

בחינת כדאיות כלכלית להפעלת תנורי חימום המוסקים בדלקים שונים בעיר ירוחם

הוכן עבור היחידה הסביבתית נגב מזרחי
מרץ 2021

תוכן

4	תודות
5	1.רקע
5	2.מתודולוגיה
7	3.תקציר מנהלים
7	מצאי קמיני עץ והערכה כלכלית של נזקים בריאותיים משימוש בקמיני עץ :
7	סקירת מצב קיים ביחס לחקיקה ואכיפה בארץ :
8	סקירת ספרות בינלאומית ולאומית וחשוב משמעויות מעבר לקמיני גז :
8	המלצות עבודה זו הינם :
10	4.ניתוח כלכלי של עלויות השימוש בשיטות הסקה שונות
12	4.1 סוגי קמינים המוסקים בעץ
20	4.2 סוגי ארובות
21	4.3 תפוקת חום עץ מול גז
21	4.4 סיכום עלויות רכישה ותפעול שוטף
22	5.השלכות בריאותיות וכלכליות של זיהום האוויר הנגרם מהסקה בקמיני עץ
26	5.1 אינוורסיה
28	6.הערכת מצאי קמינים והערכה סביבתית כלכלית
28	6.1 הערכת מצאי קמינים בירוחם
28	6.1.1 מספר בתי אב המשתמשים בקמינים בירוחם
30	6.1.2 חישוב פליטת מזהמים משריפת עץ בקמינים
32	6.2 מה מבטאת העלות החיצונית
33	6.3 פרקטיקות מקובלות לקידום שימוש בשיטות חימום ידידותיות לסביבה
33	6.3.1 פרוט רגולציה ישראלית
35	6.3.2 חוקי עזר עירוניים
35	6.3.3 אכיפה
39	6.3.4 דוגמא לפתרונות וולונטריים ביישובים קהילתיים
40	6.4 רגולציה בינלאומית
42	6.4.1 רגולציה בארה"ב
43	6.4.2 סקירת רגולציה בינלאומית קנדה
43	6.4.3 רגולציה בינלאומית גרמניה
43	6.4.4 רגולציה בינלאומית בקרקוב, פולין
44	7.סיכום ומסקנות

נספח א' – הצעה ראשונית ולא סופית שאינה לפרסום של חוק העזר המוצע/מוסכם ע"י המשרד להגנת הסביבה. 45

תוכן איורים

- איור 1- השוואת מבנה קמין פשוט (משמאל) לקמין פרימיום (מימין). מקור- אוניברסיטת פנסילבניה 13
 איור 2- השוואת יחסית של פליטות חלקיקים מאמצעי חימום שונים 24
 איור 3- פליטות חלקיקים משימוש באמצעי הסקה שונים (גרם/גיגה ג'אול) 25
 איור 4- מצב אטמוספרי רגיל- אוויר נע מהקרקע כלפי מעלה בגלל הפרשי הטמפרטורות. מקור-
<https://www.canada.ca/en/environment-climate-change/services/air-pollution/issues/smog-causes-effects/winter.html> 26
 איור 5- מצב אינוורסיה- אוויר ומזהמים נותרים בצמוד לפני הקרקע מכיוון שהאוויר קר יותר מזה שמעליו. מקור-
<https://www.canada.ca/en/environment-climate-change/services/air-pollution/issues/smog-causes-effects/winter.html> 27

תודות

תודות לכל הגורמים הרבים אשר סייעו לגיבוש הדו"ח, ובין היתר:

יחידה סביבתית נגב מזרחי

אורי קוצר, גיא יצחקי- נגב גז

חקי טל- אמישראל

ד"ר אילן לוי- מרכז מודלים לאיכות אויר, המשרד להגנת הסביבה

צוות העבודה:

שירי חפר- ניהול פרויקט.

אוריה בארי – ריכוז נתונים ומצאי.

אילן אוחיון, ענת משה – ליווי ובקרה.

1. רקע

נושא החימום בקמינים המוסקים בעזרת עץ, עולה לכותרות מדי חורף בשנים האחרונות, וזאת עקב עלייה בשימוש בקמיני עץ בארץ¹, נוכח מחירם הזול לעומת האלטרנטיבות² וכן בשל עלייה במודעות לנושאי ריח ואיכות אוויר.

לאור תלונות שמתקבלות מן התושבים בנושא ריח, ובשל חששות שמעלים התושבים בנושא איכות האוויר בערים ערד וירוחם, היחידה הסביבתית מבקשת לקבל מידע אודות הפליטות לאוויר שמקורן בקמינים, לבחון אפשרויות לשיפור איכות החיים של התושבים באמצעות שיפור איכות האוויר וצמצום מפגעי ריח, לקבל הערכה כלכלית להיתכנות מעבר תושבים מהסקה באמצעות עץ, לאמצעים בעלי השפעה סביבתית נמוכה יותר, והכנת תשתית לכתיבת חוק עזר עירוני.

תכולת העבודה:

- סקירה של שיטות ההסקה, ועלותן הכלכלית וסביבתית.
- השלכות בריאותיות וכלכליות של הסקה בעץ.
- הערכת מצאי קמינים בירוחם וכימות ההשפעה הסביבתית.
- גולציה וקידום שימוש בשיטות הסקה חליפיות בארץ ובעולם.
- הערכת עלויות במעבר להסקה בגז.

2. מתודולוגיה

העבודה כללה את השלבים הבאים:

1. איסוף רחב של מידע מכלל המקורות הזמינים, ובין היתר:

- שיחות ופגישות עם נציגי חברות גז ומשווקי קמינים.
- שיחות עם נציגי המשרד להגנת הסביבה רותם זמיר מאגף איכות אוויר שריכוזה את נושא ההסקה בקמינים, וד"ר אילן לוי.
- קבלת מידע מרשויות מקומיות ופעילים חברתיים בארץ.
- סקירת ספרות לאומית ובינלאומית בנושא השפעות בריאותיות, לרבות שיחות עם נציגי המשרד להגנת הסביבה הרלבנטיים.

2. הכנת מצאי קמינים

- בהתאם להנחות ונתוני היחידה הסביבתית נגב מזרחי

¹ כלים להסדרת השימוש בקמינים לחימום ביתי – סקירה משווה ותמונת מצב בישראל, מרכז המחקר והמידע של הכנסת, 2019

² שם

3. סקירת ספרות ורגולציה

- פנייה למספר רשויות במדינות אירופה, קנדה וארה"ב.
- פירוט טכני של סוגי קמינים, עלויות, חומרי הסקה.

3. תקציר מנהלים

רקע והנחות עבודה

- בשנים האחרונות הולכת ועולה כמות התלונות בגין הנזק הסביבתי הנגרם משימוש בקמיני עץ ביחידה האזורית נגב מזרחי, עקב השימוש בקמיני עץ בערד וירוחם.
- עבודה זו בוחנת את המשמעויות הסביבתיות והכלכליות של מעבר להסקה בקמיני גז ואת אמצעי המדיניות העומדים בפני היחידה האזורית נגב מזרחי והרשות המקומית ירוחם לשם הקטנת הנזק הבריאותי משימוש בקמינים המוסקים בעץ.

העבודה התמקדה במעבר לקמיני גז משתי סיבות מרכזיות:

- כפי שניתן לראות בעבודה, להסקה באמצעות גז קיימים יתרונות סביבתיים מובהקים ביחס להסקה בעץ.
- לבסוף כותבי עבודה זו מניחים כי הציבור שבחר להשתמש בקמין העץ נהנה ומעריך את החום והאווירה שמייצרת תחושת האש, ולכן יתקשה לעבור לשימוש במזגן או אמצעי חימום אחרים השונים לגמרי במהותם. בעוד שקמין גז מאפשר לקבל אפקט דומה לה המתקבל מקמין המוסק בעץ.

יחד עם זאת חשוב להבהיר שגם לשימוש בקמיני גז ישנן השפעות סביבתיות שליליות, הן בתהליך השריפה/חימום והן בתהליך הפקת הגז, ובהתאם להמלצות המשרד הגנת הסביבה, אמצעי החימום הסביבתי ביותר הקיים כיום הינו חימום בעזרת מזגנים.

מצאי קמיני עץ והערכה כלכלית של נזקים בריאותיים משימוש בקמיני עץ :
העבודה מכמתת את תנורי העץ ברשויות ע"י שימוש בתצלומי אוויר עירוניים ובמקדמים שקבע המשרד להגנת הסביבה:

- מוערך כי בעיריית ירוחם ישנם כ- 260 קמינים המוסקים בעץ.
- לקמינים המוסקים בעץ יש השפעה שלילית על בריאות האדם, הנגרמת מפליטת מזהמים כגון PM (חלקיקים נשימים), בנון ומתכות. הערכת הנזק הבריאותי - סביבתי השנתי כתוצאה משריפת העץ בירוחם, בהתחשב בכמות קמיני העץ, מקדמי הפליטה למזהמים משריפת עץ, והעלויות החיצוניות המפורסמות ע"י משרד הגנת הסביבה (הספר הירוק) מוערכת ב כ 1.7 מיליון ₪. (הנזק בערד מוערך ב 3.1 מיליון ₪ לשנה).

סקירת מצב קיים ביחס לחקיקה ואכיפה בארץ :

- על אף שמשרד הפנים והסביבה לא נסחו חוק עזר ייעודי לעניין הקמינים, נראה שבפועל רשויות מקומיות עושות שימוש בשני סוגי חוקי עזר הנוגעים להגדרת שימוש בתנורי הסקה ביתיים כמפגע, וכמו-כן נפוץ השימוש בהנחיות מרחביות האוסרות התקנת קמין עץ בעת

בניה חדשה. על-אף חוקי העזר הקיימים, ניכר כי הרשויות מתקשות להפעיל סמכויות אכיפה ולהקטין את הנזק הסביבתי שנועדו חוקים אלו למנוע. בשנה האחרונה קידמו מספר רשויות חוק עזר עירוני ייעודי האוסר על שימוש בעץ כחומר הסקה, אך משרדי הפנים והסביבה לא אישרו חוקים אלו עקב סתירה בפועל של חוקים ותקנות כגון תקנות התכנון והבניה ותקני מכון התקנים בדבר קמינים המוסקים בעץ.

- יחד עם זאת המשרד להגנת הסביבה שוקד כיום על קידום מספר אמצעי מדיניות, כגון החמרת התקנים הקיימים, הגברת יכולת הניטור והאכיפה של רשויות מקומיות והצעה ראשונית לחוק עזר אשר יוכל לקבל את אישור משרד הממשלה הרלבנטיים. מהלכים אלו צפויים להגדיל את יכולת האכיפה של הרשויות אך לא יכולו למנוע את השימוש בעץ כחומר הסקה.

סקירת ספרות בינלאומית ולאומית וחישוב משמעותי מעבר לקמיני גז :

חישוב עלויות ומשמעויות של מעבר לגז בירוחם חושב לבקשת היחידה הסביבתית, יצויין שבירוחם אין עדיין תשתית גז טבעית.

- סך העלות הסביבתית השנתית בהסקה בגז הינה כ-251 אלף ש"ח בירוחם (עבור מעבר מלא של כלל קמיני העץ להסקה בגז). בהשוואה לעלות הסביבתית השנתית בהסקה בעץ העומדת על כ-1.7 מיליון ש"ח, ניתן לראות כי ישנה ירידה של כ-1.5 מיליון ש"ח בעלות הסביבתית השנתית, במעבר מהסקה בעץ לגז. כלומר, **מעבר מהסקה בעץ להסקה בגז יביא לעלייה בבריאות הסביבה והפחתת העלויות הקשורות בזיהום סביבתי בסכום המוערך בכ-1.5 מיליון ש"ח.**

- עלות החלפת קמיני עץ בקמיני גז (בירוחם בלבד) מוערכת ב כ-3.4 מיליון ש"ח (בהנחה כי תשתית גז טבעית תהיה קיימת) המייצגת עלות של בין 1,260 ש"ח לבית אב, באם תושת על כלל תושבי ירוחם, או כ-13,000 ש"ח אם תושת על בעלי הקמינים בלבד. כאשר התועלת הבריאותית הארצית השנתית, המוערכת ממהלך כזה מוערכת ב כ-1.5 מיליון ש"ח, כלומר החזר ההשקעה במונחי בריאות ורווחת האדם (עלות חיצונית) מוערך ב כ-2.25 שנים³. [עלות חודשית של כ-35 ש"ח לחודש ע"פ 3 שנים למשפחה]. אומנם נהוג לחשב את העלות הסביבתית במונחים ארציים אך בפועל נזקי הבריאות כתוצאה מקמינים מורגשים ברמה המקומית בעיקר באוכלוסיות הרגישות כגון נשים בהריון ותינוקות.

המלצות עבודה זו הינם :

- לפעול לקידום חוק עזר עירוני בהתאם להמלצות המשרד להגנת הסביבה
- לאחר אימוץ חוק העזר להפעיל סמכויות אכיפה בעת היווצרות מפגעי עשן שחור וריח.

³ התועלת הבריאותית/ חיצונית הינה שקלול של הוצאות הבריאות, אובדן ימי עבודה וקיצור אורך החיים אשר מושתת בפועל כלל תושבי המדינה.

- לבחון שיתופי פעולה רלבנטיים עם המשרד להגנת הסביבה לקידום פיילוטס ואמצעי ניטור ואכיפה יעילים.

4. ניתוח כלכלי של עלויות השימוש בשיטות הסקה שונות

ניתוח עלויות השימוש נעשה לצורך השוואה כלכלית של הסקה בעץ אל מול שימוש בדלקים אחרים הנפוצים בשוק- גז ונפט.⁴

- תנורי עץ- שורפים מוצרי עץ שונים להפקת חימום, ומהווים כ-50% משוק הקמינים.
- תנורי נפט (קרוסין)- היו נפוצים יותר בעבר, עד תחילת שנות ה-2000, אז החלה התייקרות במחירי הנפט להסקה והחל מעבר להסקה בעץ. מהווים כיום אחוזים בודדים משוק הקמינים.
- תנורי גז- משתמשים בגז טבעי או גז פחמימני מעובה (גפ"מ) לחימום.

לפרוט ראה טבלה הבאה

⁴ המידע אודות סוגי התנורים ואחוז השוק התקבל משיחות עם מספר משווקים, מוכרים ומתקינים של קמינים ומוצרי הסקה- אוגד חום, גרין היט, רוני גולן, אורטל קמינים, א.ברפמן.

סוג קמין ⁶	תיאור	סוגים נפוצים	עלות השקעה ראשונית (רכישה והתקנה) ⁵ * המחירים כוללים עלות התקנה
קמין עץ	שורפים מוצרי עץ שונים לחימום. מהווים כ-50% השוק.	קמין בייצור מקומי - "דרוזי" - כ 50% משוק ההסקה בעץ *ראה הרחבה בעמוד הבא	טווח מחירים עד 3,000 ₪
		קמין מיובא פשוט - כ 30% משוק ההסקה בעץ	טווח מחירים 3,000 - 6,000 ₪
		קמין מיובא פרמיום - כ 10%	טווח מחירים 6,000 - 12,000 ₪
		קמין פלטס - כ 10%	טווח מחירים 10,000 - 15,000 ₪
קמין נפט (קורסין)	קמין נפט שורף נפט (קורסין) או סולר לצורך חימום. נפוץ עד שנת 2000, עם עליית המס על הנפט להסקה היה מעבר גדול להסקה בעץ שהוא זול יותר. מהווה אחוזים בודדים.	בשל עליית מחירי הדלקים בעשורים האחרונים וזמינות דלקים כגון גז טבעי או עץ גרמו למעבר של צרכנים לאפשרויות אחרות.	מחיריהם נעים בטווח של 6,000-11,000 ₪, כולל התקנה של ארובה ומיכל. גודל המיכל ישפיע על העלות הסופית. היצע הקמינים מסוג זה אינו רחב כמו בסוגי דלקים אחרים.
קמין גז	מהווה את יתר השוק משתמש בגז טבעי או גפ"מ כחומר הבערה. גז זורם בצנרת אל מבערי הקמין, וההדלקה מתבצעת באמצעות מתג המייצר ניצוץ ראשוני	- קמין בילד אין הבנוי בתוך קיר הבית - קמין עומד הניצב בחלל החדר. אין הבדל באופן הפעולה בין תצורות הקמינים.	המחירים נעים בין 6,500 ₪ ל 20,000 ₪. כאשר חלק מהאנשים מעדיפים קמין "standalone" שבממוצע עולה 8,800 ₪ (כולל מע"מ), וחלקם מעדיפים קמין נישא שבממוצע עולה 16,000 ₪. התקנה נחוצה בכל מקרה ועלותה 4,000 ₪ ⁷

⁵ אתר מידרג-סקירת סוגי קמינים ומחירים, אתר זאפ-השוואת מחירים לקמינים, אתר קנייה לקמינים, חברה למכירת קמינים

⁶ אתר EPA סוגי קמינים

⁷ משיחה עם אורטל קמינים ב 13.01.21 ו א.ברפמן, לפרוט הדגמים והמחירים ראה נספח לעבודה זו

4.1 סוגי קמינים המוסקים בעץ

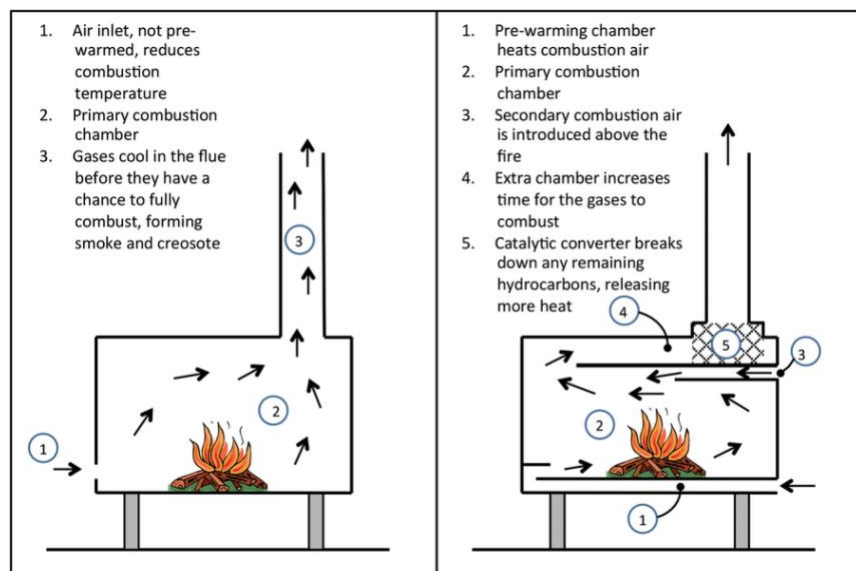
- קמין פשוט בייצור מקומי, מכונה לעיתים קמין דרוזי- מיוצרים בייצור מקומי במסגרות או מפעלי מתכת מקומיים. לרוב יהיו עשויים מפח מרותך בעוביים שונים לצורך ייצור מהיר ומחיר זול. קמינים מסוג זה מהווים כ- 50% משוק ההסקה בעץ, הם אינם נבדקים לעמידה בתקנים כלשהם אולם על פי המבנה הפשוט והלא יעיל ניתן להסיק כי אינם עומדים בתקן כשלהו בנוגע לכמות הפליטות. טווח מחירים עד 3,000 ₪.
- קמין פשוט מיובא- קמינים מיובאים אשר דומים בתפקוד לקמין המקומי, אולם עשויים מיציקת ברזל אשר עמידה לאורך זמן ארוך יותר ומאפשרת בערה טובה יותר מתנורי פח. בדרך כלל אינם נבדקים אל מול תקנים, אולם בגלל המבנה הפשוט סביר כי אינם עומדים בתקנים האמריקאיים או האירופאים לפליטות, ייתכן וחלקם עומדים בתקן הישראלי. מהווים כ-30% מהשוק. טווח מחירים 3,000 - 6,000 ₪.
- קמין פרימיום מיובא- קמינים אלו כוללים רכיבים וטכנולוגיות לצורך שיפור אגירת החום, שיפור הניצולת ותחזוקה מינימלית. קמינים כאלו עוברים בדרך כלל בדיקות תחת התקנים המחמירים ביותר באירופה וארה"ב, ומשווקים עם עמידה בתקנים אלו⁸. מהווים כ-10% מהשוק. טווח מחירים 6,000 - 12,000 ₪.
- קמין פלטס- קמינים השורפים פלטס דורשים חשמל לצורך פעולתם. החומר מוזן אוטומטית לתא בערה בהתאם לטמפר' הרצויה אותה מגדיר המשתמש. קמינים כאלו עוברים בדרך כלל בדיקות תחת התקנים המחמירים ביותר באירופה וארה"ב, ומשווקים עם עמידה בתקנים אלו⁹. טווח מחירים 10,000 - 15,000 ₪.

קמין פשוט מול קמין "פרימיום"

ההבדלים בין קמין "פשוט" לקמין "פרימיום" באים לידי ביטוי ביעילות השריפה, צריכת העץ להסקה, החום הנפלט וכמות המזהמים הנוצרים בשריפה. קמינים "פרימיום" מדגמים מודרניים כוללים מספר אמצעים לשיפור יעילות השריפה כגון חללים לחימום האוויר לפני הכניסה לתא הבעירה (pre-warm), וממיר קטליטי לצמצום המזהמים הנפלטים מהארוכה.

⁸ פירוט התקנים נמצא בסקירת הרגולציה בהמשך.

⁹ על פי שיחה עם אילן לוי, המשרד להגנת"ס עומד לערוך ניסוי לבדיקה האם קמין תקני עומד בערכים המוגדרים בחוק אוויר נקי.



איור 1- השוואת מבנה קמין פשוט (משמאל) לקמין פרימיום (מימין). מקור: [אוניברסיטת פנסילבניה](#)

להלן טבלה המפרטת את העלויות והיתרונות והחסרונות של סוגי הדלקים השונים המשמשים להסקת הקמין.

סוג מוצר	תיאור	סוגים נפוצים	עלות	יתרונות וחסרונות עיקריים	פליטות CO ₂ לאוויר (גרם/טון חומר יבש)	מקורות מידע
עץ טבעי מקומי	עץ טבעי המסופק בתפזורת או משטחים. כמות העץ נמדדת בנפח (קוב) ולא במשקל, (קוב) ולא במשקל,	עץ מקומי- עצים מכריהה מקומית, מיובשים באוויר. עץ מיובא- נקי ממזיקים ומיובש בתנור	- עץ מקומי- 300-500 ₪ למ"ק - עץ מיובא- 800 ₪ למ"ק - עלויות הובלה- משתנה בין ספקים, כ- 350 ₪	✓ זול וזמין ביחס למוצרי עץ אחרים - איכות חומר לא קבועה, ינצילות נמוכה יחסית, דורש שטח אחסון	ע-עבור עץ יבש אוויר/תנור- 6.5-7.5 ע-עבור עץ טרי לא מיובש- 30.2	אתר פיל למכירת מוצרי עץ אתר EPA סוגי מוצרי הסקה מחקר סוכנות הסביבה הבריטית מסמך סקירה של ארגון clean heat גרמניה מצאי הפליטות האירופי חלק 1
כופתיות עץ (פלטס)	מוצר המיוצר מנסורת עץ דחוסה ברמה קבועה ולפי תקן (EN 14961-2) שטח אחסון קטן,	ישנם מספר מותגים המיובאים מחו"ל, לא ידוע על מוצרים דומים המיוצרים בארץ.	מחיר ממוצע של 35 ₪ לחבילה של 15 ק"ג- 2.3 ₪ /ק"ג. עלויות הובלה- משתנה בין ספקים, כ- 350 ₪	✓ שטח אחסון נמוך, נצילות גבוהה - תנור מיוחד, יקר ביחס לכמות החומר, זמינות נמוכה מעץ טבעי	0.43-1.6	אתר פיל למכירת מוצרי עץ אתר פורסט למכירת מוצרי עץ מחקר סוכנות הסביבה הבריטית מסמך סקירה של ארגון clean heat גרמניה מצאי הפליטות האירופי חלק 1

סוג מוצר	תיאור	סוגים נפוצים	עלות	יתרונות ועיקריים	חסרונות	פליטות pm _{2.5} לאוויר (גרם/טון חומר יבש	מקורות מידע
בריקים עץ	מוצר המיוצר מנסורת עץ דחוסה, גודל הבריק דומה לגודל בולי עץ ולא מצריך תנור מיוחד.	מספר מצומצם של מוצרים בהשוואה למוצרי פלטס או עץ טבעי.	מחיר ממוצע של 25 ₪ לחבילה של 10 ק"ג- 2.5 ₪ /ק"ג. עלויות הובלה- משתנה בין ספקים, כ-350 ₪	✓ שטח אחסון ניזולת גבוהה, אינו מצריך תנור מיוחד בניגוד לכופתיות. - יקר, זמינות נמוכה מיתר מוצרי העץ		0.43-1.6	אתר פיל למכירת מוצרי עץ מחקר סוכנות הסביבה הבריטית מסמך סקירה של ארגון clean heat גרמניה מצאי הפליטות האירופי חלק 1
גז טבעי/גפ"מ	גזים המופקים מזיקוק נפט.	גפ"מ- גז פחמימני מעובה, מכיל בעיקר פרופאן או בוטאן. גז טבעי- מכיל בעיקר מתאן	גפ"מ- עלות ממוצעת למיכל 48 ק"ג- 320 ₪ גז טבעי- עלות משוקללת של 5.78 ₪ למ"ק	גפ"מ יתרונות- זמינות גבוהה, ערך קלורי גבוה מזה של גז טבעי. חסרונות- מכילים קטנים שנדרשים בהחלפה בהשוואה לגז טבעי שמסופק באופן רציף. גז טבעי יתרונות- מסופק באופן רציף, אין צורך בהחלפת מכילים.		0.03 גרם/טון ¹⁰	מצאי הפליטות האירופי חלק 1 גז טבעי מחברת נגב גז - 5.78 ₪ לקוב (עלות גז 1.46 ₪ למ"ק + 4.32 ₪ לאספקה) גפ"מ על פי מחיר ממוצע ממחשבון משרד האנרגיה

¹⁰ לא ניתן לחשב את פליטות החלקיקים עבור גז ביחידות של גרם/טון חומר יבש כפי שנעשה עבור עץ אז לפי מה חושב 0.03 גרם/טון?

סוג מוצר	תיאור	סוגים נפוצים	עלות	יתרונות עיקריים	חסרונות	פליטות PM _{2.5} (גרם/טון) חומר יבש	מקורות מידע
				לא זמין- נדרשת הקמת תשתית אספקה, ערך קלורי נמוך מגפ"מ- פחות חום למ"ק			
נפט	דלק להסקה	סוג אחד של דלק באיכות קבועה.	עלות לליטר משתנה, כיום – בין 8-12 שקלים לליטר	יתרונות- פשוט יותר מהסקה בעץ, בטוח יותר מהסקה בגז. תפוקת חום טובה יותר מגז.	חסרונות- תנודתיות במחיר ומחיר גבוה כיום מרב האמצעים האחרים, זמינות נמוכה ביחס לגפ"מ	0.08 גרם/טון	מחיר הדלק מאתרי החברות להן נמצאו מחירונים הכוללים נפט- פז , דלק , אבר . מצאי הפליטות האירופי חלק 1

סוג מוצר	תיאור	סוגים נפוצים	עלות	יתרונות וחסרונות עיקריים	פליטות PM _{2.5} לאוויר (גרם/טון) חומר יבש	מקורות מידע
חשמל	חשמל המיוצר בתחנות כוח של חברת החשמל ¹¹	חימום באמצעות מזגן, רדיאטור, תנור ספירלה וכו'	50.66 אגורות לקוט"ש ¹²	יתרונות- אמצעי החימום הזמין ביותר עלות רכישה של מכשירי חימום זולה משמעותית. יעילות גבוה בחימום, במיוחד באמצעות מזגן. חסרונות- חימום במזגן מסיר לחות מהאוויר וגורם לאי נעימות לאחר זמן ממושך, יתר אמצעי החימום החשמליים פחות יעילים לחימום חללים גדולים.	כתלות בצריכת המכשיר, 0.027 גרם לקילוואט	דיו וחשבון סביבתי לשנת 2019, חברת החשמל.

¹¹ מאתר חברת החשמל <https://www.iec.co.il/homeclients/pages/tariffs.aspx>

¹² [המשרד להגנת הסביבה ממליץ לחמם את הבית באמצעות מזגן שהוא אמצעי החימום הנקי ביותר מבחינת פליטות מזהמים לאוויר. אחריו עומד תנור החימום הפועל באמצעות גז \(גז פחממי מעובה\), אחרים ברשימה נמצאים תנורי החמום השורפים דלקים נוזליים. \(ראה קישור, כניסה בתאריך 15.03.21\)](#)

מקורות מידע	נפט/דלק חשמל להסקה	גפ"מ	גז טבעי	פלט	עץ טבעי	
אתר מידרג- סקירת סוגי קמינים ומחירים אתר זאפ- השוואת מחירים לקמינים אתר רוקח קניית קמינים משה בר- חברה למכירת קמינים שיחות עם מוכרים ויבואני קמינים.	מזגן- כתלות בסוג מזגן עילי- 2,000 - 5,500 מזגן מרכזי- 4,000-10,000	6,000-11,000	10,000-20,000	9,000-25,000	3,000-17,000	עלות קמין
עלות חיבור התשתית מחברת נגב גז	אין	לא ידוע	500	אין	אין	עלות תשתית וחיבור (נח)
כמויות הצריכה החודשית של עץ הינן תוצר הערכה של הצוות ומסתמכים בין היתר על שיחות עם צרכנים ובעלי מקצוע כמויות הגז הטבעי והגפ"מ מחברת נגב גז	לא רלוונטי	500-900 ליטר	165 מ"ק	300-470 מ"ק 60 שקים במשקל 15 ק"ג כל אחד הקמין	כ-900 ק"ג (60 שקים) במשקל 15 ק"ג כל אחד	3 מ"ק כמות דלק לחימום בעונה
גז טבעי מחברת נגב גז - 5.78 ₪ לקוב (עלות גז 1.46 ₪ למ"ק + 4.32 ₪ לאספקה) גפ"מ על פי מחיר ממוצע ממחשבון משרד האנרגיה אתר פיל למכירת מוצרי עץ אתר פורסט למכירת מוצרי עץ	עלות חשמל- 700-1,500	4,000-7,200	2,500	2,000	1,800-2,400	עלות דלק לחימום בעונה (נח)*

מקורות מידע	חשמל	נפט/דלק להסקה	גפ"מ	גז טבעי	פלט	עץ טבעי	
עלויות הובלה מסתמכות על שיחות עם ספקי עץ טבעי עלויות משווק התקבלו מחברת נגב גז <u>חברת חשמל- מתקנים פוטו וולטאים</u>	זיכוי מחברת החשמל על ייצור חשמל באמצעות פאנלים סולאריים- עד 48 אגורות לקוט"ש.	4,000 עבור התקנת קמין ומיכל חימוני לדלק.		4,000 עבור חיבור לארובה	הובלה- מינימום 350	הובלה- מינימום 350	עלויות נוספות (שח)
	700-1,500	4,000-7,200	2,500	1,700-2,700 שח	2,150-2,750	2000-3000 שח	סה"כ עלות הסקה לעונה (שח)

4.2 סוגי ארובות

לסוג הארובה השפעה על תפקוד הקמין. בישראל קיים תקן המפרט את הדרישות מארובה המשמשת להסקה (ת"י 1368 חלק 2) אולם הוא אינו מחייב.

- השונות כיום בסוגי הארובות היא גבוהה- ישנם מספר סוגי חומרים (פלדה מגלוונת, נירוסטה ועוד) וצורות בנייה לארובות (מבודדות, דופן כפולה ועוד).
- על פי התקן הישראלי לארובה (חלק 2) סעיף 2.3 מחייב התקנת ברדס (כובע) בקצה הארובה. מטרת הכובע היא למנוע כניסת גשם או קינון ציפורים בפתח הארובה, ללא הקטנה של שטח החתך ביציאה מהארובה.
- ישנם שני סוגים עיקריים של כובעי ארובות:

- כובע סיני- הנפוץ ביותר, לא פוגע בזרימת האוויר בארובה
- כובע H- נפוץ יותר בקמיני גז, מותקן בקמיני עץ במקרים בהם משטר הרוחות בגג המבנה מחייב זאת.
- קישורים (דוגמא בלבד) להמחשת סוגי הארובות: [חברת בית הקמין למכירת קמינים וציוד, אורן קמינים חברה למכירת קמינים](#)

לארובות הקמין השפעה בינונית על איכות הפעולה של הקמין. הארובה מבטיחה זרימת אוויר תקינה מהקמין והרחקת מזהמים ופיח ממבנה הקמין. בידוד הארובה והתקנת ברדס באופן אשר יבטיח את המשך זרימת האוויר התקינה יכולים לשפר את אופן התפקוד שלה וכפועל יוצא, של הקמין. אולם אין חובה כיום על פי התקן להתקין בידוד בארובה

4.3 תפוקת חום עץ מול גז

תפוקת החום (BTU) של קמיני עץ וגז אינה זהה, ומושפעת מגורמים רבים כגון סוג וגודל הקמין, איכות החומר (במקרה של שריפת עץ) ועוד.¹³

באופן כללי, יעילות השריפה של קמיני גז גבוהה יותר מאלו של קמיני עץ. כלומר, גז נשרף בצורה טובה יותר מעץ. כך ששתי שיטות ההסקה מביאות את החדר לתפוקת חום דומה אך במהירויות שונות (הסקה בגז מורגשת מהר יותר)

עם זאת, גז טבעי וגפ"מ הם בעלי ערך קלורי נמוך מעץ. כלומר, החום הנוצר משריפת יחידת עץ גבוה מזה של גז או גפ"מ. ניתן לראות זאת גם מהמספרים בטבלה 3- בעוד שיש צורך ב-3 מ"ק של עץ להסקה בעונה אחת, בהסקה בגפ"מ יש צורך ב-165 מ"ק עבור אותו קמין, ובגז טבעי יש צורך בכ-300 מ"ק. לסיכום, על פי הצריכות המפורטות בטבלה 3, תפוקת החום של שריפת מ"ק עץ גדולה פי 50 מתפוקת החום משריפת מ"ק גפ"מ, ופי 100 משריפת מ"ק גז טבעי.

למרות זאת, ההפרש בעלות ההסקה בין גז טבעי לעץ עומד על כ-500 ₪ לעונה, זאת בשל המחיר הנמוך למ"ק גז טבעי.

4.4 סיכום עלויות רכישה ותפעול שוטף

- קמיני גז (כ-13,000 ₪) יקרים יותר מקמיני עץ לקנייה (כ-6,000 ₪), ומצריכים תשתית מתאימה בין אם מוזנים בגז טבעי או גפ"מ.
- ההסקה השנתית/עונתית בגז גדולה ב-500 ₪ לשנה מאשר עלות ההסקה בעץ העומדת על כ-2,000 ₪ בשנה.
- מבחינת המשתמש הביתי, הסקה בגז דורשת רק פעולה של לחיצת כפתור וויסות העוצמה, בעוד שהסקה בעץ דורשת הזנה מתמדת של חומר בערה בקמין, כאשר פתיחת התנור גורמת לזיהום.
- באשר לקמיני עץ, שימוש בתנורי פרמיום או תנורים המיועדים להסקה בכופתיות או בריקים וכן שימוש בארובות מבודדות וברדס יכולים לשפר משמעותית את יעילות השריפה וכפועל יוצא את איכות האוויר.

¹³ <https://energyforums.net/financial/wood-vs-natural-gas-cost-comparison>

5. השלכות בריאותיות וכלכליות של זיהום האוויר הנגרם מהסקה בקמיני עץ

חשיפה לפליטות משרפת עץ מהווה סיכון לבריאות האדם, ועלולה להחמיר מחלות כלי דם ראייתיות וקרדיולוגיות. הסיכון עולה בעיקר בקרב אוכלוסיות רגישות, כמו: נשים בהריון, תינוקות, ילדים, אנשים מבוגרים (מגיל 65 ומעלה), חולים במחלות קרדיו-וסקולריות ונשימתיות¹⁴. על פי הערכת מחקר שפורסם בשנת 2019 באירופה ובמדינות צפון אמריקה, זיהום אוויר הנגרם מחימום ביתי מביא למוות בטרם עת של 29,000 בני אדם מדי שנה¹⁵. ע"פ המשרד להגנת הסביבה ההשפעות העיקריות מחשיפה לזיהום אוויר כתוצאה משריפת עץ הינן¹⁶:

- **חשיפה לטווח קצר** - חשיפה לעשן עץ מחמירה את מחלות הריאות, ועלולה לגרום להתקפי אסטמה, בرونכיטיס חריפה, סינוסיטיס, דלקות נשימה ואירועי לב.
 - **חשיפה ארוכת טווח** - חשיפה ממושכת לעשן עץ יכולה לגרום להפחתת תפקוד הריאות, בرونכיטיס כרונית, סינוסיטיס וסרטן ריאות, ועלולה גם לגרום למחלות לב וכלי דם ולאירועי לב.
 - **זיהום אוויר תוך מבני** - בעלי תנורי הסקה אינם מודעים להיווצרות זיהום אוויר תוך מבני (בחלל הבית) משריפת עץ בתנורי ההסקה. מצב זה מתרחש כאשר עורמים את העץ ופותחים את דלת התנור, וכן במקרים בהם התנור אינו אטום דיו.
- שריפת עץ לחימום ביתי בקמינים תורמת 8% מפליטת חלקיקי PM10, 10% מפליטת חלקיקי PM2.5 ובחומרים חשודים או מוכרים כמסרטנים: 7% מפליטת בנזן, 5% מפליטת קדמיום, 4% מפליטת עופרת ו-21% מפליטת בנזן-א-פירן. יש להדגיש שפליטה זו מתרחשת בתוך סביבת המגורים¹⁷.
- לפי האגודה למלחמה בסרטן כתוצאה משריפת עץ נוצרת פליטה של לא פחות מ 14 חומרים המוכרים או חשודים כמסרטנים. כגון בנזן פורמלדהיד ופחממנים ארומטיים רב טבעתיים (PAH)¹⁸.

¹⁴ Residential heating with wood and coal, WHO, 2015.

mailto:https://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0009/271836/ResidentialHeatingWoodCoalHealthImpacts.pdf

¹⁵ Thomas B. Bjørner, Jørgen Brandt, Lars Gårn Hansen & Marianne Nygaard Källström : Regulation of air pollution from wood-burning stoves, Journal of Environmental Planning and Management, 2019: mailto:https://dors.dk/files/media/publikationer/faglige_indlaeg/regulation_of_air_pollution_from_wood-burning_stoves.pdf

¹⁶ אתר המשרד להגנת הסביבה, כניסה בתאריך 11.02.21, קישור

¹⁷ לקוח מתוך דוח ה PRTR 2018, משרד הגנת הסביבה

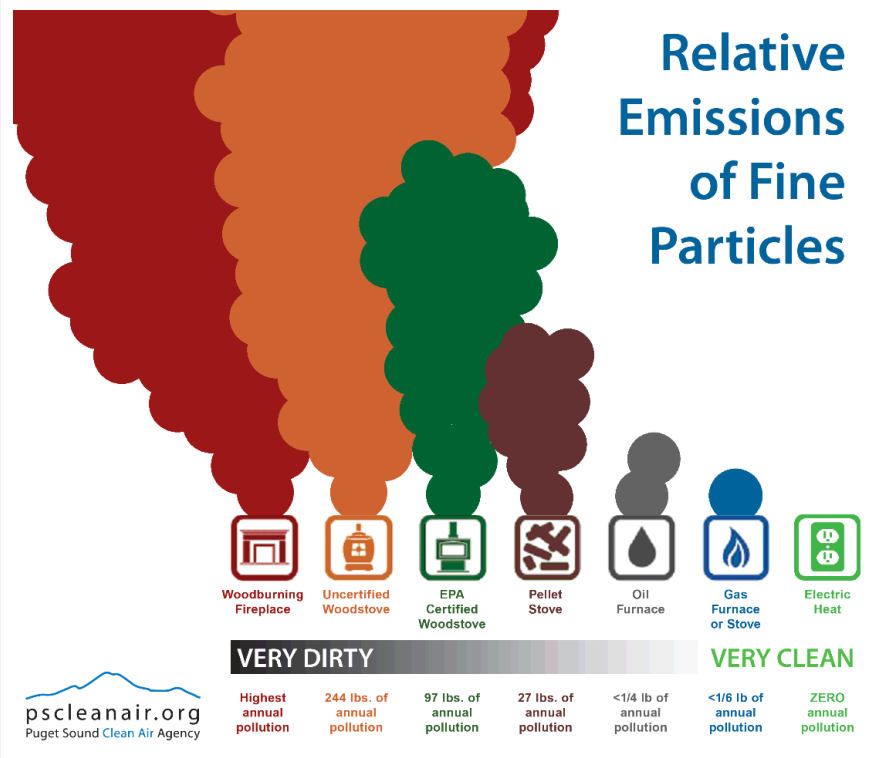
¹⁸ האגודה למלחמה בסרטן, כניסה ביום 11.02.21 קישור

- להלן פירוט פליטת המזהמים ביחידות ק"ג/טון הנגרמים משריפת עץ.¹⁹

טבלה 4 - השפעות כלכליות ובריאותיות מזהמים עיקריים והשפעתם. מקור - המשרד להגנת הסביבה.

סוג מזהם	השפעה בריאותית
חלקיקים נשימים PM	• סתימה של אלויאולות (משחלפי פחמן דו-חמצני : חמצן בריאות)
NOx	• חשיפה נמוכה : גירוי בריאות ובעיניים • חשיפה גבוהה : מחלות נשימתיות, פגיעות גבוהה לחיידקים
CO	• חשיפה נמוכה : הקטנת יכולת נשיאת החמצן ע"י הדם סחרחורות, בחילות, כאבי ראש, פגיעה בריכוז ובערנות • חשיפה גבוהה : הרעלה, מוות כתוצאה ממחנק
חומרים אורגניים טבעתיים (פוליארומתיים PAHs, בנזן ופורמאלדהיד)	• חלק מחומרים אלו ידועים כמחוללי סרטן או מוטגניים (מחוללי מוטציות), הם רעילים או חשודים כמסרטנים, ואף גורמים למפגעי ריח

¹⁹ מקדמי הפליטה מתוך מצאי הפליטות האירופי חלק 1 טבלה 3.14



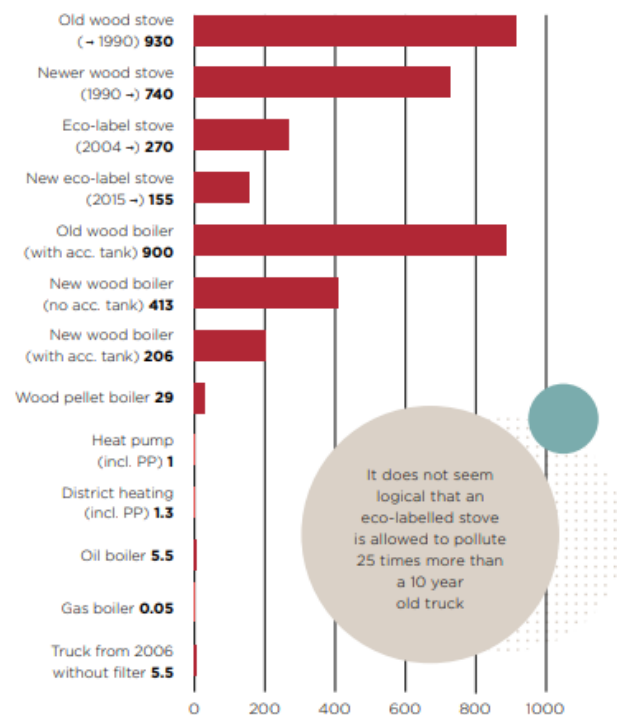
איור 2- השוואה יחסית של פליטות חלקיקים מאמצעי חימום שונים²⁰

באיור 2 ניתן לראות את היחס בין כמות החלקיקים הנשימים הנפלטים ממקורות חימום ביתיים שונים. כאשר תנור עץ הינו המזהם ביותר ומוזג הינו מקור הזיהום הכי פחות מזהם.

²⁰ מתוך תכנית לאומית אנגליה 2019
https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/770715/clean-air-strategy-2019.pdf

המשרד להגנת הסביבה ממליץ לחמם את הבית באמצעות מזגן שהוא אמצעי החימום הנקי ביותר מבחינת פליטות מזהמים לאוויר. אחריו עומד תנור החימום הפועל באמצעות גפ"מ (גז פחממני מעובה), אחריהם ברשימה נמצאים תנורי החמום השורפים דלקים נוזליים²²

באזור הבא ניתן לראות את היקף פליטות ה-PM2.5 כתוצאה משימוש בקמין עץ דרוזי (מסורתי) (g/j 850)*, קמין חדש (g/j 200), קמין הפועל על פלטס (g/j 30) ומשאית ישנה עם אגוז ללא פילטרים (g/j 5.5). כלומר תנור עם תוית אקולוגית מורשה לזהם פי 25 ממשאית ישנה²³



איור 3-פליטות חלקיקים משימוש באמצעי הסקה שונים (גרם/גיגה ג'אול)²³

²¹ חשמל וגז נקיים משמעותית משימוש בפחם ועץ אך עדיין אין מדובר באנרגיה מתחדשת אלא בדלקים מאובנים, (דלקים שאינם מתחדשים ושמקורם מהאדמה). בתהליך הפקת החשמל והסעתו וכן בתהליך קידוח, שאיבה והובלת הגז נפלטות מזהמים וגזי חממה אך במאזן המזהמים הכולל הם נקיים יותר.

²² אתר המשרד להגנת הסביבה, כניסה ב 11.02.21, [קישור](https://www.gov.il/he/departments/guides/wooden_stoves_guide)
²³ https://www.gov.il/he/departments/guides/wooden_stoves_guide
 POLLUTION FROM RESIDENTIAL BURNING, Danish experience in an international perspective, 2016, the Danish ecological council

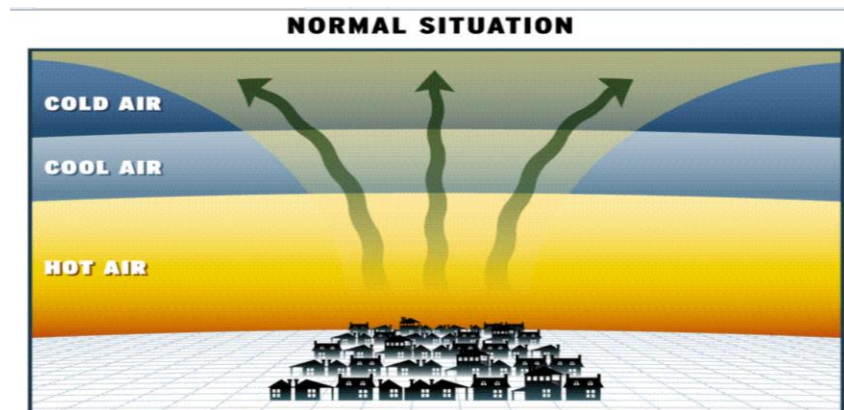
5.1 אינוורסיה

אינוורסיה היא תופעה מטאורולוגית בה שכבות האוויר החמות נמצאות מעל שכבות אוויר קרות ורחוקות מהקרקע, וזאת בניגוד למצב הרגיל בו שכבות האוויר החמות נמצאות קרוב יותר לקרקע, ומתחת לשכבות האוויר הקר.

מצב אינוורסיה נפוץ יותר בחודשי החורף, בהם השמש מחממת את הקרקע בצורה פחותה. האוויר הצמוד לקרקע אינו מתחמם ועל כן קר יותר מהאוויר שמעליו.

במצב המטאורולוגי הרגיל, אוויר חם מפני הקרקע עולה מעלה מפני השטח מכיוון שהוא חם משכבות האוויר מעליו.

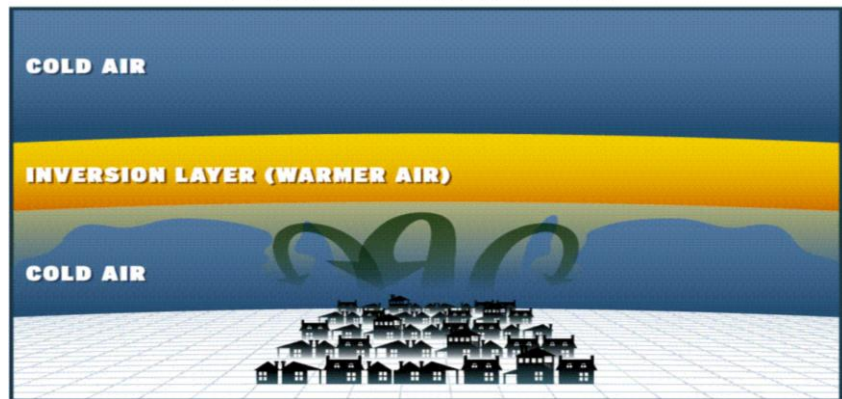
במצב אינוורסיה המתרחשת בחורף בזמן שימוש בקמינים, האוויר בקרבת הקרקע לא מתרחק מפני הקרקע מכיוון שהוא קר יותר מהאוויר בשכבה מעליו. עקב כך, מזהמים הנפלטים בקרבת הקרקע נשארים בקרבת הקרקע בשכבת האוויר הקר.²⁴



איור 4-מצב אטמוספרי רגיל- אוויר נע מהקרקע כלפי מעלה בגלל הפרשי הטמפרטורות. מקור- <https://www.canada.ca/en/environment-climate-change/services/air-pollution/issues/smog-causes-effects/winter.html>²⁵

²⁴ אתר של ממשלת קנדה לגבי הסבר זיהום אוויר, כניסה ב 11.02.21, [קישור](#).
²⁵ התמונות לקוחות מאתר של ממשלת קנדה לגבי הסבר זיהום אוויר, כניסה ב 11.02.21, [קישור](#).

TEMPERATURE INVERSION



איור 5- מצב אינוורסיה- אוויר ומוזהמים נותרים בצמוד לפני הקרקע מכיוון שהאוויר קר יותר מזה שמעליו. מקור-
<https://www.canada.ca/en/environment-climate-change/services/air-pollution/issues/smog-causes-effects/winter.html>

6. הערכת מצאי קמינים והערכה סביבתית כלכלית

מטרת פרק זה הינה כפולה:

א. הערכת מידת הנזק הבריאותי כתוצאה משימוש בקמינים המופעלים בעזרת עץ בירוחם, על מנת לבצע הערכה הזו חושבו

- היקף הבתים הפרטיים בירוחם בנפרד

- היקף הבתים המשתמשים בקמינים המוסקים בעזרת עץ

ב. הערכת פוטנציאל המעבר לשימוש בקמיני גז בירוחם

- לשם כך בוצעה הערכה של מספר הבתים המחוברים כיום לתשתית גז טבעי

ע"י הערכת הנזק הכלכלי ופוטנציאל השימוש בקמיני גז תהיה אפשרות לאמוד את מידת ההשקעה הנחוצה/ סבירה למעבר לקמיני גז וכן לקדם שיח / קמפיינים להעלאת מודעות המבוססים על הנזק הבריאותי הכלכלי שנגרם לתושבי ירוחם.

6.1 הערכת מצאי קמינים בירוחם

6.1.1 מספר בתי אב המשתמשים בקמינים בירוחם

בירוחם לא ניתן היה לספור את מספר הבתים צמודי הקרקע המכילים ארובות באופן אשר נעשה בערד. על כן נעשה שימוש במקדם אשר חושב עבור ערד. ישנה סבירות גבוהה כי המקדם של- 30% משתמשי קמינים בעיר אינו מדויק מספיק.

דוגמא לחישוב מספר הקמינים ומספר קמינים המוסקים בעץ-

חישוב מבוצע רק עבור שכונות בהן בתים צמודי קרקע, מכיוון שרק בבתים אלו ישנה התקנת קמינים.²⁶

- בשכונת שקד 341 נכסים צמודי קרקע. על פי אחוז הקמינים המקסימלי של 30% בשכונה ניתן לחשב את מספר הקמינים בשכונת רננים - $341 \times 0.3 = 102$

כלומר ב-102 בתים בשכונה ישנו קמין עץ, גז או נפט.

²⁶ נתונים אודות מספר הנכסים ומספר הבתים צמודי הקרקע התקבלו מעיריית ירוחם.

- כפי שהוצג בפרקים הקודמים, כמחצית מהקמינים המותקנים כיום בישראל הינם קמיני עץ, על פי הנחה זו של 50% קמינים המוסקים בעץ, ניתן לחשב כמה קמינים המוסקים בעץ קיימים בשכונת שקד - $102 \times 0.5 = 51$

כלומר, ב-51 בתים בשכונה עושים שימוש בקמין המוסק בעץ.

על פי תוצאות המצאי, בירוחם ישנם כ-264 בתי אב המשתמשים בקמינים המוסקים בעץ.

טבלה 5- תוצאות הערכת מצאי קמינים בירוחם

שם שכונה	מס' יחידות מס' ע"פ הדיוור בניה רוויה צמודי מאוכלסות	מס' יחידות מס' קרקע כללי	מס' קמינים המוסקים בעץ
שכ' שקד	395	341	51
שכ' בן גוריון	134	134	20
שכ' אליהו הנביא	309	22	6
שכ' נוף מדבר	218	106	31
שכ' צהלה	312	30	9
שכ' נווה נוף	217	200	60
מרכז בורשטיין	307	0	
שכ' נווה העמק	186	182	54
שכ' אלי כהן	596	48	14
שכ' הגיבעה	380	144	0
שכ' אשל	444	336	101
שכ' נאות הדר	324	322	96
שכ' אירוסים	1084	40	12
שכ' אופק	1074	34	10
שכ' האגם	677	444	0
שכ' המכתש	550	322	0
סה"כ		1768	535
			264

6.1.2 חישוב פליטת מזהמים משריפת עץ בקמינים

כמות העץ מיינמלית הנשרפת בשנה הינה 3 מ"ק²⁷.

על מנת לבצע את חישוב הפליטות, יש לחשב כמות עץ הנשרפת בקמין. משקל העץ של 3 מ"ק עץ הסקה תלוי במשתנים רבים- צפיפות העץ, תכולת רטיבות, סידור העץ לצמצום מרווחים ועוד.

לצורך החישוב הבסיסי, נלקח התרחיש אשר יביא למשקל העץ הגבוה ביותר- עץ אלון מיובא בעל תכולת לחות של כ-10%, מסודר במשטחים.

על פי נתונים אלו- משקל מקסימלי של עץ אלון הינו כ-800 ק"ג/מ"ק²⁸.

משקל ממוצע של עץ להסקה פר קמין- בהכפלה של נפח- 2 מ"ק, ביחס צפיפות עץ של 800 ק"ג/מ"ק מתקבל משקל של כ-1,600 ק"ג/שנה למשק בית המשתמש בקמין עץ.

טבלה 6- מקדמי פליטת מזהמים משריפת עץ. מקור- מצאי הפליטות האירופי חלק 1 טבלה 3.14

מזהם	מקדם - ק"ג פליטת מזהם לכל טון עץ נשרף	עלות
CO	73	321
TSP	7.3	
PM10	6.57	150,747
PM25	6.57	268,992
NMVOC	8.76	7,170
NOx	0.73	117,436
Benzene	0.3066	5,361
SO2	0.1606	84,823
Toluene	0.03796	
Xylene	0	
Styrene	0	
FRMLDHD	0	
13BTD	0	
CO2	0	249
NH3	1.0804	103,125
BC	0.4599	
Zn	0.0074752	
BAP	0.00365	
Lead	0.00015	
Cr	0.00015	
Cadmium	0.0000082	
Cu	0.0000876	
Nickel	0.0000292	
Mercury	8.176E-06	
Se	0.0000073	
PAH	5.256E-06	
Arsenic	2.774E-06	
PCDDF	1.168E-08	

²⁷ על פי שיחה עם משווקי עץ באזור ערד, (חברת גוס, עצים להסקה ועמיתים אחרים), סקר צרכנים מצומצם של משתמשי עץ. מכל המקורות עולה שמנעד השימוש נע בין 2 קוב ל 4 קוב ולכן נלקח הערך 2 קוב כערך שמרני (לפי המשווקים יש גם משפחות שמשתמשות ב 1 קוב).

²⁸ טבלת משקל עץ לפי נפח

²⁹ הספר הירוק, המשרד להגנת הסביבה, רק למזהמים המצוינים קיים ניתוח עלות חיצונית, 2020.

בהתבסס על כמויות העץ הנשרפת בירוחם (450 טון בעונה/ שנה) מדי שנה ובהתאם למקדמי הפליטה של ה EPA הערכנו את כמות הפליטות השנתית מסך המזהמים הנפלטים בעת שריפת עץ.

בעזרת עלויות המשרד להגנת הסביבה ישראל הצמדנו תג מחיר למספר מזהמים בלבד (9/30) והם Co2, Nox, So2, NMVOC, PM10, PM2.5, NH3, Benzene, CO

טבלה 7- חישוב עלויות חיצוניות מזיהום אוויר הנפלט מהסקת עץ בירוחם

מזהם	מחיר המזהם ש"ל טון	כמות טון נפלטת ירוחם	עלות חיצונית שנתית
CO	323	32.85	10610.55
SO2	85381	3.942	336571.902
NMVOC	7217	3.942	28449.414
TSP	0	3.285	0
PM10	151738	2.9565	448613.397
PM2.5	270760	2.9565	800501.94
NH3	103803	0.48618	50466.94254
NOx	118208	0.3285	38831.328
BC	0	0.206955	0
Benzene	5361	0.13797	739.65717
Toluene	0	0.017082	0
BAP	0	0.0016425	0
Zn	0	0.001314	0
Cu	0	0.0001314	0
Cr	0	0.0000657	0
Nickel	0	0.0000657	0
Lead	0	0.0000657	0
Mercury	0	3.6792E-06	0
Se	0	0.000003285	0
PAH	0	2.3652E-06	0
Arsenic	0	9.855E-07	0
Cadmium	0	0.000000657	0
PCDDF	0	5.256E-09	0
Co2	207	0	0
FRMLDHD	0	0	0
13BTD	0	0	0
Styrene	0	0	0
Xylene	0	0	0
PCB	0	0	0
TCE	0	0	0
סה"כ עלות			1,714,785

סך העלות השנתית הארצית בגין שימוש בקמינים בירוחם הינה 1.715 מיליון ₪ בשנה בגין פגיעה בבריאות וברוחות האדם.

6.2 מה מבטאת העלות החיצונית³⁰

מחירים סביבתיים הם כלי לביטוי הערך הכלכלי של פליטות מזהמים לסביבה. הם נועדו להציג את ההשפעה של תוספת או של גריעה של מזהמים על האדם ורווחתו.

ערכי העלות החיצונית הישראלים מתבססים על ערכים שנקבעו במחקרים מדעיים ואפידמיולוגיים עדכניים במדינות האיחוד האירופי (EU-28) ואשר פורסמו בשנים האחרונות. המחקרים משקפים את השפעות זיהום אוויר על בריאות האדם והסביבה.

הנזקים הכלכליים נאמדים בשיטות המקובלות בכלכלת סביבה והם משקפים נכונות לשלם עבור מניעת הנזקים, אומדנים של עלויות טיפול, אובדן הכנסה וכו'.

העברת התועלות מהערכים האירופאיים בוצעה על ידי התאמה לתמ"ג לנפש מותאם לכוון הקנייה וצפיפות האוכלוסייה. בנוסף, בוצעה התאמה לערכי שנת 2019 לפי שינויי מדד המחירים לצרכן ולפי שער חליפין אירו/שקל והמרה ליחידת מידה של טון פליטה.

³⁰ מתוך [הספר הירוק](#) - הערכה ומדידה של עלויות סביבתיות אשר פורסם בשנת 2019 ע"י המשרד להגנת הסביבה

6.3 פרקטיקות מקובלות לקידום שימוש בשיטות חימום ידיות לסביבה

6.3.1 פרוט רגולציה ישראלית

בישראל, נכון להיום, לא קיימת חקיקה ראשית ייעודית המסדירה את נושא השימוש בקמינים לצורך חימום ביתי. ובפועל, תחום ייצור הקמינים, התקנתם והשימוש בהם מוסדר בעיקר באמצעות תקינה ייעודית ובאופן עקיף גם באמצעות חוק מניעת מפגעים וזיהום אוויר. בנוסף קיימים מדריכים ומסמכי מדיניות של משרד הגנת הסביבה ומשרד הבריאות (ללא מעמד מחייב) והכל לפי הפרוט הבא³¹:

- **תקינה ייעודית** - תקנות התכנון והבניה (בקשה להיתר, תנאיו ואגרות), התש"ל 1970 – קובעות כי התקנת תנור הסקה מחייבת קבלת היתר מהרשות המקומית³², וכן כי התנורים יותקנו בהתאם לתקנים הישראליים³³. בכך למעשה נותנות התקנות תוקף למספר תקנים) שהרלבנטיים לעניין קמין המוסק בעץ הינם:
 - תקן ישראלי 838, "מתקן של תנור ארובה להסקה דירתית". – סדרה של ארבע תקנים הקובעים את מבנה התנור, ניצולת השריפה של התנור, גובה הארובה של התנור ואת הדלקים בהם ניתן לעשות שימוש בתנור.
 - תקן ישראלי 1368, "תנור הסקה המוסק בחומר מוצק" – סדרה של שלושה תקנים המתארים לערכי הפליטה המקסימליים לחומר חלקיקי הנפלט לאוויר בעקבות שימוש קמין, לשיטת הבדיקה הרלבנטיות (חלק 3), וכן לאופן פעולת התנור (חלק 1) ומבנה הארובה (חלק 2)³⁴.
- **התייחסות לקמינים באמצעות חקיקה למניעת מפגעים וזיהום אוויר** - הסמכות החוקית לטיפול במטרדי ריח וזיהום אוויר העלולים להיגרם, בין השאר, משימוש בקמינים נקבעת במספר דברי חקיקה:
 - בפקודת בריאות העם, 1940 הוגדר כמפגע "כל אח או תנור וכל ארובה או מחפורת או משפך שאינם מכלים במידה האפשרית את העשן או את האדים הנוצרים ע"י האיכול, או המוציאים עשן בכמות שיש בה כדי להזיק לבריאות, או לסכן את הבריאות; ולצורך פקודה זו, עשן כולל

³¹ כלים להסדרת השימוש בקמינים לחימום ביתי – סקירה משווה ותמונת מצב בישראל – הכנסת מרכז המחקר והמידע, 2019.

³² תקנות התכנון והבניה (בקשה להיתר, תנאיו ואגרות), תש"ל-1970.

³³ מתוך מחקר הממ"מ בנושא " כלים להסדרת השימוש בקמינים לחימום ביתי – סקירה משווה ותמונת מצב בישראל

³⁴ על המתקין לערוך בדיקות עשן וכן בדיקות תת-לחץ אוויר לאחר התקנת הקמין. עוד נקבע בתקנות כי "התקנת מיתקן הסקה בדירה תיבדק בידי מעבדה מאושרת, אשר תודיע לוועדה המקומית אם מיתקן ההסקה בדירה הותקן בהתאם לתקן אם לאו ותמסור את המלצותיה בדבר הפעולות שיש לנקוט כדי להתאימה לתקן"

³⁵ בנוסף קיימים שני תקנים נוספים המתייחסים להסקה בגז: תקן ישראלי 158, "מתקנים לגזים פחמימניים מעובים (גפ"מ)" – סדרה של ארבע קנים הקובעים את כלל הדרישות עבור תנורי הסקה בגז. ותקן ישראלי 995: תנורי חימום דירתיים המוסקים בגז פחמימני מעובה (גפ"מ), אשר כולל סדרה של ארבעה תקנים המפרטים את הדרישות, את שיטות הבדיקה ואת הסימון עבור תנורי חימום ביתיים ללא ארובה

אדים, גאזים, פיח, אפר, אבק וכל חומר או חלקיקים הפורחים באוויר".
בפקודה חוסמכה הרשות המקומית למנוע ולהפסיק מפגעים שמקורם בהסקה ביתית³⁶

- בחוק למניעת מפגעים, התשכ"א - 1961, נקבע כי "לא יגרום אדם לריח חזק או בלתי סביר, מכל מקור שהוא, אם הוא מפריע, או עשוי להפריע, לאדם המצוי בקרבת מקום או לעוברים ושבים"³⁷.
- בתקנות למניעת מפגעים (זיהום אוויר מחצרים), התשכ"ב - 1962, מוגדר מהו עשן שחור המהווה זיהום אוויר חזק ובלתי סביר. עוד נקבע בתקנות כי פליטת עשן שחור לרשות הרבים או לרשותם של אחרים היא זיהום אוויר בלתי סביר³⁸.
- תקנות אוויר נקי (ערכי איכות אוויר) (הוראת שעה), התשע"א, 2011,³⁹ אשר נקבעו מתוקף חוק אוויר נקי, התשס"ח 2008⁴⁰, קובעות רמות הערכים של המזהמים אשר עשויים לגרום לנזקים לסביבה.⁴¹

• מסמכי מדיניות –

- במסמך מדיניות של משרד הגנת הסביבה משנת 2011⁴² נקבע כי שימוש בגז לצורך הסקה ביתית הינו סביבתי יותר וכלכלי יותר מכל דלק אחר. בנוסף הומלץ במסמך להסדיר את נושא ההסקה בעץ בחוקי עזר עירוניים.
- ב 2013 הוציא המשרד מדריך לטיפול במפגעי ריח המיועד לאנשי מקצוע, אשר אינו בעל מעמד מחייב⁴³.
- במסמך של משרד הבריאות שפורסם ב 2019⁴⁴, הומלץ על העלאת מודעות של משתמשי הקמין בדבר אופן השימוש הנכון במכשיר והטיפול הטכני בו, וכן על ציון כמות הפליטות לכל יחידת חום וההספק. בנוסף ממליץ המשרד לחייב את רישום פליטות החלקיקים על אריזות הדלק המוצק.

³⁶ פקודת בריאות העם, 1940

³⁷ החוק למניעת מפגעים, התשכ"א - 1961

³⁸ תקנות למניעת מפגעים (זיהום אוויר מחצרים), התשכ"ב - 1962.

³⁹ תקנות אוויר נקי (ערכי איכות אוויר) (הוראת שעה), התשע"א, 2011

⁴⁰ חוק אוויר נקי, התשס"ח, 2008

⁴¹ חוק נוסף הינו החוק למניעת מפגעים סביבתיים (תביעות אזרחיות), התשנ"ב - 1992 אשר נועד לחזק את כלי האכיפה להגשת תביעה אזרחית בגין מפגע סביבתי למי שנפגע או עשוי להיפגע ממנו. בחוק זה הוגדר המונח "מפגע סביבתי" שבגינו אפשר להגיש תביעה אזרחית.

⁴² מדיניות אנף איכות אוויר באשר להסקה ביתית בשריפת דלקים, 2011, המשרד להגנת הסביבה

⁴³ המדריך מוזכר בעבודה של מרכז המחקר והמידע של הכנסת – "כלים להסדרת השימוש בקמינים לחימום ביתי – סקירה משווה ותמונת מצב בישראל", אך עקב המעבר של משרדי הממשלה לאתר חדש לא ניתן כעת למצוא את המדריך עצמו.

⁴⁴ משרד הבריאות, המחלקה לאפידמיולוגיה סביבתית, שימוש בקמינים בישראל - בחינת פוטנציאל אפשרי להשפעה שלילית על 122 בריאות האוכלוסייה. ד"ר איזבלה קרקיס. התקבל באמצעות דוא"ל, 20 במאי 2019

6.3.2 חוקי עזר עירוניים

מסקירה של מרכז המחקר והמידע של הכנסת⁴⁵ עולה כי ברשויות מקומיות אחדות הוסדר נושא ההסקה באמצעות קמינים באמצעות חוקי עזר עירוניים שעניינם שמירה על איכות הסביבה, מניעת מפגעים ושמירה על הסדר והניקיון, וברשויות מקומיות רבות חוק העזר העוסק במניעת מפגעים עוסק גם ב"תנור, אח, קמין או כבשן בין שהוא משמש למלאכה או לחימום ובין אם לתכלית אחרת, שלדעת התברואן אינו מכיל כראוי את חומר הדלק בתוכו וגורם בכך לפליטת עשן או גזים במידה המזיקה או העלולה להזיק לבריאות או להוות מטרד לשכנים או לסביבה"⁴⁶.

על אף שמשרד הפנים לא נסח חוק ייעודי לעניין הקמינים, נראה שמרבית הרשויות המקומיות משתמשות בסעיפים הדומים זה לזה, ושכפועל קיימים שני סוגים חוקי עזר הנוגעים לשימוש בתנורי הסקה ביתיים וכמו-כן נפוץ השימוש בהנחיות מרחביות החלות על התקנת קמין בעת בניה חדשה:

1. חוק עזר "תברואה וסילוק מפגעים"; חוק עזר "שמירה על איכות הסביבה ומניעת מפגעים";
2. הנחיות מרחביות הקובעות תנאים להוצאת היתרי בניה;

6.3.3 אכיפה

במסמך מדיניות של המשרד להגנת הסביבה משנת 2011 צוין כי " במידה... והוכח כי הפעלת תנור ההסקה גורמת לזיהום אוויר חזק או בלתי סביר או מפגע ריח חזק ובלתי סביר, ניתן להפעיל את סמכויות האכיפה של המשרד מכוח חוק אוויר נקי או החוק למניעת מפגעים, בהתאם, לרבות הגשת צווים מנהליים ומתן קנסות לפי הקבוע בחוק"⁴⁷. אך בתשובה של המשרד לפניית מרכז המחקר והמידע של הכנסת נאמר "המשרד על פניית מרכז המחקר והמידע של הכנסת נאמר כי" על אף שלמשרד יש סמכויות אכיפה בהינתן תנאים מסוימים, **הסמכות אינה בת-אכיפה**"⁴⁸ וזאת בין היתר מכיוון ש:

- היכולת של המשרד – לרבות עובדי המחוזות – להגיע בזמן סביר ורלוונטי לכל תלונה על גרימת עשן מתנור הסקה ביתי לצורך פיקוח ואכיפה, מוגבלת ביותר.
- הפיקוח על פליטת עשן שחור היא אתגר משמעותי ודורש הקצאת זמן יקר וכוח אדם משמעותי שאינו מצוי במשרד.

⁴⁵ שם

⁴⁶ ראה לדוגמה [חוק עזר לשוהם](#) (שמירת איכות הסביבה, מניעת מפגעים ושמירת הסדר והניקיון) – התשנ"ו 1996.

⁴⁷ מדיניות אנף איכות אוויר באשר להסקה ביתית בשריפת דלקים, 2011. המשרד להגנת הסביבה

⁴⁸ כלים להסדרת השימוש בקמינים לחימום ביתי – סקירה משווה ותמונת מצב בישראל – הכנסת מרכז המחקר והמידע, 2019

- עיצומים כספיים והגשת כתבי אישום אינם מתאימים לאכיפת הוראות על הציבור הכללי וכי סמכות הכניסה של מפקחי המשרד להגנת הסביבה היא מוגבלת, ומותנית בקיומו של צו בית משפט.

כמו-כן במענה של מרכז המועצות האזוריות לפניית מרכז המחקר והמידע של הכנסת נמסר כי קיים קושי באכיפה אפקטיבית של החוק מכיוון ש⁴⁹:

- "בניגוד למפגעים סביבתיים אחרים, קמין או אח המשמשים להסקה ביתית מצויים בשטח פרטי, וכניסה של גורמי הפיקוח של הרשויות המקומיות אל בתים פרטיים אפשרית רק לאחר קבלת צו בית משפט"

- בהעדר יכולת להכנס לבתים קיים קושי לבדוק את מתקן ההסקה ולהוכיח את הקשר בין המתקן לבין זיהום האוויר או מטרד הריח; קושי להוכיח את הקשר בין מתקן ההסקה ספציפי והמפגע מעבר לספק סביר; קושי להוכיח כי המפגע גורם נזק או סכנה בריאותית, בשל היעדר כלים מצד גורמי הפיקוח ברשות המקומית או מצד תברואן הרשות.

- כמו-כן צוין כי ועדות התכנון והבנייה המקומיות אינן מטפלות בנושא התקנת קמינים, על אף שתקנות התכנון והבנייה שהוזכרו לעיל מסמיכות אותן לעשות זאת.

בשיחה עם מר ניצן לוי⁵⁰, יו"ר איגוד היחידות הסביבתיות ממשרד הגנת הסביבה נמסר כי:

המשרד להגנת הסביבה לא מאשר חוקי עזר עירוניים האוסרים שימוש בעץ כחומר הסקה לקמינים מכיוון שלטענתם קמין עץ אינו מפגע ולא ניתן לסתור חוקים ותקנות קיימות כגון תקנות התכנון והבניה ותקני מכון התקנים בדבר קמינים המוסקים בעץ.

כמו-כן, המשרד שוקד כיום על קידום מספר אמצעי מדיניות במספר מישורים כפי שמפורט להלן:

1. החמרה של התנאים בתקן 1368 על שלושת חלקיו (מבנה ארובה, תקן התנור וערכי פליטה מותרים לחלקיקים)
2. הצעה לעקרונות בניסוח חוק עזר עירוני אשר יוכל לקבל את אישור המשרדים הרלבנטיים במהרה.
3. הגברת הניטור באמצעות ניידת ניטור של מנ"א בשכונות הכוללות שימוש רב בקמינים.
4. מנגנון גריטה אשר יכלול ייעוץ מקצועי ובשאיפה גם מימון
5. קמפיין חינוך והסברה
6. מעקב (ביצוע ניסוי) אחר ערכי הפליטה של קמין תקני (המוסק בעץ), כדי לבחון אם תנור תקני אכן אינו מהווה מפגע

⁴⁹ שם

⁵⁰ השיחה בוצעה ב 14.02.21 ומתועדת במייל

להלן פרוט של רשויות אשר הטמיעו חוקי עזר עירוניים, לרבות התייחסות לסטטוס החוק ואופן ביצוע האכיפה. מהסקירה הנ"ל עולה כי חוקי העזר לא נאכפים, מכיוון שלרשות אין סמכות להיכנס לשטח פרטי (לבית התושב) כדי לבדוק את סוג הקמין, וכן שחוקי עזר חדשים בדבר איסור שימוש בעץ להסקה לא מאושרים ע"י המשרד להגנת הסביבה עקב סתירה בין תוכן חוק העזר לתקן ישראלי אשר מאפשר שימוש בעץ כחומר הסקה.

טבלה 8 - פירוט רגולציה עירונית ישראלית

עיר	שם חוק	עיקרי החוק	שנת חקיקה	אופן ביצוע אכיפה	מקור מידע
חיפה	הנחיות מרחביות לקביעת תנאים והנחיות לשם הוצאת היתר בניה	גגות מבנה – לא יותרו ארובות של אמצעי חימום בשל גרימת מטרדים	2017	לא קיימת אכיפה בפועל.	מצגת עיריית כ"ס-שיחה עם אילן זילברמן מאיגוד הערים חיפה ב 14.02.21
תל אביב	הנחיות מרחביות לקביעת תנאים והנחיות לשם הוצאת היתר בניה	- לא ניתן לתכנן קמין לשריפת עץ אלא קמין שיופעל ע"י גז בלבד - תכנון הארובה יהיה בהתאם לתקן 838 חלק 3, 1991 - בהיתר הבנייה ייכתב חל איסור מוחלט על שריפת עצים בקמין	2018	תשובת של בוחן רישוי בכיר ברשות לאיכות הסביבה (נדב פרסקו) מיום 15.02.21 הינה: איסור שימוש בקמין (ללא גז) מעוגן בהנחיות המרחביות של תל אביב וכאשר מזהים קמין בתכנון האיסור נוסף כתנאי בהיתר. אך יש בהתייחס לאכיפה קיים קושי משום שהקמינים נמצאים בשטח פרטי	אתר עירייה
כפר סבא	הנחיות מרחביות לקביעת תנאים והנחיות לשם הוצאת היתר בניה	איסור גורף להתקנת קמינים המוסקים בדלק מוצק או נוזל (סולר/נפט) יותר קמין המוסק ע"י גז בלבד	2019	בפועל מאז אסדרת ההנחיות לא בוצעה בניה חדשה	מצגת עיריית כ"ס ושיחה עם עוזר סגן העיר

עיר	שם חוק	עיקרי החוק	שנת חקיקה	אופן ביצוע אכיפה	מקור מידע
נס ציונה	הנחיות מרחביות לקביעת תנאים והנחיות לשם הוצאת היתר בניה	איסור בניית קמין עץ	2020	עדיין לא רלבנטי מכיוון שרק כעת נכנס לתוקף	- ידיעה במקומון נס ציונה קישור
ערד	הנחיות מרחביות לקביעת תנאים והנחיות לשם הוצאת היתר בניה	איסור בניית קמין עץ	2020	החוק נכנס לתוקף לאחרונה	צוות היחידה הסביבתית
פתח תקווה	מניעת זיהום אוויר	"לא יפעיל אדם תנור הסקה, אה, קמין או כבשן בין שהוא משמש למלאכה או לחימום ובין לתכלית אחרת, שמופעל באמצעות שריפת עץ".	הצעה לחוק עזר עירוני	טרם אושר ע"י משרד הפנים והסביבה, עקב סתירה בין איסור השימוש לתקן הישראלי הקיים (ראה הרחבה מעלה)	דגנית טל מנהלת האגף לאיכות הסביבה
פרדס חנה	שמירה על אוויר נקי	איסור שימוש בקמיני עץ לחימום הבית	הצעה לחוק עזר עירוני	טרם אושר ע"י משרד הפנים והסביבה,	התכתבות עם שירה זכות
בני שמעון	חוק העזר לאיכות הסביבה	"הפעלת קמין המוסק בעץ, למעט קמינים המוסקים בעץ שניתן להם היתר עד למועד פרסום חוק העזר. ממעוד פרסום חוק העזר, לא תותר התקנת קמין המוסק בעץ, והועדה המקומית לתכנון ובניה בני שמעון, תקבל את עמדת המועצה בכל בקשה להיתר להתקנת קמין".	הצעה לחוק עזר עירוני - מרץ 2020	טרם אושר ע"י משרד הפנים והסביבה, עקב סתירה בין איסור השימוש לתקן הקיים (ראה הרחבה מעלה).. לא כולל מנגנון פיצוי ו/או גריטה.	שירלי חכם – רכזת איכות הסביבה.
ירושלים	חוק עזר (מניעת מפגעים -	מניעת מפגעים - זיהום אוויר, מערכת אנרגיה אשר ההספק התרמי המרבי שלה עולה על 100 קילוואט שעה	2007	מערכת זו פחות רלבנטית עקב היותה תעשייתית/מסחרית.	אתר העירייה

עיר	שם חוק	עיקרי החוק	שנת חקיקה	אופן ביצוע אכיפה	מקור מידע
	זיהום אוויר, התשס"ז - 2007	(שימוש מסחרי) תחשב כמפגע. כלומר לא מתאים לאכיפה בבתים פרטים בשל ההספק התרמי			
רמת גן	שמירת איכות הסביבה, מניעת מפגעים ושמירת הסדר והניקיון	מפגע נחשב: כל אח או תנור וכל ארובה שאינם מכלים כראוי את העשן או את האדים הנוצרים על ידי האיכול, או המוציאים עשן בכמות שיש בה כדי להטריד את העוברים והשבים, להזיק לבריאות או לסכן את הבריאות; ולצורך חוק זה, עשן כולל אדים, גזים, פיח, אפר, אבק וכל חומר או חלקיקים הפורחים באוויר;	2018	נשלח מייל ב 14.02.21	אתר משרד הפנים
רמת השרון	חוק התכנון והבניה	קמין: יש להתקין ארובה להרחקת גזי הפליטה. תכנון הארובה יהיה בהתאם לתקן (ת"י 333 חלק 3) 1881		בין 2014-2019 הוגשו 2 תביעות אזרחיות מתוקף ההנחיות המרחביות אשר הובילו לביטול הארובה והשימוש בקמין. היחידה הסביבתית ניתרה ותעדה את המפגע ושימשה כעד בבית המשפט.	שיחה עם ראש היחידה הסביבתית דגנית טל. תיק מידע הועדה לתכנון ומידע

6.3.4 דוגמא לפתרונות וולונטריים ביישובים קהילתיים

- קיבוץ עין המפרץ⁵¹
 - מתוך כ 250 בתי אב, ל 10 היה שימוש בקמין
 - לאחר השגת 150 חתימות הנושא עלה לדיון בוועדת הקיבוץ.
 - הוחלט על איסור בתב"ע על התקנת קמינים בבניה חדשה.
 - באשר לקמינים קיימים, הוחלט על מנגנון פיצוי בן 3 שנים כך שבשנה הראשונה, כל חבר שיסיר את הקמין (ללא תלות בסוג המתקן בו יוחלף, וכן אם רק יוסר ולא

⁵¹ מתוך שיחה והתכתבות עם אורן עציוני, בן קיבוץ ורכז ועדת איכות הסביבה

יוחלף) **יקבל פיצוי של 8,500 ₪** מהקיבוץ, ובמשך שלוש שנים תהיה הפחתה של 2,800 ₪

- בפועל 6/10 הסירו את התנור, שניים מתוכם עברו לתנור גז, ועוד חבר אחד השאיר את התנור אך הפסיק להשתמש בו. שאר שלושת המשפחות ממשיכות להשתמש בתנור כרגע ללא הפעלת סנקציות.

מפתחות ההצלחה שזוהו הינם: העלאת מודעות מתמשכת ומגוונת, התנגדות הגדולה משמעותית מהיקף השימוש בפועל, קבלת כלל ההחלטות ושינוי החקיקה בתקופת הקיץ והגעה לחורף כאשר הכל מוסדר וברור

- קיבוץ משמר השרון⁵²
 - מתוך כ 250 בתי אב, ל 6 היה שימוש בקמין בשימוש
 - לאחר לחץ אקטיבי של פעילה אחת, הנושא עלה לדיון בהנהלה והוחלט לבדוק לנכונות החברים למעבר לתנור גז
 - מנגנון הפיצוי שהוצע – מימון מלוא החלפת הקמין לקמין גז כ 13,000 ₪ - במימון הקיבוץ.
 - בפועל 4 משפחות מוכנות לשקול מעבר לגז ו 2 לא מוכנות.

6.4 רגולציה בינלאומית

להלן טבלה המרכזת את עיקרי ממצאי סקירת הספרות הבינלאומית ולאחריה הרחבה ביחס לכל אחת מהמדינות.

טבלה 9 - פירוט רגולציה בינלאומית

מדינה/רשות	סוג החוק	עיקרי החוק	סטטוס החוק ושנת פרסום	מקור מידע
ארה"ב- הסוכנות להגנת הסביבה	תקנות רישוי פדרליות לקמינים	תקנות המוכוונות ליצורני ויבואני קמינים- איסור על ייצור מכירה, ייבוא, שיווק ומכירה של קמינים שאינם עומדים בתקני הפליטה לחלקיקים. מס של 30\$ על רכישת קמין עץ בושיגנטון למימון חינוך ואכיפה.	פרסום ראשון 1988, אבן דרך ראשונה- פליטות של 4.5 גרם/שעה החל מ- 2015.	EPA

⁵² מתוך שיחה עם שני ברקאי, חברת קיבוץ משמר השרון ויוזמת התהליך.

מדינה/רשות	סוג החוק	עיקרי החוק	סטטוס החוק ושנת פרסום	מקור מידע
			אבן דרך שנייה- פליטות 2 גרם/שעה החל מ-2020	
ארה"ב- כללי	תוכנית רטרופיט- מימון החלפת קמינים המוסקים בעץ.	ישנן תוכניות רבות ברחבי המדינה (למשל מיין, מרילנד, ותוכניות אזוריות) (למשל לפחות 6 ב קליפורניה, 2 בושינגטון, ועוד); וקהילות כגון בפירבנקס ואלסקה. תוכניות אלה מציעות תמריצים מ- 250 דולר ועד 3,000 דולר לקמין ולעתים קרובות גובה התמריץ משתנה בהתאם למכשיר או מצב ההכנסה של המקבל.	ראה הרחבה	מריקופה
קולומביה הבריטית, קנדה	תקנות רישוי לקמינים	בדומה לחוק הפדרלי בארה"ב- איסור על מכירה של קמינים לא תקינים. התקנים זהים או שווים לתקן האמריקאי. סיוע במימון בגובה 250 דולר קנדי	פרסום ראשון- 2016, עדכון אחרון 2019	קולומביה הבריטית
בריטניה	תכנית רטרופיט- מימון החלפת קמינים המוסקים בעץ	תוכנית וולנטרית למימון החלפת קמינים המוסקים בעץ לכאלו המוסקים באנגיות מתחדשות. סיוע בגובה 10,000 ליש"ט.	2018	בריטניה
גרמניה	חוק פדרלי לפליטות לאוויר ממתקני שריפה קטנים ובינוניים	קביעת ערכי סף לפליטות חלקיקים לפי הספק המתקן, קביעת חובת דיגומי ארובה תקופתיים לפי הספק.	2010, עדכון אחרון בינואר 2020	גרמניה

מדינה/רשות	סוג החוק	עיקרי החוק	סטטוס החוק ושנת פרסום	מקור מידע
קרקוב, פולין	תקנה עירונית האוסרת שריפת דלק מוצק מוצק	תקנה עירונית האוסרת שריפת דלק מוצק כמו עץ ופחם. קדם לה קמפיין החלפה לקמינים שכלל מימון בגובה 12,000 ₪ לקמין .	פרסום ראשון 2016, תקופת מעבר עד 2019.	- חוק סרקוב להורדה - הסבר על החוק

6.4.1 רגולציה בארה"ב

לסוכנות להגנת הסביבה EPA ישנן תקנות רישוי פדרליות המיועדות ליצרני הקמינים בלבד. התקנות יצאו לראשונה בשנת 1988. בעדכון אחרון משנת 2015 מגדירות התקנות ערכי סף לחומר חלקיקי (PM) הנפלט מקמינים המוחלקים לשתי אבני דרך.

אבן דרך ראשונה נכנסה לתוקף חודשיים לאחר יציאת הדרישות המגדירה ערך סף של 4.5 גרם/שעה, אבן דרך השנייה עתידה להיכנס לתוקף בשנת 2020 (חמש שנים לאחר יציאת העדכון) ומגדירה ערך סף של 2 גרם/שעה.

ישנן תוכניות רבות להחלפת קמינים ברחבי המדינה (למשל מיין, מרילנד, מסצ'וסטס, אורגון וורמונט); תוכניות אזוריות (למשל לפחות שש ב קליפורניה, שתיים בווינגטון, ואחת במחוז צ'שייר ניו המפשייר); וקהילה תוכניות בפיירבנקס, אלסקה ובפורט קולינס, קולורדו. **תוכניות אלה מציעות תמריצים מ-250 דולר ועד 3,000 דולר לקמין ולעיתים קרובות גובה התמריץ משתנה בהתאם למכשיר המוחלף, או מצב ההכנסה של המקבל.**

- לדוגמה, במחוז צ'שייר, חדש המפשייר, ניתן תמריץ של 1,000 דולר למעבר לקמין תקני, ותמריץ של 1500 דולר ניתן עבור מעבר לקמי גז טבעי. אותה תוכנית מציעה תמריץ של 3000 דולר לבתים בעלי הכנסה נמוכה המעניקים מוסמך תנור עץ, גלולה או גז טבעי, או תנור גז מקורה.

- במחוז מריקופה במדינת אריזונה במחוז הונהגה תוכנית "רטרופיט" עבור תושבים המתגוררים באזור בו ריכוז העשן גבוה במיוחד בזמן החורף. בהתאם לתוכנית העירייה תממן את אחת משתי האפשרויות הבאות בהתאם לאפשרות לחיבור לגז טבעי:

❖ התקנת פילטר להפחתת הפליטות (כאשר לא קיימת אפשרות לחיבור לגז טבעי)

❖ כיסוי כלל העלויות לשם החלפת תנור קיים בתנור הפועל על גז. עלות התמיכה הינה בגובה של עד \$ 2,000 לבית וכולל 200 בתי אב.

6.4.2 סקירת רגולציה בינלאומית קנדה

קנדה אימצה תקן הדומה בדרישותיו לתקן האמריקאי לקמיני עץ. פרובינציית קולומביה הבריטית הייתה הראשונה לאמץ את התקן כתקן מחייב וחוקקה חוק עזר שעיקרו צמצום השימוש בקמינים ואיסור התקנת קמינים שאינם עומדים בתקינה הקנדית או אמריקאית.

בשנת 2008 החלה תוכנית להחלפת קמיני עץ ישנים בכאלו העומדים בתקנים (קמיני פלס, קמיני עץ פרימיום, קמיני גז ומשאבות חום, ולצורך כך העניקה הפרובינציה 250 דולר קנדי (650 שקל) לכל החלפה. במסגרת תוכנית זו הוחלפו כ- 9,000 קמינים ע"פ 8 שנים, ולקישון של 300 טון PM בשנה (מתוך 11,300).

עיקר המימון הגיע מהפרובינציה, כאשר הרשויות המקומיות משלימות חלק מהמימון וכן מלוות את התוכנית במערך חינוכי תומך. אשר ממוקד בהפעלה נכונה של תנורי החימום. בהנהלת התוכנית חברים עמותות וקבוצות רבות לרבות משרדים ממשלתיים, עמותות הריאות ספקים ויצרני קמינים.

6.4.3 רגולציה בינלאומית גרמניה

בגרמניה קיימת תקנה פדרלית לבקרה על פליטות מתנורים קטנים ובינוניים (BlmSchV) אשר פורסמה לראשונה בשנת 2010, ומאז עודכנה מספר פעמים, לאחרונה ביוני 2019.

על פי התקנה, כל קמין אשר ההספק שלו הוא לפחות 4 קילוואט חייב להידגם לפחות פעם בשנתיים על ידי מנקה ארובות אשר יגיש את תוצאות הדיגום בצורת דוח. קמינים אשר ההספק נמוך מ-4 קילוואט אינם מחויבים בדיגום תקופתי אלא אם השלטון המקומי דורש זאת מבעל הקמין. כמו כן, לקמינים קטנים ניתנה תקופת הסתגלות לדרישות עד שנת 2024.

לצורך הדיגום, כלל הקמינים בגרמניה מחויבים בהתקנת פתח דיגום בארובת הקמין, באופן המוגדר בתקנות. מדובר על כ-11,000,000 קמינים.

כל עבירה על תקנות 1. BlmSchV, כולל בין היתר שריפת חומרים לא מאושרים ותפעול או התקנה לא נכונים של הקמין תגרור קנס של עד 50,000 אירו על פי החוק הפדרלי לפליטות לאוויר.

6.4.4 רגולציה בינלאומית בקרקוב, פולין

החל מספטמבר 2019, בעיר קרקוב בפולין חל איסור על הסקה בדלקים מוצקים (עץ ופחם).

בתקופת המעבר בין פרסום החוק לאיסור המוחלט- (2017-2019) איסור על שימוש בעץ עם תכולת רטיבות מעל 20% או פחם מאיכות נמוכה.

העיר העניקה סובסידיות להחלפת קמינים לכולו המוסקים בדלקים "קלים" (גז, נפט וכו'), כאשר עיקר המימון לתוכנית היה בין השנים 2012-2019. מקורות המימון העיקריים לתוכנית הינם קרנות איכות סביבה ברמה המחוזית והלאומית ועיריית קרקוב, ומענק קטן יחסית מהאיחוד האירופי. בסך הכל הושקעו לאורך חיי התוכנית כ-337 מיליון זלוטי, שהם על פי השער העדכני כ-300 מיליון ₪.

בין השנים 2012 ל-2019 הוחלפו על פי הערכתם 25,000 קמינים אשר הוסקו בעץ, כלומר המימון להחלפת קמין עמד על כ-12,000 ₪.

בנוסף למימון ההחלפה, העירייה הקימה שני מנגנוני מימון נוספים - תשלומים נוספים עבור אנשים שעלויות ההסקה שלהם עלו בעקבות המעבר להסקה בדלק נוזלי, ותשלומים לשיפור הבידוד בבתים פרטיים.

אכיפת האיסור נעשית בידי כמה גופים - משמר העיר (כוח שיטור עירוני), המשטרה הלאומית ופקחים מטעם העירייה. במהלך עונת החימום האחרונה (ספטמבר 19 עד מרץ 20) בוצעו יותר מ-7,000 ביקורות. מתוכם, 368 מקרי עבירה אשר ניתנו עבורם אזהרות או קנסות של עד 500 זלוטי (440 ₪). במקרים בהם בעל העבירה כופר בקנס, בית משפט רשאי להטיל קנס של עד 5,000 זלוטי (4,400 ₪) אם ימצא אשם.

7. סיכום ומסקנות

- מכיוון שאין צפי ידוע לאיסור שימוש, שיונהג ע"י המדינה, בקמינים המוסקים בעץ, ע"מ לעודד מעבר לשימוש בקמינים ידידותיים לסביבה נחוץ תמריץ כלכלי. מגובה במעך חינוכי להעלאת מודעות ולשימוש נכון בקמינים.
- מומלץ לפעול להעלאת מודעות באשר לנזק הבריאותי הנגרם משימוש בקמיני עץ, לאסור התקנה של קמיני עץ בבניה חדשה, ולעודד שימוש בארובה מבודדת ובברדס.
- באשר לנוסח חוק העזר מומלץ לחכות לניסוח עליו שוקד כיום המשרד להגנת הסביבה, אשר ככל הנראה לא יאסור שימוש בעץ כחומר הסקה (ראה בנספח ב' ניסוח ראשוני אשר לא ניתן לפרסמו עם עבודה זו). ולאחר אימוצו להפעיל סמכויות אכיפה בעת היווצרות מפגעי עשן שחור וריח.

**נספח א' – הצעה ראשונית ולא סופית שאינה לפרסום של חוק העזר המוצע/מוסכם
ע"י המשרד להגנת הסביבה.**

1. מטרה

חוק-עזר זה בא לקבוע הוראות שיבטיחו את הפעלתם התקינה של קמינים למניעת מפגעי זיהום אוויר וריח מהם.

2. הגדרות

"בדיקת תקינות" של קמין – בדיקה הנערכת על-ידי מתקין של קמינים להבטיח את שלמותו ותקינות פעולתו של קמין, על כל חלקיו, לרבות הארובה, התאמתם להוראות היצרן ועמידתם בדרישות התקן.

"התקן" – תקן ישראלי מס' 1368 לתנור הסקה ביתי המוסק בדלק מוצק, על כל חלקיו, או כל תקן שיחליף אותו ויבוא במקומו.

"חצרים" – למעט דירה המשמשת למגורים.

"מחזיק" של קמין – אדם המחזיק למעשה בנכס בו מותקן הקמין כבעלים, כשוכר או באופן אחר.

"מסנן" – התקן בתוך ארובה המפחית פליטות של חלקיקים מוצקים הנישאים בעשן הנפלט מהקמין.

"עשן שחור" – עשן בגוון מספר 2 בלוח למדידת עשן, "רינגלמן" או "מיקרו רינגלמן", או בגוון כהה הימנו (<http://www.sviva.gov.il/subjectsenv/svivaair/carpollution/documents/ringelman.pdf>).

"קמין" – תנור חימום ביתי המוסק בחומר מוצק והפולט גזים אל סביבתו דרך ארובה.
בחוק-עזר זה יבואו בגדר "קמין" גם כל חלקיו וכל המחובר אליו ולרבות הארובה.

"ריח חזק" – אחד מאלה:

1. 3 תלונות שהתקבלו ברשות המקומית במשך 24 שעות, או 10 תלונות לפחות שהתקבלו תוך 30 יום, אשר דיווחו על מפגע ריח בעוצמת תחושה בדרגה 4 ומעלה;
2. דיווח בעל תפקיד שעבר הכשרה במשרד להגנת הסביבה, באמצעות טופס דיווח על מפגע ריח, המתעד מפגע שגורם לריח חזק;
3. קביעה של צוות מריחים, כי קיים ריח בעוצמת תחושה אשר עולה על 0 באזור מגורים;
4. נוכחות בסביבה של חומר אחד או מספר חומרים בעלי ריח, בריכוז העולה על ערכי ייחוס שנקבעו להם ושמבוססים על תכונת הריח של החומר למטר מעוקב של אוויר

(OU/m³), שחושב להערכת השפעת מקור ריח כלשהו על הסביבה, העולה על יחידת ריח אחת במטר מעוקב של אוויר (C98.0, 1-hour < 1 OU/m³) באזור מגורים.

3. חובותיו של מחזיק

- (א) מחזיק ינקוט בכל האמצעים הנדרשים להבטיח שהפעלתו של הקמין אינה גורמת למפגע ובכלל זה יבטיח את הבאים:
- (1) הקמין יעמוד בדרישות התקן.
 - (2) הקמין יוחזק במצב שלם ותקין.
 - (3) לא ייערך שינוי במבנהו של קמין, שלא על-פי הוראות היצרן, או הגורם לכך שהקמין לא יעמוד בדרישות התקן.
- (ב)
- (1) מחזיק ישרוף בקמין אך ורק חומר הסקה שהופק או יוצר ויועד מראש לשמש כדלק לחימום ביתי.
 - (2) מחזיק יאחסן את החומר המשמש אותו כדלק להסקת הקמין באופן בו הוא נשמר יבש, ולא ישתמש בחומר להסקת הקמין בלתי אם הוא יבש.
- (ג) לא יורוק, יסלק או ישליך, מחזיק קמין, מתוך כוונה להוציא מרשותו, אלא אל אתר או מקום שתורה עליו הרשות המקומית.

4. קמין הגורם למפגע

הפעלתו של קמין תהווה מפגע אם מתקיים בה אחד הבאים:

- (1) היא גורמת לפליטה של עשן שחור, הנמשכת שש דקות, או יותר, בשעה.
- (2) היא גורמת לפליטה של עשן בכמות שיש בה כדי להזיק לבריאות או לסכן את הבריאות.
- (3) היא גורמת לריח חזק.

5. סמכויות מפקח

(א) מפקח רשאי להיכנס לחצרים לצורך בדיקת אופן החזקתו של חומר המשמש להסקת הקמין.

- (ב) מצא מפקח שנגרם מפגע מקמין רשאי הוא להתרות, בכתב, במחזיק. בהתראה יפרט המפקח את המפגע הנגרם מהקמין ואת הצעדים שנדרש המחזיק לנקוט למניעתו הנשנית של המפגע, לרבות על-ידי אחד מהבאים:
- (1) עריכת בדיקת תקינות. הורה מפקח כאמור, יהיה רשאי גם לדרוש מהמחזיק כי יציג לו, בתוך פרק זמן שיקבע, את בדיקת התקינות שנערכה לקמין.
 - (2) התקנת מסנן. הורה מפקח כאמור, יהיה רשאי גם לדרוש מהמחזיק כי יציג לו, בתוך פרק זמן שיקבע, הוכחות על התקנתו של מסנן.

(3) הימנעות משימוש בחומר הסקה שאינו תואם את הוראת סעיף 3(ב)(1) לעיל. הורה מפקח כאמור, יהיה רשאי גם לדרוש מהמחזיק כי יציג לו, בתוך פרק זמן שיקבע, הוכחות על סילוקו כדין של החומר.

6. בדיקת תקינות

נמצא בבדיקת תקינות שיש לערוך שינויים בקמין או בארובה, יישם המחזיק את המלצותיה במהירות האפשרית.

[nc1] עם הערות: להוסיף נספחים בבקשה

[UB2R1] עם הערות: הערה לא ברורה