והפכה לבעלת עניין בחברה.

אורמת עוסקת כיום בעיקר בייצור טורבינות ותחנות כוח גאותרמיות, המייצרות חשמל בכוח הקיטור שנוצר מפעילות וולקנית המחממת את מי התהום. אורמת נחשבת למובילה העולמית בייצור הטורבינות הללו. בישראל, שאין בה הרבה פעילות וולקנית, לא ניתן להקים טורבינות גאותרמיות. ואולם, המטרה המקורית של אורמת הייתה להגשים את החלום הקלאסי של שוחרי איכות הסביבה בארץ, ולייצר חשמל מאנרגיית השמש. יהודה ברוניצקי עבד בסוף שנות ה-50' במעבדה הממשלתית לפיסיקה. ראש הממשלה דאז, דוד בן-גוריון, האמין בניצול אנרגיית השמש להתפלת מים ולייצור חשמל. ברוניצקי וחבריו במעבדה פיתחו טורבינה המאפשרת לייצר חשמל ממקורות אנרגיה שונים, כולל השמש. "הממשלה חיפשה תעשיין שייצר את ההמצאה, ולא מצאה", מספרת ברוניצקי, "אז יהודה ואני הצענו שנקים מפעל ונייצר בעצמנו". בשנות ה-70' חל משבר האנרגיה הראשון, שהגביר את ההתעניינות באורמת. החברה השיגה סיוע ממשלתי וגייסה הון מיזמים פרטיים, והצליחה להתקין בערבה את מיזם 'בריכת השמש', אחד מתחנות הכוח הראשונות בעולם שייצרה חשמל מאנרגיה סולרית. "הוכחנו שהרעיון שלנו מעשי", מספרת ברוניצקי, "מחירי הדלק הגיעו, במונחים של ימינו, ל-80 דולר לחבית. מחירי הדלק מעלים את מחירי החשמל, ואנחנו ייצרנו חשמל זול יותר. אבל בשנות ה-80 מחירי הדלק צנחו, החשמל הרגיל חזר להיות זול יותר, והפרנסים שלנו, גם המדינה וגם המשקיעים הפרטיים, זנחו את הרעיון. עשינו ניתוח שהצלית, אבל החולה מת". "התחלנו לייצר טורבינות גאותרמיות, והצלחנו בכך, רק כשנכשלנו בתחום אנרגיית השמש", מספרת ברוניצקי. "רצינו לייצר מוצר שיהיה לתעשייה הישראלית מה

שהשעון לתעשייה השוויצרית. אפשר להגיד שהצלחנו: כשמומחים ברחבי העולם מדברים 'מקורות אנרגיה אלטרנטיביים', אחד השמות הראשונים העולים בתודעתם היא אורמת. אבל ייצרנו מין שעון שוויצרי שה-'שוויצרים' אינם יכולים ליהנות ממנו".

"ייצור חשמל מאנרגיית השמש הוא עדיין יקר מאוד, יותר מייצור החשמל הרגיל. קילוואט-שעה של חשמל סולרי עולה 20 סנט (חברת החשמל מייצרת חשמל ב-3-9 סנט לקוואט"ש, ת.ג.). לעסק פרטי לא כדאי להשקיע בייצור כזה, אבל לממשלה כדאי". מדוע?

"כיוון שייצור החשמל, פעילות המפעלים והשימוש במכוניות נעשים באמצעות פחם, נפט ואפילו גז טבעי שמזהמים את הסביבה, ומטילים על הממשלה והחברה הוצאות רבות. המדינה לא צריכה להקים, אלא לתת סובסידיות, שיהפכו את הקמתן לכדאית, כפי שנעשה בעולם המערבי. הבעיה היא, שבישראל איכות הסביבה היא עדיין קול קטן. חברת החשמל, שהיא גוף חזק מאוד.

"אחת הסיבות החשובות לשיפור בתוצאות שלנו הם ההוריקנים והשיטפונות שהתרחשו בזמן האחרון", אומרת ברוניצקי. "השיטפונות הוכיחו גם לאלה שהיו סקפטיים, שזיהום האוויר גורם לשינויים אקלימיים, ומצד שני, ששינויים אקלימיים יכולים לפגוע בקידוחי הגז והנפט, כך שצריך מגוון של מקורות אנרגיה. אני מאמינה שעכשיו כולם מבינים שהירוקים צדקו בנקודה הזאת. בתור חברה שמפתחת מקורות אנרגיה אלטרנטיביים, אנחנו מרוויחים מההבנה הזאת.

"גורם נוסף שמסייע לנו הם חוקי האנרגיה החדשים בארה"ב, מחייבים את הממשל האמריקני לתת סובסידיות רציניות לחברות שמייצרות אנרגיה ממקורות אנרגיה חלופיים כמו שלנו, אותם חוקים שהיינו רוצים לראות בישראל. ממשל בוש, שנתמך בידי תעשיית הנפט, התנגד לחוק אבל לא הצליח למנוע אותו. אנחנו צופים שעכשיו יצאו בארה"ב יותר ויותר מכרזים להקמת תחנות כוח ידודותיות לסביבה, ושנחנו נשתתף ונזכה ברבים מהם.

"גם העלייה במחירי הדלק מסייעת לנו. מחירי הדלק משפיעים על מחירי החשמל, והחשמל שלנו הוא זול בהרבה מזה שמופק באמצעים הישנים".

### **"ירידת מחירים בדלק לא תפגע באורמת"**

לאורמת היה מזל כפול עם מחירי הנפט: לפני שנתיים, כשמחירי הנפט החלו לעלות, החלה אורמת להשקיע, לראשונה, גם בענף הנפט. אחת מחברות הבת של אורמת, אופטי, פיתחה טכנולוגיה חדשנית להשבחת ביטומן גולמי, והצטרפה לפרויקט גדול של הפקת ביטומן בקנדה.

אורמת הקימה כבר יותר מ-1,000 טורבינות בארה"ב, כולל אלסקה והאוואי, קנדה, רוסיה, יפן, ארגנטינה, מקסיקו, גוואטמלה, ניקרגואה, קוסטה-ריקה, ניו-זילנד, גרמניה, אוסטרליה, איטליה, איסלנד, פורטוגל, האיים האזוריים, קניה, הודו והפיליפינים. חלק מתחנות הכוח שהקימה אורמת נמצאות בבעלותה, וחלקן נמכרו לחברות אחרות. חלקן גדולות מאוד, ומייצרות עד 130 מגאוואט חשמל, וחלקן כוללות טורבינה אחת בלבד, המספקת חשמל במקום מבודד. למרות המגוון והריחוק, ממשיכה אורמת לייצר את כל הטורבינות ותחנות הכוח במפעל ביבנה. אורמת עובדת בשיטת 'סט-קומפלט': 350 העובדים ביבנה עושים הכול, מריתון המערכות המובילות את הקיטור לטורבינות ועד הרכבת חדרי הבקרה.



## גז טבעי ומדיניות משאבי אנרגיה בישראל

מאז נמצאו מקורות גז טבעי בחופי הארץ יש המציעים להגדיל את השימוש בו לייצור חשמל ושימושי אנרגיה אחרים – פורסם מחקר הבוחן האם, ועד כמה נכון לישראל להגדיל את הסתמכותה על גז טבעי

כושר ייצור החשמל בישראל מתקרב לרמת הצריכה בשעות השיא. לדברי חברת חשמל הרזרבות הן שמונה אחוזים בלבד מכושר הייצור, לעומת 25 אחוז כמקובל במדינות אירופה. עם הפיתוח והצמיחה העתידיים הצפויים בישראל היה צורך לבחון לא רק תכנון של תחנה נוספת כדי לספק ביקושים לעתיד לבוא, אלא את הכיוון של משק האנרגיה בכללו.

הנה עיקר מסקנות הדוח לגבי האסטרטגיה שעל ישראל לנקוט, בקיצור נמרץ:

- להפחית את הביקושים לחשמל (בעיקר לחסוך בצריכה)

- לתכנן תחנות כוח המופעלות על גז רק אם אספקת הגז מובטחת לטווח ארוך

- לתכנן, אך עדיין לא לבנות, מסוף גז טבעי נוזלי

- לייצר חשמל באמצעות תמהיל מגוון של דלקים, כולל אנרגיות מתחדשות.

החוקרים צופים עליה גדולה בביקוש העתידי לחשמל, וזאת משני טעמים:

עליה בביקוש למים שמסופקים על ידי התפלה (תהליך צורך חשמל)

ועלייה בצריכת החשמל העתידית של הרשות הפלסטינית שצרכיה מסופקים כיום על ידי ישראל.

הדוח אינו מביא המלצות לגבי תחנה פחמית נוספת. מחברי הדוח טוענים כי למרות מחירו הנמוך יחסית של ייצור חשמל מפחם, ההשקעה המיידית גבוהה. עוד מציינים החוקרים כי לקיחה בחשבון של העלויות החברתיות הכלליות של הפעלת תחנה מסוג מגלה כי יתרון המחיר הנמוך נשחק. לזאת נוסף שיקול הנוגע בחברות ישראליות המייצאות סחורות למדינות אירופה: ייצור באמצעות חשמל המופק מפחם (הידוע כמזהם אוויר), עשוי למקם את היצרנים הישראליים במצב תחרותי נחות.

### מתודולוגיה חדשה לבחינת אסטרטגיה

המחקר בוצע על ידי מחלקת סביבה, אנרגיה ופתוח כלכלי של חברת המחקר הגלובלית Corporation RAND, שזהו מחקרה הראשון בישראל.

השאלה שנשאלה היא האם ישראל צריכה לוותר על יבוא פחם ולעבור לשימוש בגז בהפעלת תחנות הכוח העתידיות שלה לייצור חשמל?

1. ריסון הביקושים לחשמל בישראל

מחברי הדוח מציינים כי ריסון זה הוא אמצעי חשוב להשגת ביטחון אנרגטי. ישראל כיום היא צרכן אנרגיה לא יעיל יחסית, וניתן לדעתם להתייעל באמצעים זולים יחסית. ההצעה היא לעבור לבנייה ירוקה גם בבניינים קיימים, באמצעות בידוד בתים ובניינים מסחריים. צרכנים ישראלים גם צריכים לעבור לשימוש במכשירי חשמל חסכוניים ועל המדינה לעודד זאת. אמצעי נוסף שמעלים החוקרים, יקר יותר ממה שהוזכר עד כה, הוא להביא לשינוי בהרגלי הצריכה של תושבי ישראל באמצעות מחיר החשמל. הם מציעים להשקיע ברשת חכמה של תמחור על פי שעת הצריכה ופרמטרים אחרים שיגרמו לייקור החשמל בזמני צריכת שיא. חשמל אינו ניתן לאגירה ומערכת צריכה להיות מסוגלת לענות לביקושים בזמן שיא. הקטנת הביקושים בזמן שיא עשויה לבטל את הצורך בבניית תחנת כוח נוספת.

עד יישומו של צעד זה - אם בכלל, כדאי לישראל לשקול העלאה במחיר החשמל עד לתוספת של שליש במונחים ריאליים כדי להגדיל ההתייעלות בשימוש בחשמל.

## 2. אספקת גז בטוחה

הדוח מציין כי צריכת כמויות גדולות יותר של גז טבעי במשק האנרגיה הישראלי אפשרית, אם עתודות הגז שנתגלו בישראל יהיו מקור האספקה העיקרי. כמו כן אומר הדוח שעל כל אסטרטגיה המכוונת להגברת השימוש בגז טבעי להבטיח רמה מספקת של תשתית האספקה ורמה מספקת של דלקים חלופיים (כמו סולר), זאת כדי לקדם אפשרות של הפרעות באספקה סדירה של גז.

שימוש בפחם מותנה בסדר העדיפויות הלאומי הלוקח בחשבון שיקולים של אבטחת אספקה, הפחתת זיהום, שימושי קרקע ועלויות.

על ממשלת ישראל להסדיר מחירים של גז טבעי מקומי על בסיס עלות הגז המיובא כדי להבטיח לחברות יצרניות הגז החזר השקעה הולם.

## 3. תשתית לגז טבעי ולגז נוזלי

אם יש בכוונת המדינה להגדיל את חלקו של הגז הטבעי בתמהיל האנרגיה ולא רק בייצור חשמל, עליה להמשיך בתוכניות לבניית צנרת פנים-ארצית לגז טבעי, אומרים מחברי הדוח. על ישראל להבטיח שהתשתית תוכל לעמוד ברמת השימוש הגבוהה בגז טבעי.

## 4. גז בצורה נוזלית

ניתן לדחוס ולקרר את הגז הטבעי לשם שינוי מצב הצבירה שלו מגז לנוזל (גט"ן). במצב נוזלי הוא תופש נפח של 1/600 ממצבו הגזי. הובלה ואחסון של הגט"ן מחייבים זהירות ובניית מסופים מיוחדים לפריקה כדי למנוע בעיות סביבתיות. מובן שאלו יקרים. בארץ, בנוסף לבעיות סביבה, קיים הסיכון שהמתקנים יהוו מטרה נוחה לפגיעה מצד מחבלים או מדינות עוינות. למרות כל אלו ממליץ הדוח לתכנן מסוף לפריקה ואחסון של גט"ן כגיבוי למקרה של אי סדירות או הפסקה של אספקת הגז ממדינות אחרות.

## 5. ייצור בתמהיל נכון

למרות העלויות הגבוהות כיום של תחנות תרמו-סולריות, החוקרים ממליצים להשקיע במספר תחנות כאלה לייצור חשמל או לחימום מקדים של הקיטור

בתחנות המופעלות על ידי דלקים פוסילים (פחם, סולר וגז טבעי). מחברי הדוח מציינים שתוספת כושר ייצור חשמל מגז טבעי בלבד יותירו את ישראל חשופה להפרעות באספקה. לדעתם על ישראל להגדיל את הסובסידיות לייצור חשמל מאנרגיה סולרית.

## ישראל אי בודד

אחד המאפיינים של אספקת החשמל בישראל היא התלות בדלקים מבחוץ (עד למציאת הגז המקומי) ובידודה של המדינה. עד למציאת מקורות הגז בישראל לא היו לנו מקורות אנרגיה אלא מייבוא. למרות ששוק הפחם בעולם יציב יותר מאשר שוק הנפט, מחירי הפחם עלולים להשתנות בעתיד. אספקת הגז ממצריים מהווה כיום דלק ל-20 אחוז מייצור החשמל.

"ישראל היא כמו אי בודד שאינו מאפשר גיבוי באמצעות מדינה אחרת", אומר פופר בהתייחסו למציאות הגיאופוליטית של המדינה והשלכתה על משק האנרגיה. בכל רגע נתון ישראל יכולה לסמוך על מערכת תחנות הכוח שלה בלבד. במדינות רבות בעולם קיימת מערכת גיבוי שמעוגנת בהסכמים בין מדינות שכנות. פירוש הדבר שבעת תקלה באספקה של חשמל ניתן לקשר את האזורים שנפגעו למערכת של מדינה שכנה.

יתכן ואחת המסקנות היא לנסות ולבנות עם ירדן, ובעתיד עם הרשות הפלסטינית כאשר יהיה לה כושר ייצור משלה, רשת ביטחון לאספקה של חשמל לשלושת המדינות.

ואולי ביטול הדיון בנושא התחנה הפחמית שתוכננה לקום באשקלון קשור למסקנות הדוח. יש לקוות שמדינת ישראל ומשרד התשתיות יעשו שימוש נכון במסקנות הדוח ואף ינצלו את ההזדמנות ללמוד ממנו על שיטות עבודה וגישה אסטרטגית רחבה לבעיות אחרות העומדות בפנינו.

## מקורות אנרגיה + איכות הסביבה



א. עיין בנתוני העוגות וציין שני שינויים שחלו בניצול מקורות האנרגיה בישראל.

ב. הסבר שלושה גורמים לשינוי אליו התייחסת בסעיף הקודם.

ג. ציין מקור אנרגיה חלופי והסבר שני יתרונות שלו על פני מקורות האנרגיה המצויים היום בשימוש בישראל.

#### תחנות חשמל מקומיות

א. בשנים האחרונות החלו להקים בארץ תחנות חשמל מקומיות המופעלות ע"י גז. הסבר מדוע תחנות אלה אינן ממוקמות בהכרח במישור החוף.

ב. תאר שתי דוגמאות אחרות לתחנות כוח חשמליות הפועלות בארץ, שאינן משתמשות באנרגיה מסורתית של נפט או פחם.

#### אנרגיה ואיכות סביבה

קרא את הקטע המצורף והשב על השאלות שאחריו:

שר התשתיות הלאומיות, בנימין בן אליעזר: "ישראל חייבת לצעוד בראש המדינות המפתחות מקורות אנרגיה חדשים כאלטרנטיבה לנפט הגולמי ומקורות חיצוניים ומזהמים. העליות החדות במחירי הנפט ובעיית זיהום האוויר ההולך וגובר מחייבים אותנו לבחון חלופות לייצור אנרגיה באמצעים אשר יקטינו את התלות בצריכת דלקים יקרים ומזהמים. עלינו ליישר קו עם יתר המדינות המפותחות בעולם ולהתמודד עם בעיות אלו באמצעות הגברת השימוש באנרגיות מתחדשות תוך מתן סיוע למשק זה, שידחוף אותו קדימה, יקדם את היכולת הטכנולוגית בתחום ויביא להוזלת עלויות ייצור החשמל מאנרגיות מתחדשות".

א. במשך השנים חלה עלייה בצריכת החשמל במדינת ישראל. הבא שתי סיבות לשינוי זה.

ב. בשנה האחרונה התנהל מאבק בין גופים ירוקים לחברת החשמל בנוגע להפעלת תחנת רידינג בתל אביב. ציין שני מפגעים סביבתיים שיצרה התחנה.

ג. בחר שני מקורות אנרגיה חדשים – חלופיים שהשימוש בהם החל בעשרים השנים האחרונות. תאר בכל אחד מהם יתרון אחד, חסרון אחד וציין את מיקומן בארץ.

מקורות אנרגיה.

ציין והסבר את מיקומן של תחנות הכוח בישראל. התבונן במפות באטלס ישראל – עמוד 113 ו'

ציין היכן מופק גז טבעי בישראל? תאר והסבר את מיקומן של תחנות הפועלות

באמצעות גז טבעי ואת תוואי צינורות הגז הקיימים בישראל.

תוואי צינור הגז על פי מפת הולכת הגז הטבעי:

הגז נשאב מקרקעית הים התיכון ומועבר דרך מתקן ההפקה שליד אשקלון בצינור. קו הצינור עובר לאורך מישור החוף (לאורך תחנות הכוח הראשיות

של ישראל - רוטנברג, אשכול, רידינג, חדרה וחיפה). קו צינור זה נסלל

בצמוד לחופי הארץ והוא מונח בים. קו צינור יבשתי עובר לאורך כביש 6 אל תחנות הכוח שבפנים הארץ. שתי זרועות נוספות לצינור: אחת בצפון באזור אלון תבור (בקרבת המוביל הארצי) ובאזור הנגב הצפוני (רמת חובב, רותם וסדום). השיקולים בקביעת תוואי צינור הגז:

1. החלפת מקורות אנרגיה מזהמים. הגז משמש כמקור אנרגיה לתחנות הכוח על מנת להחליף את מקורות האנרגיה של הנפט והפחם. תחנות הכוח צמודות לחוף לכן הצינור הימי נסלל לאורך החוף.

2. צמוד לנתיבי תחבורה. עם סלילת כביש 6 נוצרה התשתית המתאימה להנחת קווי חשמל, צינורות ותשתית. העברת צינור הגז לאורך הכביש חוסכת עלויות השקעה בתשתית.

3. פיתוח אזורים. שתי הזרועות – הצפונית והדרומית נועדו להעביר גז למרכזי תעשייה מתפתחים באזורי השוליים של ישראל מתוך מטרה להביא לפיתוח מואץ של אזורים אלה.

1. הסבר שלושה שיקולים שהניעו את מדינת ישראל להעדיף שימוש

בגז טבעי על פני מקורות אנרגיה אחרים.

1. ממשלת ישראל החליטה לעבור לשימוש בגז משום שגילוי המרבצים בחופי הארץ אפשר גישה למקורות זמינים ובכך להוריד במעט את התלות במקורות אנרגיה במדינות אחרות.

2. הגז הוא מקור האנרגיה יחסית נקי לעומת פחם ונפט אשר משפיעים באופן קיצוני על איכות הסביבה וזיהום האוויר.

3. הולכת הגז זולה וזמינה (בקרבת חופי ישראל) לעומת הובלת פחם ונפט.

4. עלות הפקת הגז זולה מעלות הפקת הנפט וזולה במיוחד לעומת הפחם משום שעלות הובלת הפחם גבוהה מהובלת גז.

– טורבינות הגז קטנות יותר תופסות פחות מקום לא חיבות להיות ליד ים

– כי לא צריך מים לקירור. אין צורך בארובות.

5. מקורות אנרגיה ישנים וחדשים

א. הצג שני מקורות אנרגיה ותיקים שבהם משתמשים במדינת ישראל. הבא שני הסברים לשימוש במקורות אלה.

ב. בחר שני מקורות אנרגיה חדשים, שהשימוש בהם החל בעשרים השנים

האחרונות. תאר בכל אחד מהם יתרון אחד וציין היכן ממוקמת התחנה.

א. במשך השנים חלה עלייה בצריכת החשמל במדינת ישראל. הבא שתי סיבות לשינוי זה.

צריכת אנרגיה בישראל

צריכת האנרגיה לנפש היא אחד המדדים לרמת הפיתוח של מדינה. כיום צריכת האנרגיה של תושב ישראל מתקרבת לזו של תושב במדינה מפותחת באירופה. (צריכת אנרגיה גבוהה).

### צריכת החשמל במגזר הביתי והתעשייתי עולה בהתמדה ממספר סיבות:

9. גידול באוכלוסייה - בשל גלי העליה בשנות 90 – 80 והריבוי הטבעי.
  10. עליה ברמת החיים של התושבים - רכישה רבה יותר של מוצרי חשמל, מזגנים, מחשבים וכו'.
  11. צמיחה תעשייתית - יותר מפעלים ומכונות תעשייתיות, פסי ייצור.
  12. נוחות השימוש בחשמל - החשמל נקי ולא מפיק ריחות וזיהום.
- ב. בשנה האחרונה התנהל מאבק בין גופים ירוקים לחברת החשמל בנוגע להפעלת תחנת רידינג בתל אביב. ציין שני מפגעים סביבתיים שיצרה התחנה.

### תחנת רידינג –

תחנת הכוח "רידינג" שבצפון תל-אביב מפיקה חשמל כיום מגז טבעי. עד לפני כשנה הפיקו בתחנה זו חשמל באמצעות שריפת פחם. התחנה יצרה מספר מפגעים סביבתיים:

1. מהארובות של תחנת הכוח נפלט עשן. העשן הוא תוצר של שרפה. העשן כולל גזי שרפה וכן חלקיקים של אפר. העשן מכיל מזהמים שונים, בעיקר גופרית דו-חמצנית ותחמוצות חנקן. אמנם הגזים האלה אינם נראים לעין, אך הם מזיקים לאדם ולסביבה. ניתן לטפל בעשן להפחתת כמות המזהמים שבו. מחקרים ובדיקות מלמדים כי תחנת הכוח רדינג אחראית לכ- 25% מזיהום האוויר בתל-אביב-יפו ובגוש-דן בכלל. הנזק לציבור מזיהום האוויר גורם לתחלואה ולאובדן חיי אדם.
2. במערכת הקירור של תחנות-כוח קיטוריות יש צורך בכמויות גדולות של מים קרים, לתהליך של עיבוי הקיטור. לשם כך משתמשים במי-ים. כאשר מי-הים הקרים מצננים את הקיטור ומעבים אותו למים, הם מתחממים. מכיוון שהם חמים, מחזירים אותם אל הים. מי-הים החמים האלה, החוזרים אל הים, גורמים לחימום המים בים בקרבת החוף. אומנם, מי הקירור שחוזרים אל הים לא התלכלכו אלא רק התחממו, אולם, חימום מי-הים עלול להזיק ליצורים החיים בהם. דוגמאות: במים חמים יש פחות חמצן, שהוא חיוני לקיומם של היצורים, החיים בים, חימום מי-הים גורם לשינויים בהתנהגות של בעלי-החיים, החיים בים (למשל, דגים מסוימים המטילים ביצים בקיץ, עלולים לטעות ולהתרבות

בחורף). אצות מסוימות, המשמשות מזון לבעלי-חיים ימיים אחרים, אינן יכולות להתקיים במים החמים וכו'.

ג. בחר שני מקורות אנרגיה חדשים – חלופיים שהשימוש בהם החל בעשרים השנים האחרונות. תאר בכל אחד מהם יתרון אחד, חסרון אחד וציין את מיקומן בארץ. מקורות אנרגיה חדשים – הפקת אנרגיה ממקורות ידידותיים לסביבה ובלתי מתכלים:

1. שמש - ניתן להפיק אנרגיה סולארית. זהו מקור האנרגיה היחיד הנמצא בשפע בישראל, בעיקר בנגב (בשדה בוקר יש חווה סולארית). היתרונות - מקור אנרגיה בלתי מתכלה ובלתי מזהם. חסרונות - מקור אנרגיה זה אינו זמין בימים מעוננים ומיקום תחנת הכוח נוקשה (רק באזורי המדבר שטופי השמש), ולצורך הפקת האנרגיה נדרשים שטחים גדולים והתשתית הראשונית יקרה. כמות האנרגיה המופקת כיום משמש קטנה מאוד. מספר דוגמאות לניצול אנרגיה סולארית בישראל:

חימום מים בדודי שמש - ישראל נחשבת למדינה מובילה בעולם בתחום זה.

בריכות אידוי בדרום ים המלח (שהוא אזור מדברי) לצורך הפקת המלחים והמינרלים.

אנרגיית הרוח - מנוצלת כיום באופן מקומי ברמת הגולן (קייבון אלוני הבשן) ובגליל העליון. היתרונות - מקור לא מתכלה ולא מזהם (ידידותי לסביבה). חסרונות - מיקום נוקשה של תחנת הכוח רק למקומות חשופים וגבוהים בהם נושבת רוח חזקה רוב השנה, ודרוש שטח נרחב לטורבינות והתשתית הראשונית יקרה.

"ארובות שרב" - טכנולוגיה חדשה לקירור ולהפקת חשמל באזורים מדבריים. הכוונה לבנות ארובה בגובה כמה מאות מטרים. בראש הארובה פתח לכיוון הרוח. בפתח העליון יש מתקן המרסס טיפות מים. הרוח הנכנסת בפתח העליון מאדה את המים ומקררת את האוויר. האוויר הקריר והכבד יותר שוקע לעבר תחתית הארובה במהירות ויכול להניע טורבינות שיוקמו בתחתית הארובה. זוהי אפשרות להפיק אנרגיה ידידותית לסביבה.

## 26. תחנות חשמל מקומיות

א. בשנים האחרונות החלו להקים בארץ תחנות חשמל מקומיות המופעלות ע"י גז. הסבר מדוע תחנות אלה אינן ממוקמות בהכרח במישור החוף.  
ב. תאר שתי דוגמאות אחרות לתחנות כוח חשמליות הפועלות בארץ, שאינן משתמשות באנרגיה מסורתית של נפט או פחם.

ב. בעקבות הגברת השימוש בגז הטבעי כמקור אנרגיה בעולם, החליטה ממשלת ישראל על קידום נושא הגז הטבעי בישראל. הבא שלושה שיקולים למעבר בשימוש בגז הטבעי על פני שימוש במקורות האנרגיה של הנפט והפחם.

### מקורות אנרגיה + איכות הסביבה

א. במשך השנים חלה עלייה בצריכת החשמל במדינת ישראל. הבא שתי סיבות לשינוי זה.

ב. ציין שני מקורות אנרגיה שמתמשים בהם להפקת חשמל בישראל, ציין יתרון וחסרון של כל אחד ממקורות אלה.

### מקורות אנרגיה

א. ציין שלושה מקורות אנרגיה שבהם משתמשים בישראל, ותאר שימוש אחד בכל אחד מהם.

ב. ציין והסבר שלוש סיבות למיקום תחנות כוח בישראל במישור החוף.

ג. ציין מהו המפגע הסביבתי העיקרי שתחנות כוח יוצרות, ותאר שתי דרכים שבהן מתמודדים עם מפגע זה.

### מקורות אנרגיה ישנים וחדשים

א. הצג שני מקורות אנרגיה ותיקים שבהם משתמשים במדינת ישראל. הבא שני הסברים לשימוש במקורות אלה.

ב. בחר שני מקורות אנרגיה חדשים, שהשימוש בהם החל בעשרים השנים האחרונות. תאר בכל אחד מהם יתרון אחד וציין היכן ממוקמת התחנה.

### תחנת רידינג בתל אביב

א. בשנה האחרונה התנהל מאבק בין גופים ירוקים לחברת החשמל בנוגע להפעלת תחנת רידינג בתל אביב. תאר בקצרה את נסיבות המהלך ואת הבעייתיות של התחנה.

ב. ציין שני מפגעים סביבתיים שיצרה התחנה. כיצד נפתרה הבעייה?

### תחנות חשמל מקומיות

א. בשנים האחרונות החלו להקים בארץ תחנות חשמל מקומיות המופעלות ע"י גז. הסבר מדוע תחנות אלה אינן ממוקמות בהכרח במישור החוף.

ב. תאר שתי דוגמאות אחרות לתחנות כוח חשמליות הפועלות בארץ, שאינן משתמשות באנרגיה מסורתית של נפט או פחם.

עיין במפה המצורפת: "מערכת הולכה לגז טבעי בישראל"

ציין והסבר את מיקומן של תחנות הכוח בישראל. (10 נקודות)

### מיקום תחנות הכוח וגורמי המיקום:

תחנות הכוח העיקריות הפועלות היום הן תחנות כוח קיטוריות המצויות לאורך החוף (ראו מפה מצורפת).

גורמי המיקום:

ה. קרוב למיקום יבוא חומרי הגלם. פחם מגיע באוניות צובר למזח בחדרה. נפט מגיע מבתי הזיקוק בחיפה. בעבר גם מצינור קצאא.

ו. סמוך למקור המים – לקירור טורבינת החשמל (הקיטור)

ז. סמוך למרכזי הצריכה (מגורים ותעשייה). רוב האוכלוסייה ממוקמת במישור החוף) – לחסוך עלויות תשתית ואיבוד אנרגיה בהובלה למרחקים וכן למניעת תקלות.

ח. שטח מישורי, נוח לבנייה.

תחנות הכוח הפועלות על גז ממוקמות בתוך המדינה



4. עלות הפקת הגז זולה מעלות הפקת הנפט וזולה במיוחד לעומת הפחם משום שעלות הובלת הפחם גבוהה מהובלת גז.

#### 1. אנרגיה

א. ציין שלושה סוגי מקורות אנרגיה בשימוש נרחב כיום בתחנות הכוח בישראל. ציין יתרון וחסרון בשימוש בכל אחד מהמקורות (12 נקודות).

ב. ציין שם של מקור אנרגיה אחר שמתאים ביותר לשימוש בישראל. תאר את תפוצתו בישראל, והסבר את הקשיים הטבעיים והכלכליים הכרוכים בניצולו ובשימוש בו (8 נקודות).

ג. לפניך נתונים על צריכת החשמל השנתית בישראל משנת 1960 במיליוני קילוואט לשעה. תאר את המגמה בצריכת החשמל, והסבר שתי סיבות למגמה זו (8 נקודות).

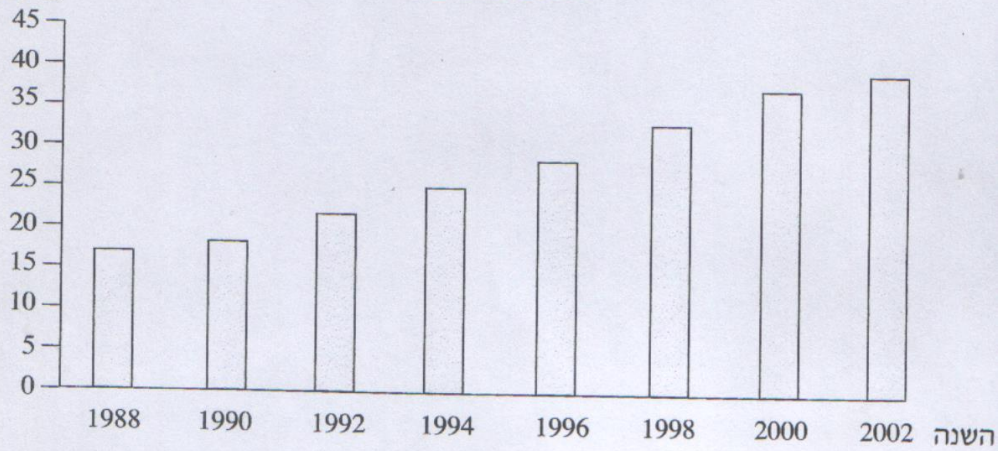
שנה	מיליון קילוואט לשעה
1960	1,857
1970	5,698
1970	10,796
1990	18,334
2000	37,791
2008	46,175

א. על פי הגרף שלפניך, תאר את השינוי שחל בצריכת החשמל בישראל בשנים 1988-2002,

והבא שתי סיבות לשינוי זה. (8 נקודות)

**צריכת החשמל בישראל**  
בשנים 2002-1988

צריכת החשמל  
(מיליארדי קוט"ש)



ב. ציין שני מקורות אנרגיה שמשמשתמשים בהם להפקת חשמל בישראל.

ציין יתרון וחסרון של כל אחד ממקורות אלה.

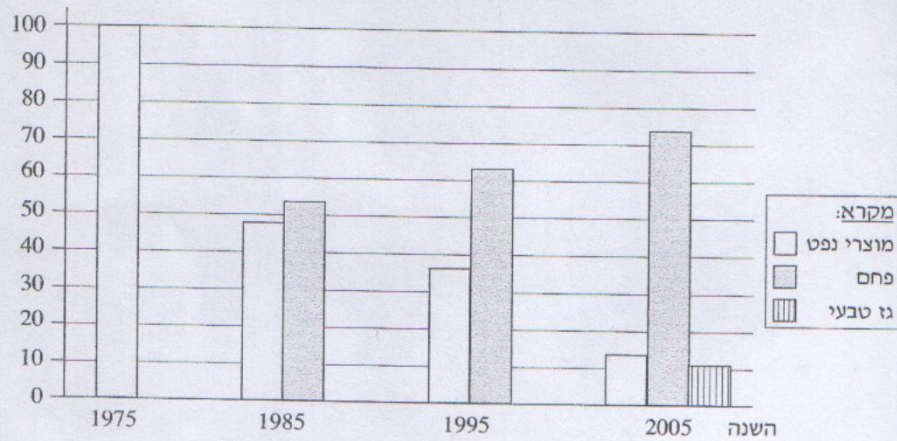
א. בתרשים שלפניך מוצג אחוז השימוש בדלקים שונים לצורך ייצור חשמל בישראל.

תאר את השינוי שחל בשימוש בדלקים השונים בין השנים 1975-2005.

(8 נקודות)

**השימוש בדלקים שונים בישראל, בשנים נבחרות**

השימוש בדלק  
(אחוזים)



ב. בחר בשניים מסוגי הדלקים, והצג יתרון וחסרון של כל אחד מהם.

(סה"כ – שני יתרונות ושני חסרונות) (10 נקודות)

ג. ציין מקור אנרגיה מתחדש, המתאים במיוחד לשימוש בישראל.

תאר כיצד מפיקים באמצעותו אנרגיה, והסבר מדוע הוא מתאים לישראל.