

כשנה האחרונה נהנים הסטורנטים של אוניברסיטת בר אילן משירותיו של רכב חשמלי העוצר בכמה תחנות ומסיע אותם ברחבי הקמפוס. אך כלי רכב פשוט זה עושה יותר מאשר לסייע למי שמעצל לכתת רגליו בין הפקולטות. למעשה הוא חלק מניסוי הנערך בקמפוס שמטרתו לעשות שימוש בטכנולוגיות מתקדמות כדי לשפר תשתיות עירוניות. משום כך הוצב בתחנות שהוא מגיע אליהן מכשיר מיוחד המסייע באיתור תנועות הנוסעים כדי להתאים את מערכת הנסיעות לצורכיהם. מאחורי היוזמה יש החלטה שהתקבלה כבר אילן, שהגיעה הן מן להגביר את העניין בערים המקיפות את המוסד האקדמי. משום כך הוקם בו באחרונה מרכז קר העוסק בערים חכמות, ולצדו פועל מרכז שבו נפגשים יזמים העוסקים בפיתוח טכנולוגיות מסוג זה. בשיתוף פעולה עם הרשויות המקומיות באזור ינסו חוקרי האוניברסיטה לשפר את התשתיות העירוניות בהיבטים חיוניים כמו אנרגיה, ייעול מערכת התחבורה, איסוף פסולת וצריכת ומים. "יש הרבה הגדרות לעיר חכמה", אומר ד"ר איל יניב, העומד בראש בית ספר למינהל עסקים כבר אילן ובראש המרכז לערים חכמות. "ההגדרה שאני משתמש בה היא שמדובר בשימוש בטכנולוגיות של מידע ותקשורת לשיפור איכות החיים של תושבי ערים". יניב מציין שמי שזקוקות במיוחד לעזרה בשיפור החוכמה העירונית הן ערים קטנות וכיבנות, החסרות את היכולת לאסוף מידע ולשלוט בו, ולחולל בעצמן שינוי בתשתיות. לכן יצרה האוניברסיטה קשר עם ערים כמו רמת גן, גבעת שמואל ובני ברק.

עירייתה של האחרונה היא אחת משורה של רשויות מקומיות שכבר נערכים בהן ניסיונות ראשונים להשתמש בטכנולוגיה לשיפור תפקוד התשתיות העירוניות. בבני ברק, כמו גם בכפר סבא, התקינו שבבים בפחי אשפה המספקים מידע על משקל הפסולת במתקנים אלו. הם אמורים לייעל את פעולות הפינוי. בטכנולוגיה אחרת נעשה שימוש בירושלים, שם חברת המים העירונית גיחון נעזרת בחיישנים לאתר נזילות ולעקוב אחר איכות המים. "כבר לא צריך אנשים

שיקומו בחמש לפנות בוקר כדי לדגום את המים", ציין מנכ"ל החברה זוהר ינון, בסדנה מקצועית שנערכה לפני כשנה במשרד החקלאות. "החברה הופכת בתהליך עקבי מאינסטלטור למשהו שדומה יותר לקרדילוג".

בתל אביב מתכוונת העירייה לפרסם קול קורא לקבלת הצעות להקמת מערכת חיישנים לאיסוף נתוני רעש, זיהום אוויר, קרינה וחום. העירייה כבר מציעה בשיתוף עם חברת הסטארט-אפ SOLVIEW, מערכת מידע לתושבים על התכונות הקמת לוחות סולאריים לייצור חשמל על גגות מבנים.

דגם מוקטן של העירוניות החכמה נמצא ב"רחובות" בר אילן, שבה החל שימוש בחיישנים שונים למעקב אחר טמפרטורה ואיכות אוויר, ויש עמודי תאורה חכמים המצוידים בחיישנים המפעילים אותם כאשר יש נוכחות אנשים בסביבה, או לפי עוצמת האור הסביבתי (באיו מידה כבר חשוך). אחד מכיווני המחקר שמוביל פרופ' איתמר לנסקי מהמחלקה לגיאוגרפיה כבר אילן הוא שימוש ב"חקלאות מדייקת", שבה מערכות בקרה מאפשרות השקיה ודישון יעילים יותר. כך ניתן למשל לבדוק את ההשפעה שיש לקירות ירוקים (קיר מבנה

עם צמחים הצמודים לקירות או מרפסות בניינים) על טמפרטורה בתוך מבנים, או על איכות האוויר בהם, ולהשוות את ההשפעה זו למצב בבניין שבו אין צמיחה הצמודה לקירות.

תחום מרכזי בפעילות המחקרית הוא מערכת התחבורה. ד"ר יובל הדס מהמחלקה לניהול באוניברסיטה החל במחקר בשם "ביל משרד התחבורה, שמטרתו לפתח מערכת לאיסוף אוטומטי של נתוני תנועת נוסעים בתחבורה הציבורית. דגם הניסוי הראשון במחקר היה הרכב החשמלי המשמש להסעות הסטודנטים בתוך הקמפוס.

לביצוע המחקר הותקן בתחנות שאליהן מגיע רכב ההסעה אמצעי המאפשר שידור אותות למכשירים סלולריים הנמצאים בקרבתו. בעזרת סטודנטים שהסכימו להוריד למכשיריהם אפליקציה ייעודית, ניתן לעקוב אחר קליטת האותות ולדעת את מיקום המכשיר הסלולרי. "כך אנחנו יכולים לבצע מעקב שהוא אנונימי אחר אותו מכשיר ולדעת מתי הוא הגיע לתחנה, כמה זמן הוא המתין ומתי הוא ירד מהרכב", הסביר הדס. "הבדיקה שלנו בתוך הקמפוס כבר הראתה שהמערכת עובדת". בשלב הבא יורחב הניסוי ויתבצע ב-50 אוטובוסים וב-80

תחנות של קווי חברת האוטובוסים מטרופולין באזור רעננה וכ"פר סכא. גם שם יגויסו נוסעים שישתמשו באפליקציה ומעקב אחר תנועותיהם אמור לשפר את ההבנה של הרגלי שימוש ותנועה של המשתמשים בתחבורה הציבורית. בתמורה יקבלו הנוסעים למכשיריהם מידע על תדירות וזמני הנסיעות של הקווים השונים. המידע

רפי רייש: "החיישנים לא עוזרים להפחית את כמות הפסולת שאנחנו מייצרים"

שייאסף יאפשר לשפר את תשיתות התחבורה הציבורית. למשל, קירוי תחנת אוטובוס שמסתבר שיש בה שימוש רב של נוסעים והיא חשופה לשמש. ככל שהמידע יהיה מקיף יותר, יהיה ניתן גם לתכנן באופן יעיל יותר את תדירות ומסלולי הנסיעות.

לא רק טכנולוגיה

ערים חכמות מעסיקות כיום מספר הולך וגדל של אדריכלים ומתכננים. הם צריכים להתמודד עם קשיים כמו יישום טכנולוגיות חדשות ביישובים שחסרה בהם תשתית ראויה של תחבורה ציבורית. אתגר נוסף הוא איך לעבד

את המידע הרב שערים מתחילות לאסוף ולהשתמש בו בלי לפגוע בפרטיות של תושבים.

אחת החברות שנכנסה לתחום זה היא החברה הישראלית (פיתוח אסטרטגיות וטכנולוגיות לעירוניות חכמה), שהעומד בראשה הוא האדריכל רפי רייש, לשעבר ראש אגף במשרד הפנים וממקימי המועצה הישראלית לבנייה ירוקה.

רייש מדגיש שערים חכמות לא יכולות להתבסס על רק שימוש באמצעים טכנולוגיים. "חיישנים להערכת משקל פסולת מסייעים להעריך מהו משקל תכולת הפח ואולי משנים את מועד האיסוף. הם לא עוזרים להתמודד עם הבזבזת של הפחיתות כמות הפסולת שאנחנו מייצרים או איך הופכים אותה למשאב". כדוגמה לגישה מתקדמת יותר הוא מציג שכרנה חדשה בשטוקהולם בשוודיה, שבה מפנים באמצעות מערכת תת-קרקעית פסולת לתחנת מיון הנמצאת בשכונה. מתחנה זו עוברת הפסולת למתקן עירוני שבו מייצרים משרפת הפסולת אנרגיה לחימום שכונות מגורים, או לייצור גז המשמש להנעת אוטובוסים הנוסעים בשכונה.

יוזמות של ערים חכמות קיימות כיום באזורים רבים בעולם. לפעמים מדובר במעורבות של

שכונה זו כבר נמצאת בשל-
בי תכנון מתקדמים. בתל אביב
מאידך ייקח עוד זמן עד שתקום
שכונת המגורים החדשה במקום
שבו פועל כיום שדה דב. אבל העי-
רייה נעזרת כבר עתה ביועצים
כמו חברת WA WA המתמחה בא-
דריכלות ירוקה. לדברי סם אל-
פסי, ממייסדי החברה ומנהליה,
טכנולוגיה מתקדמת לניתוח אק-
לים וכיווני רוח מסייעת בתכנון
השכונה החדשה, שיש כוונה לע-
שות בה שימוש נרחב בלוחות סו-
לאריים לייצור חשמל על הגגות.
"אם אתה יודע לנתח מראש כמה
צל יפול על מבנה, אתה יכול לת-
כנן טוב יותר איך למקם את הלוח-
חות הסולאריים. ניתוח קרינת
שמש ורוחות מאפשר לתכנן מי-
קום נכון של המבנה עצמו וגם לת-
כנן טוב יותר את השטחים הירו-
קים של השכונה". אלפסי מדגיש
שבשכונות של ערים חכמות יהיה
צורך להפעיל מרכז מידע שיוכל
לשלוט ולנתח את הנתונים הר-
בים שמגיעים בסיוע הטכנולוגיות
השונות. "אם אין מרכז כזה, אז כל
התכנון לא שווה כלום".

הזיהוי של ערים חכמות עם
מערכות טכנולוגיות מתקדמות
אינו מעיד על כך שמדובר רק בע-
רים המיועדות לאוכלוסיות חזקות
ועשירות. החברה של רייש, למ-
של, מסייעת לממשלת רואנדה
להכין תוכנית לאומית לערים חכ-
מות. אמנם מדובר במדינה ענייה,
אבל דווקא טכנולוגיות מתקדמות
המאפשרות שימוש במערכות עצ-
מאיות של ייצור אנרגיה וחשמל
יכולות להשלים את התשתית הח-
סרה של קווי חשמל ומים ולספק
צרכים חיוניים לערים קטנות במ-
דינה. אין צורך להרחיק לרואנדה
כדי להבין את חשיבות טכנולו-
גיות המידע לאוכלוסיות פחות
חזקות. גם בערים בישראל, טכ-
נולוגיות לאיתור דליפות מצנ-
רת המים או להנגשת מידע על
תחבורה ציבורית נחוצות דווקא
באזורים חלשים יותר, שבהם תש-
תיות הצנרת מוזנחות והתושבים
תלויים בשירות יעיל של תחבו-
רה ציבורית.

החכמה משולבים כבר בשלבי הת-
כנון. בשכונה החדרתית שתקום
מדרום לגבעת אולגה הוותיקה
מעורב משרדו של רייש. "התוכ-
נית אמורה ליצור כלים לפיתוח
שכונה שיכולה לספק לעצמה חלק
ממקורות האנרגיה והמים", אומר
רייש. כדי ליישם כלים אלה ניתן
יהיה להשתמש בטכנולוגיות. דו-
גמה לכך היא הקצאת שטח שיהיו
בו לוחות סולאריים לייצור חש-
מל, שיוכלו להטעין סוללות של
כלי רכב חשמליים. דוגמה נוס-
פת הוא מתקן מרכזי שבעזרת
טכנולוגיות מתקדמות של בקרה
וטיהור יוכל לקלוט מים אפורים
(מי אמבטיות וכיורים) מבתי הש-
כונה ולהשתמש בהם בין השאר
במקום מים להשקיית גינות.

ד"ר יניב: ערים קטנות ובינוניות שאין להן יכולת לאסוף מידע ולשלוט בו זקוקות במיוחד לעזרה

ארגון ברמה יבשתית כמו האיחוד
האירופי (השותף במיזם נרחב
בתחום זה), לעתים היוזמות הרא-
שונות היא של עיר גדולה, כמו
אמסטרדם, ברצלונה או קופנהגן.
בבירה הדנית נעשה שימוש נר-
חב בתאורה מתוחכמת הנמצאת
בפארקים ומופעלת רק כשאנ-
שים נמצאים במקום. בברצלונה
הוקם רובע חדשנות מיוחד שבו
פועלות חברות טכנולוגיה ובו
מערכות מתוחכמות לניצול אנ-
רגיות מתחדשות והפעלת חימום
מרכזי לכל המבנים. גם בארצות
הברית יש מספר רב של יוזמות
ופיתוח עסקיים. למשל, חברת
ZEROCYCLE האוספת נתונים
מדויקים על הפרדה ומיחזור פסו-
לת בשכונות עירוניות, ומשתפת
בהם את התושבים. ואי אפשר בלי
להזכיר את העיר פרייבורג בגר-
מניה, אחת הערים הירוקות בעו-
לם. בעיר זו קודם פרויקט לשימוש
נרחב בחיישנים בכמה מבנים תע-
שייתיים. אלו מספקים מידע שו-
טף על טמפרטורה ושימוש באנ-
רגיה ומאפשרים לחסוך בשימוש
בחשמל.

תהליך זרימה

עתה נראה כי גם בישראל נע-
שים מהלכים ראשונים בכיוון זה,
וכפי שניתן לראות בערים כמו
תל אביב וחדרה, עקרונות העיר

טכנולוגיית הערים החכמות

פיתוחים קיימים בעולם



מערכות לפינור פסולת והעברתה למתקני מיון והפקת אנרגיה



מערכת ליניטור שינויים בזרימת מים והתראה על דליפות בצנרת



רובטים לאיסוף ומיון פסולת במנהרות שירות תת קרקעיות (בפיתוח)

פיתוחים קיימים בישראל



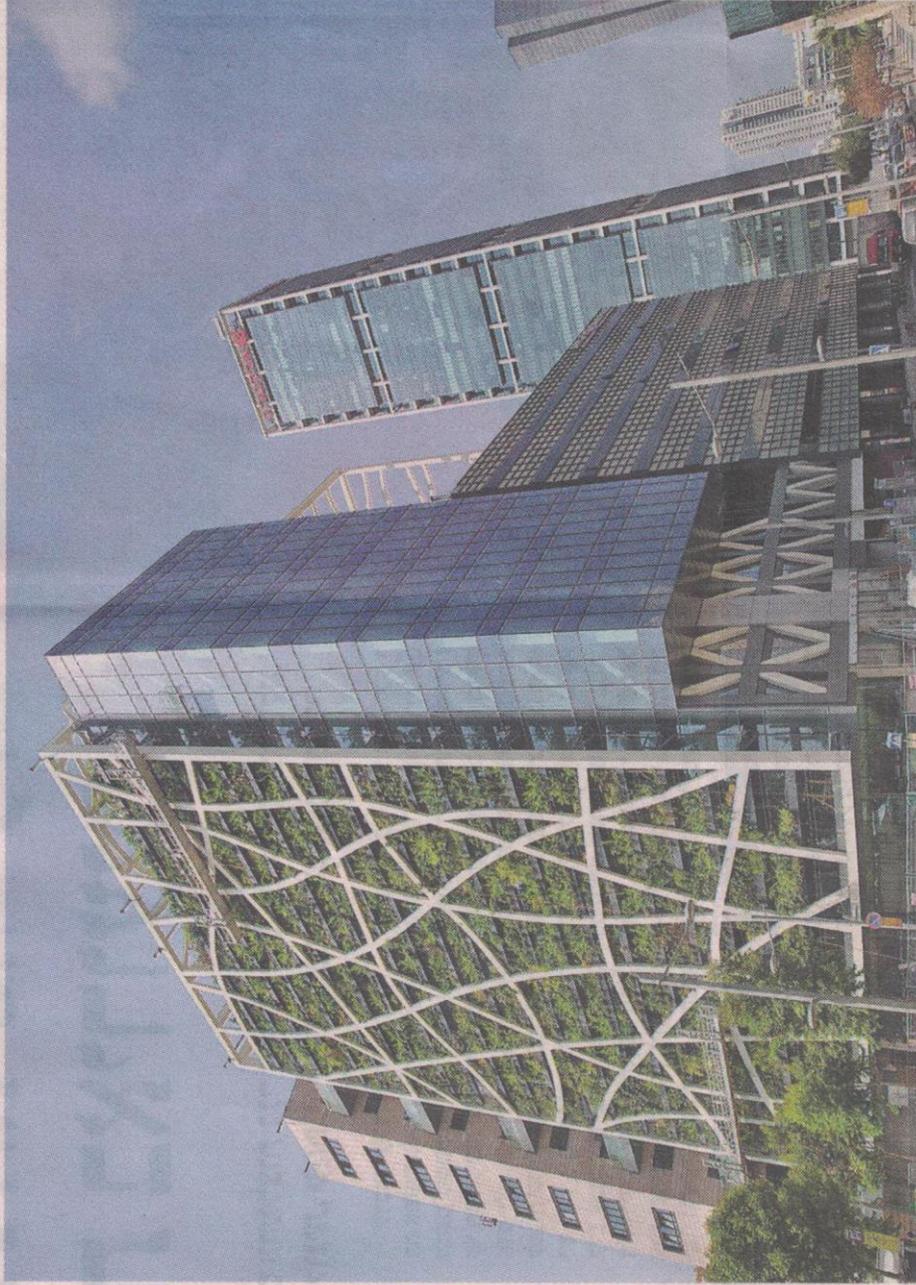
חיישים למדידת כמות פסולת



ניתוח תנועת הנוסעים בתחבורה הציבורית באמצעות שידור אותות סולאריים



ניתוח כיווני אור שמש וצל באופן שיעל את מיקום הלוחות הסולאריים על גגות



קיר ירוק בחזית בניין צ'ק פוינט בתל אביב, בחודש שעבר צילמו: מוטי מילרוד

הרכמת העירונים

הטכנולוגיות המתקדמות עושות עלייה לארץ והופכות את הערים לחכמות יותר. המעקב אחר איכות המים או משקל הפסולת אמנם משתפר, אך נראה כי דרושה עדיין מחשבה כיצד להשתמש בשינוי לטובת הסביבה