



# שילוב תחליפי נפט מבוססי פסולת במערך התחבורה בישראל

משרד אנרגיה ומים  
משרד הגנ"ס

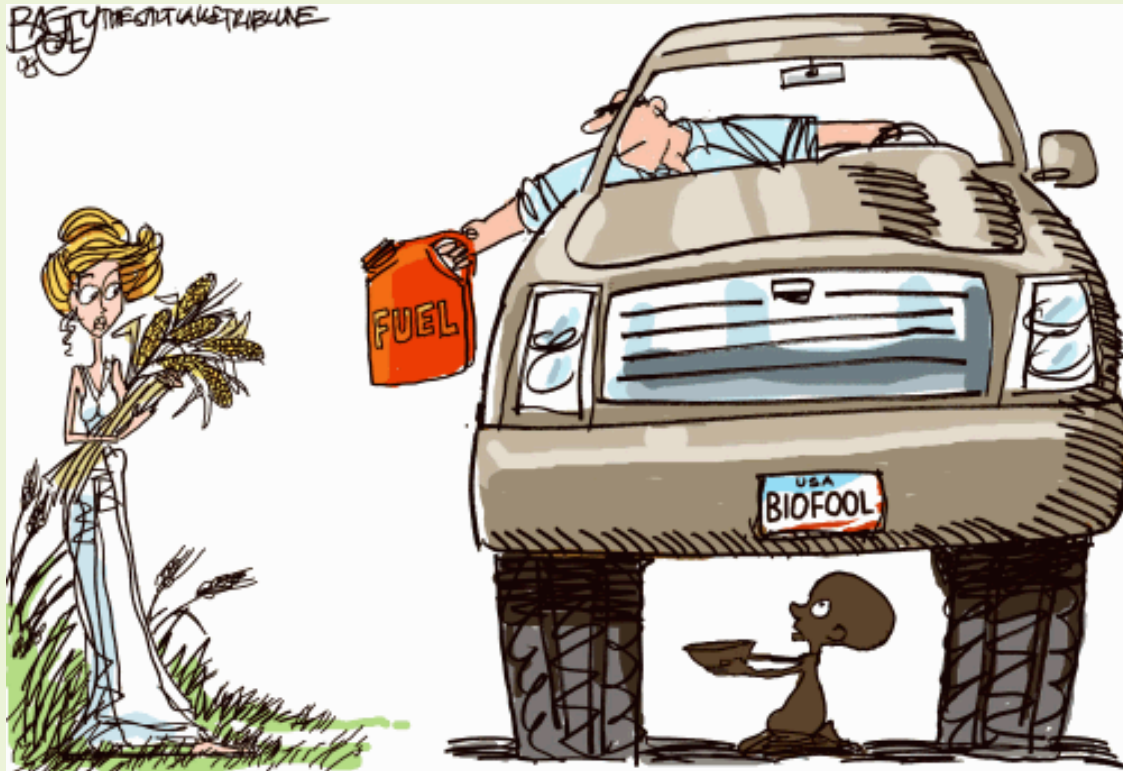


# צוות המחקר

מוסד שמואל נאמן: אופירה אילון, עידן ליבס, יערה גרינברג

כיוון: גדי רוזנטל, דנה גבאי

צנובר: שאול צבן, רונית גולובטי, טל גרד



- במסגרת החלטת ממשלה 1354 מיום ה- 7.2.2010 בדבר **כינון מאמץ לאומי להפחתת התלות העולמית של ישראל בנפט לתחבורה**
- ובהמשך להחלטת ממשלה מספר 2790 מיום 30.1.2011 בדבר **הפעלת תכנית לאומית להפחתת התלות העולמית בנפט לתחבורה** שותפים משרד האנרגיה והמשרד להגנת הסביבה במנהלת שהוקמה לצורך קידום התכנית.
- משרד האנרגיה והמים ומשרד הגנ"ס מסייעים ומקדמים מו"פ בתחום ההיבטים הסביבתיים של תחליפי הנפט השונים והתשתיות הנלוות.
- העבודה בנושא ניצול **פסולות לייצור דלקים לתחבורה** משותפת למשרד להגנ"ס ומשרד האנרגיה

# הגדרות

## חומרי גלם:

- ביומסה מפסולת אורגנית- עירונית, פסולת חקלאית, פרש בע"ח, בוצה וכד'
- פסולת ביומסה מעובדת - נייר, קרטון
- פסולת שמן צמחי
- פסולת סינטטית- פסולת פלסטיק, צמיגים וכד'..

## תוצרים:

- ביודלקים (שמקורם מביומסה)
- דלק סינטטי

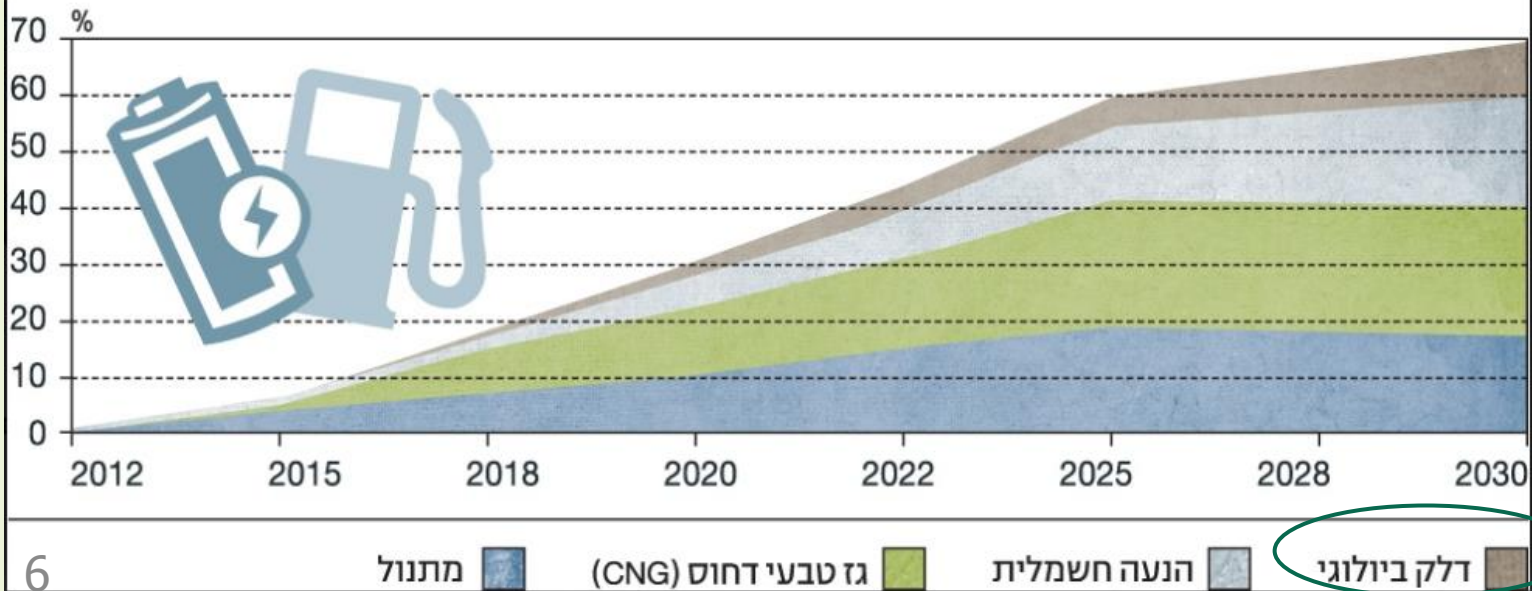
# הגדרת המושג "ביודלק" עמומה (מקשה על הבנת מדיניות, בעיקר באירופה וארה"ב)

- "דור 1" - שימוש בגידולי-מאכל חקלאיים להפקת ביו-דיזל משמן צמחי ו/או אתנול מסוכרים או עמילנים (דוגמאות: תירס, קנולה, קנה סוכר),
- "דור 1.5" - הפקת ביו-דיזל משמן צמחי של גידולים לא-אכילים (דוגמאות: קיקיון, ג'טרופה).
- "דור 2" - הפקת אתנול/ ביודיזל מ(פסולת) צלולה צמחית, פסולת שמנים
- "דור 2.5" - הפקת ביו-דיזל ואתנול מאצות
- "דור 3" - יתר הטכנולוגיות העתידיות כגון הפקת בוטנול.

## להניע את העתיד תחזית להגעה כלכלית לשוק של טכנולוגיות אלטרנטיביות



## חדירת תחליפי הנפט לתחבורה בישראל, פילוח לפי תחזית המינהלת לתחליפי נפט



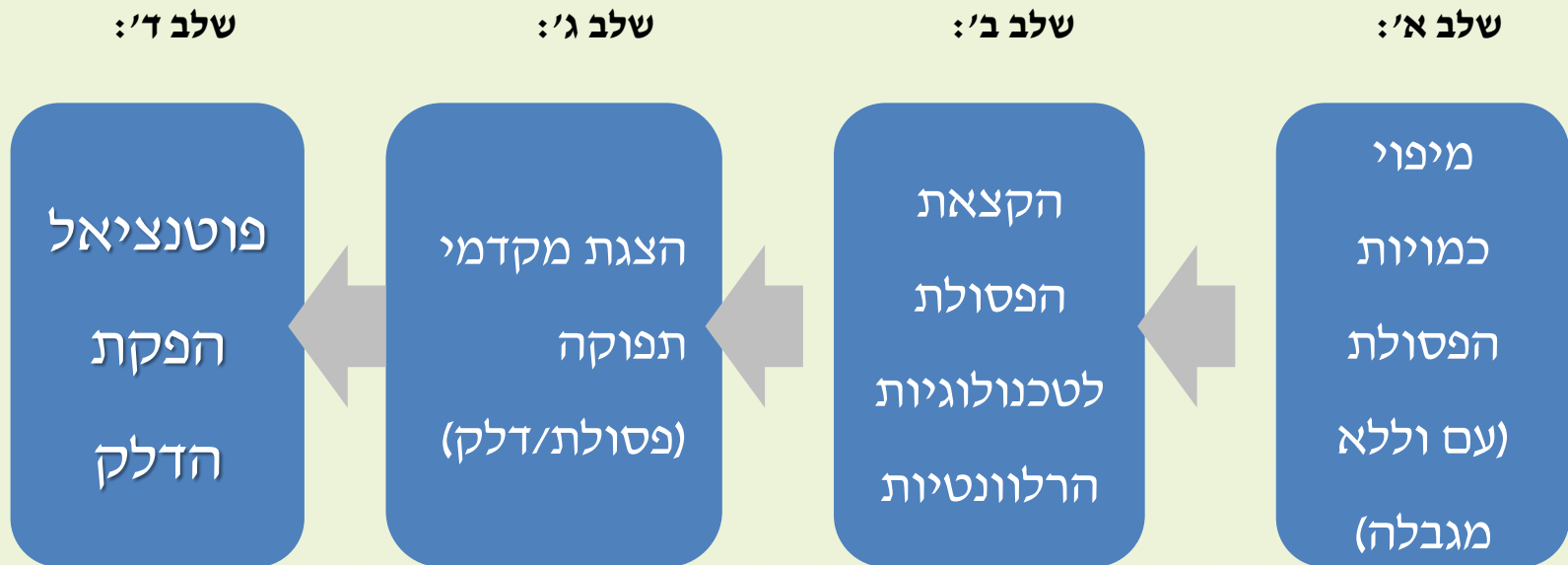
תחזיות מנהלת תחליפי נפט, משרד רוה"מ

דלק ביו-לוגי כ- 10%



# מתודולוגיה-

## פוטנציאל הפקת דלק מפסולות ישראל



### שלב ה' - ניתוח כלכלי

הניתוח הכלכלי והסביבתי של הטכנולוגיות מוגבל בשלב זה, שכן הטכנולוגיות נמצאות בשלבי יישום מוקדמים, בנוסף לתנאי שוק משלים משתנה (שוק הפסולת), טומן בחובו רמת אי וודאות גבוהה מאוד

**יוצג כאן ניתוח כלכלי TOP-DOWN**



# I. הפקת CNG מפסולת ביומסה

תתי זרמים	סה"כ כמות סך היצע (אלפי טון בשנה)	היצע לאחר מדיניות משרד להגנ"ס (אלפי טון בשנה)	מקדם תפוקה - כמות ביומתאן (98% מתאן) (מ"ק בשנה/טון פסולת)	סה"כ כמות ביומתאן (אלפי מ"ק בשנה)- סה"כ	סה"כ כמות ביומתאן (אלפי מ"ק בשנה) - לאחר מדיניות משרד להגנ"ס
פסולת עירונית אורגנית רקבובית	960	960	135	129,600	129,600
פרש בקר יבש / פרש לולים*	1,900	1,100	112.48	213,712	123,728
פרש בקר רטוב*	2,800	560	17.5	49,000	9,800
בוצות שפכים	330	330	12.59	4,155	4154.74
סה"כ פסולת רטובה אורגנית	5,990	2,950			
<b>סה"כ כמות ביומתאן (אלפי מ"ק בשנה)</b>					
				396,467	267,283

לאחר הכפלה במקדם ההמרה של הביומתאן- הפסולת האורגנית הרקבובית מסוגלת לספק כ-323 אלף שעט"ן (כ-5.5%) תחת תרחיש ההקצאה המקסימלי וכ-218 אלף שעט"ן (3.7%) לאחר הפנמת מדיניות המשרד להגנת הסביבה. [מסך צריכת הדלקים לתחבורה בשנת 2013, העומדת על כ- 5,789 אלפי שעט"ן].

## II. פוטנציאל ייצור תחליפי דלק (אלפי ליטרים בשנה) בגזיפיקציה- מקסימאלי

מתנול	BTL	אתנול	
733,736	314,458	293,494	*פסולת עירונית מוצקה
326,592	145,152	217,728	גזם
1,060,328	459,610	511,222	סה"כ אלפי ליטרים
0.0003811150	0.0007958470	0.0005081310	מקדם המרה- שעט"ן/ליטר
<b>404.11</b>	<b>365.78</b>	<b>259.77</b>	סה"כ אלפי שעט"ן

### פוטנציאל ייצור תחליפי דלק (אלפי ליטרים בשנה) בגזיפיקציה- תחת מדיניות המשרד להגנ"ס

מתנול	BTL	אתנול	
251,105	107,617	100,442	* פסולת עירונית מוצקה
258,552	114,912	172,368	גזם
509,657	222,529	272,810	סה"כ אלפי ליטרים
0.0003811150	0.0007958470	0.0005081310	מקדם המרה- שעט"ן/ליטר
<b>194.24</b>	<b>177.10</b>	<b>138.62</b>	סה"כ אלפי שעט"ן

\* פסולת עירונית מוצקה כוללת גם פלסטיק, צמיגים ועוד - **שאינם ביומסה**

היצע הפסולות לגזיפיקציה יכול לספק בין 260 ל-404 אלף שעט"ן (תחת תרחיש ההקצאה המקסימלי- 4.4-6.8%)

ובין 138 ל-194 אלפי שעט"ן לאחר הפנמת מדיניות המשרד להגנת הסביבה -2.3 (3.3%).

# השוואת עלויות ייצור דלקים שונים מפסולת- TOP-DOWN

טכנולוגיה	גזיפיקציה - אתנול	גזיפיקציה - מתנול	עיכול אנארובי
<b>סוג חומר גלם</b>	פסולת עירונית מוצקה	פסולת עירונית מוצקה נקייה ומופרדת במקור	פסולת עירונית מוצקה נקייה ומופרדת במקור
<b>עלויות הון</b>	1,629 מלש"ח למפעל של 102 מל' ליטר אתנול לשנה (מתקן של כ 2500 טון ליום)	500 יורו לטון מתנול	760 ₪ לטון (הנחה כי עלויות הגנרטור לייצור החשמל ועלות הפקת הביוגז- דומות)
<b>עלויות תפעול</b>	הוצאות קבועות 0.83 ₪ לליטר; הוצאות תפעול 0.83 ₪ לליטר		50 ₪/טון שנתי + עלויות ניקוי המוערכות ב-1.1 ₪ למ"ק
<b>מקדם תפוקה</b>	28 גלון אתנול / טון פסולת עירונית מוצקה	0.5 טון מתנול/ טון פסולת עירונית מוצקה	135 מ"ק ביומתאן 98% / טון פסולת עירונית מוצקה
<b>₪ / ליטר (מ"ק) דלק</b>	<b>3.43 ש"ח</b> (5.7 ₪ שו"ע)	<b>1.77 ₪</b> (3.6 ₪ שו"ע)	<b>7.1 ₪ למ"ק CNG</b>
<b>הערות</b>	נכון לשער הדולר בתחילת 2008, 10% החזר השקעה.		

# תובנות

- פסולת ביומסה משמשת בעולם בעיקר להפקת חשמל וחום
- הפיכתה לדלק לתחבורה עדיין בשלבים ראשוניים של פתוח
- נדרשים שלבי ניקוי מקדימים של הפסולת ושלבי התאמה, בסוף התהליך, לדלק
- קשה לבצע הערכות עלות עם המידע הקיים
- קיימות הזדמנויות מבחינת מו"פ עולמי
- **בקבלת ההחלטות לגבי הטיפול בפסולת, חסרה עדיין תמונה כוללת של עדיפויות לטיפול**