

הפחתת פליטות גזי חממה בשרשראות ייצור, מא' עד ת'

עתניאל גדג'1

atnyel@made2flow.com

1. אחר

Made2Flow היא חברת טכנולוגיה גרמנית, עם מייסדים ועובדים ישראלים, המתמחה במדידה, איסוף וניתוח נתונים סביבתיים לצורך דה-קרבונזציה של שרשראות אספקה בענף האופנה והתעשייה הצרכנית. החברה פיתחה פלטפורמה חדשנית המשלבת יכולות בינה מלאכותית (AI) בכל אחד משלבי הפעילות שלה – החל מאיסוף נתונים ממקורות רבים לאורך השרשרת, דרך בקורות ואימות נתונים, חישובים סביבתיים מתקדמים, ועד להפקת המלצות להפחתת פליטות. הפלטפורמה מאפשרת איסוף ובקרה של נתונים – ממגדלי חומרי גלם ועד מתקני ייצור – ומספקת תובנות מדידות על פליטות גזי חממה, צריכת מים ומשאבים אחרים ברמות פירוט גבוהות, הן ברמת המוצר והן, וחשוב יותר, ברמת המפעל. יכולת זו מאפשרת למפעלים ולמותגים לזהות היכן נכון להשקיע על מנת לשמור על תפוקה גבוהה ולהפחית פליטות בצורה אפקטיבית. הפתרון של Made2Flow מבוסס על מסד נתונים רחב, אוטומציה מתקדמת ואלגוריתמים מבוססי AI, המאפשרים אימות נתונים, ניתוח דפוסים וזיהוי נקודות התערבות בעלות השפעה סביבתית וכלכלית גבוהה. לצד זאת, המערכת מספקת כלי המלצה מותאמים שמטרתם הקטנת ההשפעה הסביבתית תוך שמירה על יעילות כלכלית (ROI) של פעולות דה-קרבונזציה. הפלטפורמה מחברת בין מותגים, ספקים, שותפי ביצוע ומערכות צד שלישי, ומאפשרת עבודה שיתופית לשיפור שקיפות, עקיבות ועמידה ביעדי קיימות מבוססי מדע (Science-Based Targets). החברה זכתה בפרס סביבתי ב-Just Style 2025 על פתרונה הייחודי למעבר לפעולות אמינות ומדידות של הפחתת פליטות בענף האופנה. עד כה, Made2Flow מדדה LCA עבור עשרות אלפי מוצרים, עבור אלפי מפעלים ביותר מ-50 מדינות, וסיפקה המלצות להפחתת פליטות אשר, עם הטמעה מתמשכת, צפויות להוביל להפחתה של מאות עד אלפי טונות פחמן דו-חמצני בשנים הקרובות, עם פוטנציאל הפחתה משמעותי אף יותר.

המחקר תורם לקידום מדידה מבוססת נתונים של השפעות סביבתיות בשרשראות ייצור, ומדגים כיצד שילוב AI מאפשר זיהוי מוקדי הפחתה יעילים תוך שמירה על פעילות כלכלית. ממצאיו רלוונטיים לקובעי מדיניות, לתעשייה ולציבור, וניתנים ליישום במדיניות הסביבתית של ישראל לקידום רגולציה חכמה, שקיפות נתונים והפחתת פליטות במפעלי ייצור ושרשראות אספקה.

שימוש במידע לווייני ככלי להערכת יעילות קוטלי עשבים בתירס (*Zea mays*)

שלומי אהרון¹, רן לאטי², חנן איזנברג², יפית כהן²

shlomiaharon123@gmail.com

1. האוניברסיטה העברית

2. מכון וולקני

בשנים האחרונות גוברים הדיווחים על ירידה ביעילותם של קוטלי עשבים (ק"ע). מיפוי כתמי עשבים רעים (ע"ר) באמצעות חישה מרחוק לוויינית עשוי לסייע בבחינת היקף התופעה ובהבנת הגורמים המשפיעים עליה. עם זאת, מיפוי ע"ר לפני ואחרי יישום ק"ע בתוך חלקת הגידול באמצעות מידע לווייני מהווה אתגר בשל הרזולוציה המרחבית הנמוכה המתקבלת. מחקר זה מציע גישה חדשה להתמודדות עם אתגר זה. במקום לפתח מודל כללי המבוסס על התאמת נתוני אמת לנתוני לוויין כמקובל כיום, מוצעת מתודולוגיה לפיתוח אינדקס הדברה המבוססת על אפיון מידע ספקטרלי-מרחבי-עתי, במטרה לסווג פיקסלים לווייניים לפי השינוי במגוון הספקטרי שלם. לשם כך נערכו שני ניסויי שדה בתירס כגידול מודל. בניסויים יושמו לאחר הצצה שני קוטלי עשבים שונים: (א) מעכב ביוסינתזה של קרוטנואידים (HPPD) ו-(ב) מעכב האנזים *acetolactate synthase* (ALS). טיפול ביקורת ללא התערבות בהתפתחות העשבים שימש כמדמה מצב של יעילות הדברה נמוכה. במהלך הניסויים נאסף מידע מולטי-ספקטרי מרחפן ליצירת מפות יעילות הדברה ברזולוציה גבוהה, אשר הוצלבו עם דימוי לוויין PlanetScope מארבעה מועדים לאחר הריסוס. מן הדימוי הופקו מאפיינים ספקטריים ומרחביים המבוססים על מידע טקסטורי שחושב באמצעות *Gray Level Co-occurrence Matrix* (GLCM) עבור כל שכבה ספקטרלית בנפרד. מימד הזמן נכלל בניתוח באמצעות חישוב שיפוע של מודל לינארי לכל שילוב של מדד ספקטרי וטקסטורי. מתוצאות הניסויים עולה כי מדד הטקסטורה *Variance* שחושב על שכבה הספקטרלית NIR רגיש במיוחד לשינויים בהתפתחות העשבייה בין הטיפולים. בטיפול הביקורת נרשמה עלייה במדד זה לאחר הריסוס ($estimate = 0.1$), בעוד שבטיפול ק"ע נצפתה יציבות ואף ירידה המשקפת הדברה מוצלחת ($estimate = -0.05$). ולידציה בשבעה שדות מסחריים הראתה כי מיפוי כתמי עשבים שלא הודברו, באמצעות מודל "Hot Spot" המבוסס על שכבות מידע ספקטרי-מרחבי-עיתי מלווין, השיג דיוק של כ-80% ביחס למיפוי מרחפן וכן מתאם גבוה בין אחוזי הכיסוי בין החלקות ($R^2 = 0.97$). ממצאים אלו מדגימים את הפוטנציאל במידע לווייני ככלי יעיל למיפוי כתמי עשבים שלא הודברו כראוי, ובכך לתמוך בהבנת היקף התופעה והגורמים המובילים לה.

במסגרת עבודת הדוקטורט נדרשתי לפתח כלי חדש להערכת כשלי הדברת עשבים, המאפשר למפות בשדות תירס באופן יעיל, נגיש ומדויק אזורים שבהם ההדברה לא הצליחה, ולאפיין את הגורמים המובילים לכך. מאחר שנתוני לוויין זמינים כיום לרוב המגדלים, הכלי ממנף מידע קיים ומתרגם אותו לשכבת ידע נוספת התומכת בקבלת החלטות בשטח. יכולת זו מאפשרת התאמת ממשקי הריסוס למצב בפועל בחלקה, ובכך תורמת לשימוש מושכל ומצומצם יותר בקוטלי עשבים.

ShipEcho - מערכת למידול וניטור זיהום רעש תת-ימי מכלי שיט

מארק שיפטון¹, רועי דיאמנט¹

mshipton@campus.haifa.ac.il

1. אוניברסיטת חיפה

בעשורים האחרונים, רעש מוקרן תת-ימי מכלי שיט הפך לאחד ממקורות הזיהום האנתרופוגני הבולטים במרחב הימי. תנועת כלי השיט נשענת על שימוש במערכות הנעה המקרינות אנרגיה אקוסטית בעוצמות גבוהות אל תוך המים; רעש זה מתפשט למרחקים גדולים וגורר השפעה שלילית על המערכת האקולוגית הימית, בין היתר דרך הופעת סימני לחץ ומצוקה וכן שינויים פיזיולוגיים והתנהגותיים במגוון מינים של בעלי-חיים ימיים. על רקע זה, גופים אזוריים ובינלאומיים—כגון האיחוד האירופי וארגון הימאות הבינלאומי (IMO)—מקדמים בשנים האחרונות מדיניות לקידום ניטור, הערכה וניהול של רמות רעש תת-ימי באזורים שונים. ניטור רעש תת-ימי מבוסס לרוב על פריסה ממושכת של חיישנים ודורש עיבוד של נפחי נתונים גדולים. פעילות זו כרוכה בעלויות יישום ותפעול משמעותיות, ובמקרים רבים מספקת תמונת מצב מוגבלת בהיבטי מרחב וזמן—ולכן אינה נותנת מענה מספק לקובעי מדיניות. כדי להתמודד עם מגבלות אלו, יצרנו פלטפורמה בשם ShipEcho, שמטרתה למדל ולהנגיש מידע אודות התפוצה המרחבית של רעש תת-ימי מכלי שיט באופן יעיל ונגיש ולשמש ככלי תומך החלטות והתוויות מדיניות. ShipEcho הינה פלטפורמה מבוססת-רשת המציגה מידע על תנועת כלי שיט והתפשטות רעש תת-ימי על גבי מערכת מידע גאוגרפי (ממ"ג) בקנה מידע גלובלי, הממ"ג כולל ויזואליזציה של גבולות ימיים ושמורות טבע ימיות. מידע אודות הפרמטרים של כלי שיט במרחב (סוג האוניה, מיקומה, גודלה ומהירותה) נלקחים בזמן אמת ממערכת ה-Automatic Identification System. על מנת למדל את הרעש המוקרן של כלי השיט המערכת עושה שימוש בחמישה מודלי חיזוי שונים מהספרות המספקים הערכה סטטיסטית אודות המאפיינים האקוסטיים של כלי השיט ע"ב סוג האוניה, מהירותה וגודלה. מידול התפשטות הרעש בתווך הימי מבוצע ע"י מודל Gaussian Ray-tracing ומוצג באופן ויזואלי אינטואיטיבי. המערכת מציגה חיזוי של עוצמות הרעש המוקרן ברוחבי-סרט סטנדרטיים המוגדרים כ-indicators לניטור ע"י דירקטיבת ה-Marine Strategy Framework Directive של האיחוד האירופי. ShipEcho מהווה כלי טכנולוגי חדשני המאפשר גישה למידע אודות התפוצה של רעש תת-ימי באופן נגיש וידידותי למשתמש היכול להוות בסיס לקבלת החלטות והתוויות מדיניות במרחב הימי.

שיטות הניטור לרעש תת-ימי כיום כרוכות בעלויות גבוהות ומספקות רק תמונת מצב חלקית במרחב ובזמן. ShipEcho נותן מענה לאתגרים אלו ע"י מידול והצגת נתונים בקנ"מ גלובלי ע"ב פלטפורמה מבוססת-רשת. ממשק המשתמש שהינו נגיש וידידותי יכול לשמש גם להתוויות מדיניות וגם להעלאת המודעות בקרב הציבור הרחב. ShipEcho כולל כבר כיום כיסוי על מרחבי הים של ישראל ולכן יכול לשמש ככלי תומך החלטות במדיניות סביבתית לאומית.

מהגלובלי למקומי: כיצד סרטונים מבוססי בינה מלאכותית משנים את תפיסת האיום האקלימי

ורד אלישר¹, חן פרימן²

veredm@yvc.ac.il

1. האקדמית עמק יזרעאל

2. מכון טכנולוגי חולון

גורמים המבקשים לקדם את המאבק במשבר האקלים נדרשים להתמודד עם הקושי בגיוס דעת קהל אוהדת. עבור רבים, המשבר עדיין נחוזה כרחוק, מופשט ולא אישי. לפי תאוריית רמת הבנייה (CLT) והמושג "מרחק פסיכולוגי", כאשר איום נתפס כמרוחק בזמן, במרחב או במובן האישי-חברתי, הוא מעובד באופן מופשט יותר, מעורר פחות רגשות, ומוביל למוטיבציה חלשה יותר לפעולה. המחקר הנוכחי בוחן האם ניתן לצמצם מרחק פסיכולוגי זה באמצעות סימולציות אודיו-ויזואליות של אסונות אקלים, המופקות באמצעות כלי בינה מלאכותית, חלקן מעוגנות בהקשר גיאוגרפי מקומי וחלקן בהקשר גלובלי. התפתחות מהירה של כלים מבוססי AI מאפשרת כיום הפקה מהירה וזולה של סרטונים קצרים ועתירי אפקטים, הממחישים תרחישי אסון אפשריים באופן ריאליסטי. בניגוד לטקסט או לדימוי בודד, קטעי וידאו מגייסים רגש, קשב, מעורבות רבת ממדים, וחוויה של "להיות שם". בוצע ניסוי מקוון בקרב מדגם מייצג של החברה היהודית בישראל, ללא אוכלוסייה חרדית (N=402). כל משתתף צפה בארבעה סרטונים קצרים (90-130 שניות) המדמים אסונות אקלימיים: שריפה נרחבת בישראל ובחו"ל, וצונאמי בתל-אביב ובחו"ל. הסרטונים נוצרו בסיוע כלי בינה מלאכותית (ChatGPT, Midjourney, Adobe Premiere Pro, ElevenLabs) בפורמט אחיד. לאחר כל סרטון דירגו המשתתפים את רמת הפחד/חרדה, דאגה לעתיד, תחושת רלוונטיות אישית ונכונות לפעול. הממצאים מצביעים על אפקט חזק ועקבי של קרבה גיאוגרפית בכל המדדים. תרחישים המתרחשים בישראל היו משפיעים יותר מתרחישים זרים בחו"ל בכל הפרמטרים. נשים דיווחו על רמות גבוהות יותר של פחד, דאגה ונכונות לפעול לעומת גברים. צעירים בגילאי 18-34 תפסו את הסרטונים כמאיימים ורלוונטיים יותר מחבריהם המבוגרים. בעלי השכלה אקדמית הביעו דאגה רבה יותר לעתיד ומוטיבציה גבוהה יותר לפעולה בהשוואה לבעלי השכלה פורמלית נמוכה יותר. תושבי אזורים מועדים לשריפות הגיבו בעוצמה גבוהה במיוחד לסרטון השריפות, בעוד שתושבי אזור המרכז והחוף נטו להגיב בעוצמה גבוהה יותר לסרטוני הצונאמי, באופן המשקף רגישות לסיכונים גיאוגרפיים מוחשיים. הממצאים מחזקים את קונספט המרחק הפסיכולוגי ומדגימים את פוטנציאל השימוש בכלי בינה מלאכותית לדימוי תרחישי אסון באיכות גבוהה, בעלות ובזמן סבירים, ובהתאמה לקהלים ספציפיים.

ממצאי המחקר מלמדים על חשיבות המסגור של משבר האקלים בכלי התקשורת (ומעל במות נוספות) כמשבר קרוב ורלוונטי (במונחי מרחב וזמן), לצורך העלאת המעורבות הרגשית, הקוגניטיבית וההתנהגותית בקרב אזרחים ומצביעים פוטנציאליים. העלאת המעורבות בממדים הנדונים עשויה להוביל לא רק לעניין רב יותר, ולשינוי התנהגותי פרו-סביבתי, אלא גם לשינוי דפוסי הצבעה, באופן שיתעדף מועמדים ומפלגות שמחויבותם למאבק במשבר האקלים אינה מוטלת בספק.

פתרונות טכנולוגיים לאתגרי סביבה

Futurewisw - מתניעים את העתיד

אדם קמינסקי¹

adamkaminsky3@gmail.com

1. אוניברסיטת תל אביב

פסולת אורגנית, המהווה כ-40 אחוזים מהפח הירוק כפי שעולה מסקר של המשרד להגנת הסביבה לשנת 2023, היא מטרד וסיכון סביבתי (מפגע לעין, מטרד ריח, סכנה להפצת מחלות, פליטת גזי החממה פחמן דו חמצני ומתאן לאטמוספירה וזיהום הקרקע ומי התהום מתשטיפים). במטרה לצמצם את הגעת הפסולת האורגנית למטמנות ולפתח מערך השבה מפסולת הוקם Futurewise. Futurewise הוא מרכז לטיפול בפסולת אורגנית לאנרגיה בתמיכה ומימון ות"ת המרכז 21 חוקרים מובילים בתחום משישה מוסדות מחקר בישראל (אוניברסיטאות תל אביב, אריאל ובן גוריון, המכללות שנקר ויזרעאל, וכן המרכז האקדמי-רפואי בית חולים מאיר).

המרכז מתמקד בפיתוח טכנולוגיות מתקדמות לטיפול בפסולת אורגנית תוך דגש על בחינתן מבחינה כלכלית-חברתית-סביבתית במטרה לפתח פתרונות מעגליים המותאמים לצרכים ולבעיות העולות מהשטח - מתהליך המיזן וההפרדה בעת קליטת הפסולת בתחנות המיזן על ידי סנסור IR, VOC המזהה חתימה ספקטרלית ברמה המולקולרית ומאפשר הפרדה באיכות גבוהה, דרך בחינת שיטות טיפול תרמו-כימיות שונות (AD, HTC, HTL, Gasification and incineration) ותוצריהן כולל מציאת אפליקציות לשימוש חדש/חוזר בתוצרי הלוואי) שדרוג ביוקורד לדלק, בחינת ביוצ'אר כמטייב קרקע, יצירת Syngas ומימן, פיתוח קטליזטורים והפיכת שמן בישול לדלק סילוני, יצירת חלבונים ופולימרים (PHA) לתעשייה מהפאזה האורגנית המימית ופיתוח ממברנות לספיחה סלקטיבית ושחרור של אמוניה ומתכות כבדות מתשטיפי התהליכים וזרמי שפכי תעשייה וכן שימושים נוספים. שיתופי פעולה עם גורמים מהתעשייה, רשויות מוניציפליות ורגולטורים לצד סטארט-אפים ומעבדות מחקר אקדמיות מאפשרים למרכז לזהות את הפערים בטיפול בפסולת האורגנית בכל הרבדים השונים ולפתח להן פתרונות טכנולוגיים מתקדמים. אנו מקדמים שיתופי פעולה עם אנשי תעשייה, רגולציה, אקדמיה והמגזר השלישי המזהים בעיה או צורך בטיפול בפסולת אורגנית בישראל.

המרכז שם לו למטרה לקדם מדיניות ואסטרטגיה של השבת אנרגיה מפסולת אורגנית תוך צמצום הטמנתה במטמנות על ידי פרסום ניירות עמדה לקידום הנושא בישראל. פיתוח מרכז ידע אקדמי-תעשייתי לטכנולוגיות טיפול בפסולת אורגנית והמרתה לאנרגיה המאגד בתוכו ידע, אנשי מקצוע וטכנולוגיות טיפול. וכן הגדרת תקנים וקריטריונים לשימוש בטכנולוגיות הנחקרות ותוצריהן תוך בחינת הסיכונים לסביבה ולציבור. (End-of-waste criteria)

פיתוח אסטרטגיה ברמה הלאומית לטיפול בפסולת אורגנית לאנרגיה והטמעת פתרונות קצה יביא לירידה בנפח ובכמות הפסולת האורגנית המגיעה למטמנות - הדבר יביא לרווחה לסביבה ולציבור. הטמעת הטכנולוגיות המפותחות בפריקט כצורה מעגלית במערך הטיפול בפסולת האורגנית בישראל בצמוד לאזורי הסעדה, בתי חולים, מלונות וארגונים בעלי זרם קבוע של פסולת אורגנית כדוגמת ירקניות וקצביות וכן במתקני טיפול בשפכים יאפשר טיפול בבעיית הפסולת האורגנית לצד הפקת והוספת מקורות אנרגיה מתחדשים לתמהיל האנרגיה הישראלי.

פתרונות טכנולוגיים לאתגרי סביבה

המפתח לקיימות בתעשייה

רות אברהם¹

atnyel@made2flow.com

1. המועצה לבנייה ירוקה

“המפתח לקיימות בתעשייה” הוא מיזם משותף של המועצה הישראלית לבנייה ירוקה ושל משרד הכלכלה, והוא מבוסס על מחקר יישומי הנועד לסייע לתעשייה הישראלית להתאים את עצמה לעידן של רגולציות אקלימיות וסטנדרטים סביבתיים גלובליים. בעולם שבו השקעות, שרשראות אספקה ותחרות בין-לאומית מושפעות ישירות מביצועים סביבתיים, התעשייה הישראלית נדרשת לאמץ עקרונות קיימות וכלכלה מעגלית כדי להמשיך להיות שחקן משמעותי בשווקים הבין-לאומיים. המפתח כולל 15 פרמטרים עבור מתכננים של אזורי תעשייה חדשים והרחבות, וכן 25 פרמטרים נוספים עבור מנהלים ועובדים הפועלים באזורים תעשייתיים ותיקים. מטרת הפרמטרים היא ליצור סט ברור של מדדי הצלחה בתחום קיימות תעשייתית, המאפשר לבעלי תפקידים שונים למדוד את עצמם, לזהות פערים ולבחון היכן נדרש שיפור. הכלי מחולק לפרקים נושאים העוסקים באנרגיה, מים, פסולת, תנועה ותחבורה, שטחים פתוחים, טבע עירוני, הון אנושי והיבטים פרוגרמטיים, תוך שילוב גישות של יעילות משאבים ושל כלכלה מעגלית. הבסיס לפיתוח הכלי נשען על סקירה מקיפה של אזורי תעשייה בני קיימה בעולם ועל כלי מדידה בינלאומיים המתייחסים לאזור תעשייה כמערכת אקולוגית תעשייתית של שיתופי פעולה, זרימת ידע ומחזורי חומר. לצדם בוצעו ראיונות עומק עם מנהלי אזורי תעשייה, יצרנים ורגולטורים, וכן סיור מקצועי בפינלנד – מדינה המובילה רשת של אזורי תעשייה בני קיימה. המתודולוגיה כללה תהליך איטרטיבי יישומי שבמסגרתו כ-100 משתתפים ב-10 מפגשים שונים דירגו 120 פרמטרים על פי כללי משחק מובנים, מה שאפשר זיקוק של המדדים המרכזיים. בישראל כבר קיימות הצלחות: מועצות תעשייתיות המובילות הנחיות מרחביות, אזורי תעשייה המחזקים אקוסיסטם מקומי, ומפעלים גדולים המשקיעים בהתייעלות ייצור, שימוש חוזר בחומרי גלם והפחתת פליטות. עם זאת, ישנם תחומים לשיפור – הקמת מתקני טיפול והשבת פסולת להשגת אפס הטמנה, הפחתת פליטות, שיפור נגישות תחבורתית, ועיבוי צמחייה ועצים הסופחים פליטות ומשפרים את סביבת העבודה. ההרצאה תציג את המתודולוגיה, את מבנה המדד, ותעמיק בפרמטרים הנוגעים לטבע ולשטחים פתוחים ולניהול הממשק שבין תעשייה למערכות האקולוגיות הסובבות אותה