מדינת ישראל

רשות המים

מינהל המים והביוב ברשויות המקומיות
הממונה על תאגידי מים וביוב

צמצום אובדני המים ברשתות העירוניות בישראל

הערכות ליישום שיטתי בישראל

חוברת הנחיות

בעקבות הדלף

דצמבר 2010

הרשות הממשלתית למים ולביוב ■ שד' רוטשילד 8 ת"ד 57293 תל אביב-יפו 61571 ■ טל' 03-7954336 פקס' 03-5164955 ■

תודות

חז"ל כבר אמרו כי אם רוצים לקדם משימה לא שגרתית הדורשת משאבי זמן מרובים, צריך לגייס אנשים עסוקים ועמוסים לביצועה.

ואכן, להכנת חוברת זו חברו **בהתנדבות** אנשים עסוקים המומחים בתחומם ועמלו על הכנת מקבץ ההנחיות.

תודתנו לחברי צוות ההיגוי להקטנת אובדני המים ברשתות עירוניות:

ד"ר סיניה נתניהו
ד"ר שרון יניב
מהנדס ירון גלר
מהנדס מרדכי פלדמן
מהנדס גיורא קמרון
המהנדסים אלי לביא וירון בן ארי

חברי צוות ההיגוי יוכלו לתרום גם בעתיד מניסיונם ליישום צמצום אובדני המים ברשתות בישראל.

תודה **לניר נווה** על הדחיפה הראשונית לקידום הפעילות בישראל.

תודה מיוחדת **למהנדס יוני ריכטר** על ארגון יום העיון.
עוד נכונה ליוני משימה כבדה של הקמת מערך הדרכה ממוקד לנושאים העולים בחוברת זו ברמת פירוט גבוהה יותר על פי קהלי יעד שונים מקרב אנשי התאגידים ושאר העוסקים באספקת מים עירונית.

חזי ביליק
מרכז הצוות

תוכן העניינים: עמוד

צמצום אובדני המים ברשתות עירוניות בישראל היערכות ליישום שיטתי בישראל	– חזי ביליק	X
הנחיות לתאגידים		
הנחיות לחלוקת רשת מים עירונית לאזורי מדידה ולמדידת ספיקת לילה מינימאלית	- מרדכי פלדמן	Y
הנחיות לתכנון הפחתת לחצים ברשת	- חזי ביליק	W
הנחיות לגילוי יזום של דלף	- ירון גלר	
הנחיות להתקנת רושמי לחץ ברשת	- גיורא קמרון	
הנחיות לאיסוף נתונים על רשת המים	- אלי לביא ירון בן ארי	
הנחיות להקטנת הלמי מים	- שרון יניב	
כלכליות הפעולות להקטנת אובדני המים ויחסי עלות/תועלת	- סיניה נתניהו	

מינהל המים והביוב ברשויות המקומיות
הממונה על תאגידי מים וביוב

צמצום אובדני המים ברשתות העירוניות בישראל

הערכות ליישום שיטתי בישראל

נכתב ע"י חזי ביליק

מבוא.

על משבר המים בעולם בכלל ובישראל בפרט, אין צורך להרחיב את הדיבור.

אנו, כספקי המים למיגזר העירוני - ביתי חייבים לעשות מאמץ מירבי להקטנת אובדני המים ברשתות העירוניות כחלק מהמאמץ הלאומי להקטנת צריכת המים ולייעול השימוש בהם.

בישראל, אנו מודדים את פחת המים ב**אחוז** מכלל האספקה. ישנן שיטות נוספות למדידת הפחת בכלל ואובדני המים הפיזיים – דלף, בפרט, אותן אנחנו בוחנים ושוקלים להטמיען בצד שיטת המדידה באחוזים.

פחת המים הממוצע המדווח בישראל בשנים האחרונות נע סביב 10%.

זהו פחת נמוך, יחסית, למצוי במדינות רבות בעולם ואולי זו הסיבה ש"נרדמנו בשמירה" ולא השקענו מאמצים להפחיתו.

עם הקמת התאגידים וקבלת האחריות על אספקת המים לידיהם, התקבלו מהם נתונים רבים המצביעים על פחת גבוה משמעותית מזה שדווח ע"י הרשויות המקומיות בעבר. נתון זה, במקביל להתנהגות העסקית של התאגידים ובצל משבר המים, מחייב נקיטת צעדים שיטתיים להקטנת הפחת בכלל ואובדני המים בפרט.

במסגרת האיגוד העולמי למים – International Water Association, הוקם כוח משימה להקטנת אובדני המים ברשתות האספקה. כוח זה - **W**ater **L**oss **T**ask **F**orce, פועל מזה כ – 12 שנה במדינות שונות בעולם, במטרה לצמצם את אובדני המים ברשתות האספקה. הכוח מציע מתודולוגיה שיטתית לצמצום אובדני המים, הוא מקיים כנסים ומחבר פרסומים בנושא זה.

כוח המשימה הבינלאומי מעריך שהמתודולוגיה לצמצום אובדני המים עליה הוא ממליץ, מיושמת במלואה או בחלקה בכ- 10%-15% מרשתות המים העירוניות בעולם. הכוח הציב לעצמו משימה להשגת יישום בכ- 90% מהרשתות העירוניות עד שנת 2015.

מטרת חוברת הנחיות זו ויום העיון המוקדש להשקתה היא לאמץ את חלקי המתודולוגיה המתאימים לרשתות העירוניות בישראל ולהתחיל לבצע הלכה למעשה את ההמלצות על מנת להקטין את אובדני המים ולייעל מבחינה הנדסית-כלכלית את ניהול מערכות אספקת המים שלנו.

חוברת ההנחיות אינה עוסקת בנושא שיקום צנרת לרבות השיקולים ההנדסיים, הכלכליים והארגוניים/חיצוניים לשיקום. השיקום תורם, ללא ספק, להקטנת אובדני המים ברשתות העירוניות. נושא מורכב זה יטופל בנפרד.

מינהל המים והביוב ברשויות המקומיות
הממונה על תאגידי מים וביוב

רקע מקצועי

שני תרשימים בסיסיים שפרסם כח המשימה מאפשרים הבנה מהירה של התחום. שניהם כבר הוצגו בישראל מספר פעמים בפורומים שונים ובהזדמנויות שונות. התרשים הראשון הוא מאזן המים ברשתות עירוניות המפרט את מרכיבי אובדני המים והתרשים השני הוא דרכים לצמצום אובדני המים.

בעזרת שני תרשימים אלה, אשתדל להסביר את עיקרי המתודולוגיה המוצעת ע"י כח המשימה, ***את מצב היישום בישראל והצעות ליישום שיטתי בארץ של פעולות לצמצום אובדני המים.

התרשים הראשון מפרט את מרכיבי אובדני ההכנסה לספק המים בשתי קבוצות עיקריות – אובדנים אדמיניסטרטיביים ואובדני מים אמיתיים-דלף.

התרשים השני מראה את ארבעת סוגי הפעילויות אותן יש לבצע כדי לצמצם את הדלף הקיים (הריבוע האפור) למימדי הדלף הבלתי נמנע (הריבוע הלבן).

כפי שציין אחד המומחים בארץ ל**מתודולוגיה זו**, זוהי "הנדסה צעירה" בת 10-15 שנה ה**מאמצת תפישות חדשות ואף מנוגדות לאלה אותן למדנו ועליהן התחנכנו**. דוגמא בולטת במיוחד היא "נטישת" תפישת הרשת הרב טבעתית כאבן יסוד בתכנון רשתות עירוניות, לטובת חלוקת הרשת לאזורי מדידה נפרדים (DMA) המאפשרת איתור ממוקד של דלף (מספר 9 בתרשים 1) ותיקונו ואיתור קל יותר גם של מקור פחת אדמיניסטרטיבי (גנבות ואי דיוק במדידה - מספר 8 בתרשים).

בתוכניות אב למים, התמקדנו עד היום באבטחת אספקת מים בלחץ 25 מ' לפחות בנקודות הקריטיות, ביום השיא בשנת היעד – 2025-2030. מהיום נקדיש תשומת לב גם לניתוח הלחצים בכל נקודה ברשתות במצב הנוכחי בכל ימות השנה כך שלא יעלו מעל 50 מ'.

תובנות / מסקנות / רעיונות / נקודות למחשבה

א. **טכנולוגיה ישראלית ויישומה**

בכנס האחרון של כוח המשימה הבינלאומי, היו מעל ל - 90 הרצאות וסדנאות עבודה (בשלושה מסלולים במקביל) ואף אחת מהן לא ניתנה ע"י מרצה מישראל. (למען הדיוק, הרצאה יחידה של ישראלי בוטלה עקב מחלתו).
בתערוכה הצמודה לכנס הציגו 23 חברות מהן 5 (!) ישראליות. **עובדה זו מייצגת, לדעתי, את מצבה של ישראל בקידמת הטכנולוגיה של ייצור מוצרים ומערכות ניהול לצמצום אובדני המים לעומת רמת היישום הנמוכה, יחסית, ברשתות המים העירוניות בארץ**.

ב. **פעולות להפחתת הדלף בישראל**
הרשום מטה מתייחס לתרשים מס' 2 – פעולות לצמצום הדלף.

1. החלפת צנרת - מתוך ארבעת הפעולות לצמצום הדלף שבתרשים, **עד היום השתמשנו בעיקר ב**פעולה שבחץ התחתון – **החלפת צנרת. פעולה זו היא היקרה ביותר מבחינת עלות-תועלת.**

2. זמן התגובה בין איתור דליפה לבין תיקונה (החץ השמאלי) – בהחלט הואץ עם הקמת התאגידים. גם סל השירותים לתאגידים מגביל את זמן התגובה לתיקון תקלות.

3. גילוי אקטיבי של דלף סמוי (החץ הימני) – פעולה זו מתחילה אט אט להיכנס לתאגידים כחלק משגרת העבודה. יש עוד הרבה מה לשפר בהכנת תוכנית גילוי שיטתית ומושכלת, באימוץ טכנולוגיות חדישות ובהחדרת פעילות זו לכל התאגידים.

4. ניהול לחצים – **אחד המסרים העיקריים של כוח המשימה הינו חשיבות פעולת ניהול הלחצים ככלי יעיל ומשמעותי בצמצום הדלף. זוהי פעולה בעלת יחס עלות תועלת גבוה, הן ישירות בצמצום הדלף והן בהקטנת הצורך בנקיטת כל הפעולות האחרות. שימוש בכלי זה, עתיד להביא להארכת משך החיים (הקיים) של צנרת המים העירונית (והאחרת – אזורית, חקלאית). לניהול הלחצים יתרון בחסכון באנרגיה ובמיתון הלמי מים.**

כלי זה אינו מיושם אצלנו עדיין באופן שיטתי, למעט יישום חלקי בישובים בודדים כמו תל אביב וירושלים. הנחיות לתכנון הורדת לחצים ברשתות המים העירוניות, הועברו ע"י אגף הנדסה ביחידת הממונה על התאגידים, לכל התאגידים באוקטובר 2009. יישום בפועל בוצע בתאגיד התנור בקרית שמונה שם ירד בפחת הכולל מ 26% לכדי 5.5% במשך כמה חודשים ברציפות. בעתיד הקרוב יישום התהליך גם בתאגיד מי שבע בבאר שבע במסגרת 'טיפול שורש' כולל לצמצום אובדני המים ברשת העירונית.

האתגר הגדול העומד בפנינו הוא יישום שיטתי של ניהול לחצים בכל רשתות המים העירוניות בישראל. לתאגידים הזכאים לסיוע מיוחד הכוללים 32 יישובים, כבר הוקצה תקציב לפעולה זו.

ג. חלוקה לאזורי מדידה

למצוא דליפה סמויה ברשת עירונית גדולה כמוה כמציאת מחט בערימת שחת. חלוקת הרשת לקטעים משניים שכניסת המים אליהם מדודה, מקלה על אמידת שיעור אובדני המים ועל איתורם.

חלוקת הרשת לאזורי מדידה משניים מסתמנת כ"הלהיט" בשנים האחרונות במשקי המים העירוניים. לחלוקה זו חסרון משמעותי של קטיעת טבעות האספקה והורדת אמינות האספקה. מרצים רבים שהציגו הישגים בצמצום הדלף ע"י חלוקת הרשת לאזורי מדידה קטנים, ציינו שבמקרה של תקלה בחיבור המים לאזור, ניתן בקלות לפתוח מגוף סגור ולהזרים מים מכיוון אחר.

חלוקת רשת עירונית לאזורי מדידה איננה נהוגה בישראל. ספק אם החלוקה כדאית ברשתות עם שיעור פחת נמוך. (מה זה שיעור נמוך? אנחנו מודדים פחת באחוזים. מהו מרכיב הדלף הסמוי מתוך הפחת?). אין ספק שנדרש גם לחלוקה זו - בשלב ראשון התקנת מדידה נפרדת לכל אזור לחץ היכן שלא קיימת ובהמשך, באופן מדוד וזהיר, גם חלוקה לאזורי מדידה באותו אזור לחץ.

ד. מדידת פרמטרים שונים לצורך תכנון ולתפעול שוטף

1. ספיקות – יחסית מאוד מפותח בישראל בייחוד עם התקנת מערכות קר"מ. בישובים עם קר"מ (מערכת קריאה ממוחשבת של מדי מים), ניתן לערוך מאזני מים רציפים – מידע חיוני לחישוב דלף ולאיתור דלף.

2. לחצים – מדידה רציפה של לחצים נעשית רק במקומות בודדים. עלינו להתקין מערכות מדידה רושמות בנקודות שונות ברשת על מנת לנתח את תנודות הלחצים בשעות היממה השונות ולאפשר ניהול לחצים אופטימלי. כי **"מה שלא נמדד, לא ניתן לשליטה ולניהול".** התקנת נקודת מדידה עולה אלפי ₪ בודדים.

3. ספיקת לילה מינימלית (Minimum Night Flow) ברשתות עירוניות. בעולם נהוג למדוד את ספיקת הלילה המינימלית בין השעות 02:00 ל- 04:00 לצורך אמידת שיעור הדלף הסמוי. מדידה זו אינה נהוגה בישראל.
בישובים עם מערכות קר"מ, ניתן בקלות לקבל נתון זה. בישובים ללא מערכת קר"מ מומלץ למדוד אותו כנתון פתיחה במאמץ לצמצום הדלף ולמעקב אחרי הקטנתו.

4. <u>דלף לק"מ צינור / דלף לחיבור צרכן מהרשת</u> – נתונים אלה אינם קיימים בישראל, הם משמשים למעקב אחרי שיעור הדלף במקביל ובנפרד משיטת האחוזים הנהוגה אצלנו וברוב הרשתות העירוניות בעולם.

ה. **<u>דיוק במדידת הלחצים</u>** (מידת ההפרדה – רזולוציה).

התרגלנו למדוד, לתכנן, לשלוט על לחצים בהפרדה של 1 אטמוספרה (10 מ') או לכל הפחות חצי אטמוספרה (5 מ'). בדיוק מכשירי הוויסות והמדידה החדשים, ניתן היום לעבור להפרדה של 1 מ' בלבד, בייחוד בישובים מישוריים. מעשית, ניתן לרדת לדיוק ניהול לחצים של 2-3 מ'.

<u>יעדים ליישום</u>

<u>יעד עיקרי</u> - צמצום אובדני המים האמיתיים והאדמיניסטרטיביים במשק המים העירוני בישראל במידה משמעותית.

<u>יעדי משנה ודרכי פעולה</u>

- הקמת צוות היגוי לקידום יישום מתודולוגית הקטנת אובדני המים בתאגידים העירוניים.
- יישום מיידי של שיטות מדידה וניטור נוספות ואיסוף נתוני תפעול ומצב קיים ברשתות העירוניות.
- החדרת המודעות לתרומת צמצום אובדני המים (ואובדני ההכנסה) לשגשוג התאגידים, לחסכון במשאבים לאומיים ולשימור הסביבה והמרצת התאגידים ליישום המתודולוגיה.
- הנ"ל (החדרת המודעות) לקבוצות יעד שונות – צוותי התאגידים, אנשי רשות המים, הציבור הרחב.
- הקמת מערך השתלמויות מקצועיות בתחום.

<u>סיכום</u>

הטיפול ב- NRW – המים שאין מהם הכנסה, (ראה תרשים 1), נעשה בשנים האחרונות במקומות שונים בעולם באופן יותר ויותר מקצועי ושיטתי. המתודולוגיה השיטתית להתמודדות עם אובדני מים ברשתות העירוניות, מיושמת בישראל באופן חלקי ביותר.

יש לנו הרבה מה **ללמוד** מאחרים וליישם בתחום ניהול לחצים ברשתות העירוניות, גילוי אקטיבי של דלף והתקנת אמצעי מדידה רציפים לאיסוף נתונים מהרשתות. בישראל ישנן לפחות ארבע חברות העוסקות בייצור אביזרים וביישום טכנולוגיות אלה ברשתות מים עירוניות בעולם. הן כאן. אנחנו קרובים להן והן לנו.

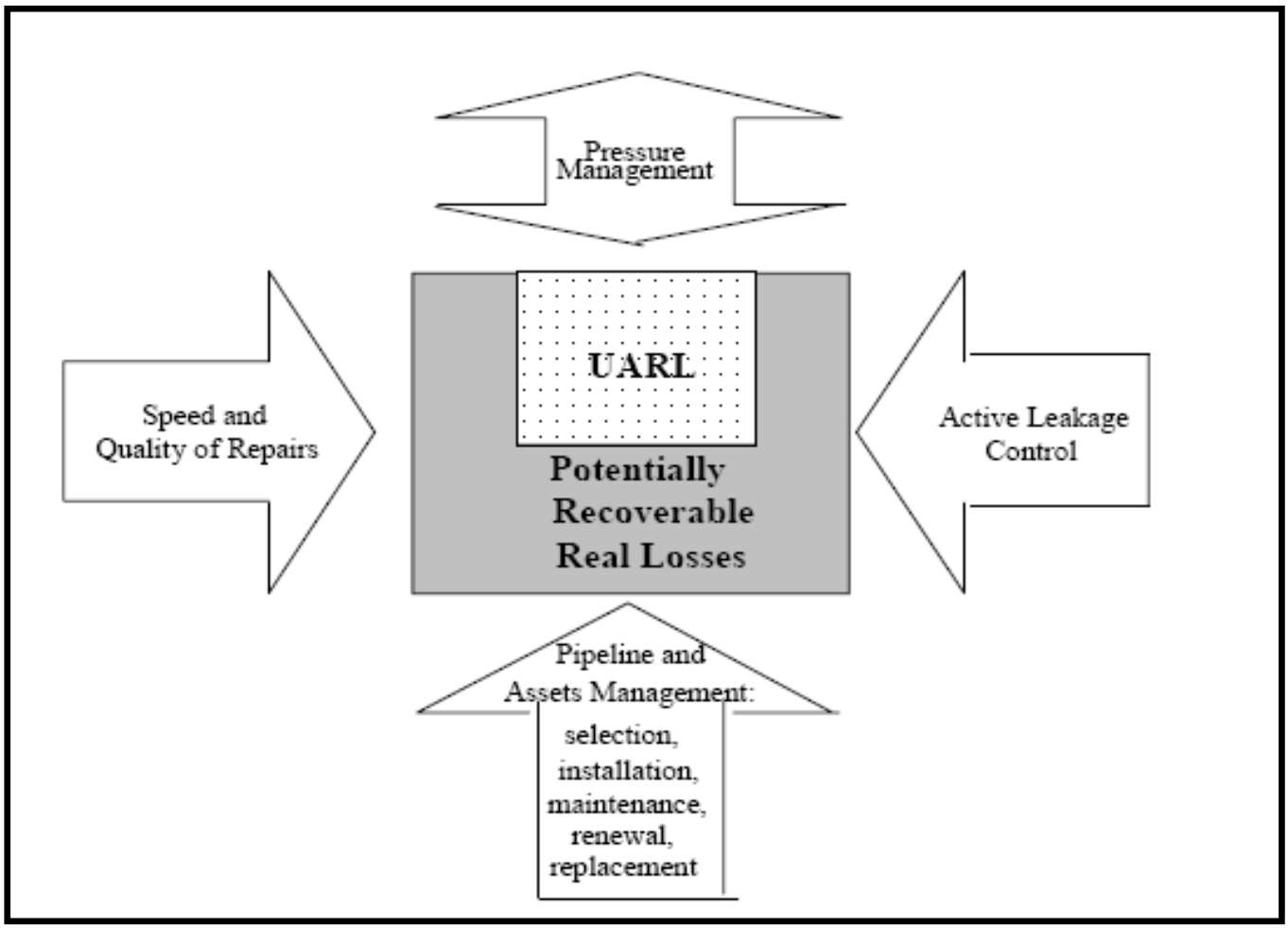
עלינו לשנס מותניים, לשנות תפיסות, להטמיע שיטות מדידה נוספות (בנוסף למדידת פחת באחוזים) ולאמץ את המתודולוגיות שהוכחו בעולם תוך התאמתן לתנאים בישראל.

האתגר העומד לפנינו הינו החדרתן לכל רשתות המים העירוניות תוך התאמה נקודתית לשיעור אובדני המים בפועל, לטופוגרפיה, לכישורי הצוות ההנדסי והניהולי ולעלות היישום.

תרשים מס' 1

מרכיבי צריכת המים ואובדני המים

תרשים מס׳ 2


Pressure Management
UARL
Potentially Recoverable Real Losses
Speed and Quality of Repairs
Active Leakage Control
Pipeline and Assets Management:
selection, installation, maintenance, renewal, replacement

הנחיות לחלוקת רשת עירונית לאזורי מדידה ולמדידת ספיקות לילה

נכתב ע"י מרדכי פלדמן

הגדרת DMA

המושג **DMA** - **D**istrict **M**etered **A**rea הוגדר על ידי איגוד חברות המים בבריטניה בשנות ה- 80 של המאה הקודמת. ההגדרה מתייחסת לאזור הספקת מים המופרד מאזורים אחרים, על ידי סגירת מגופים או ביטול קווי מים, כאשר כמויות המים הנכנסות והיוצאות מהאזור נמדדות. מניתוח נתוני ההספקה לאזור, ניתן לבצע מאזן מים, לאמוד את כמות הדלף, ולבצע תהליך יעיל של ניהול דלף.

תפיסת ה- DMA

כללי

שיטת ה- DMA, כלומר חלוקת הרשת לאזורי מדידה, פותחה בבריטניה במטרה לאפשר מדידה וניתוח שוטף של נתוני ספיקות המים ונתוני הדלף בכל אזור. על ידי חלוקה זו ניתן לקבל אומדן אמין של רמת הדלף בכל אזור וברשת כולה, לדרג את האזורים השונים על פי רמת הדלף, לצמצם את שטח החיפוש אחר נזילות ולייעל את תהליך החיפוש כולו. תועלת נוספת המתקבלת מהפרדת האזורים היא היכולת לווסת ולהפחית את לחצי ההספקה בכלל הרשת. הפחתת הלחץ מקטינה משמעותית את ספיקות הדלף לסוגיו – דלף רקע, דליפות מדווחות ודליפות לא מדווחות.

אומדן הדלף באזור הספקה מבוצע על בסיס ניתוח של ספיקות המים הנכנסות לאזור. פחת המים מוגדר כהפרש בין סה"כ ההספקה לסה"כ הצריכה המחויבת. היות ונתוני הצריכה המחויבת מתקבלים אחת לתקופה ארוכה, אם בכלל, (בישראל אחת לחודשיים ובאנגליה באזורים רבים אין מדידה כלל), יש צורך בכלי שיאפשר מעקב שוטף בתדירות גבוהה יותר. ניתן כאמור להפיק מידע מניתוח פילוג ספיקות הכניסה:

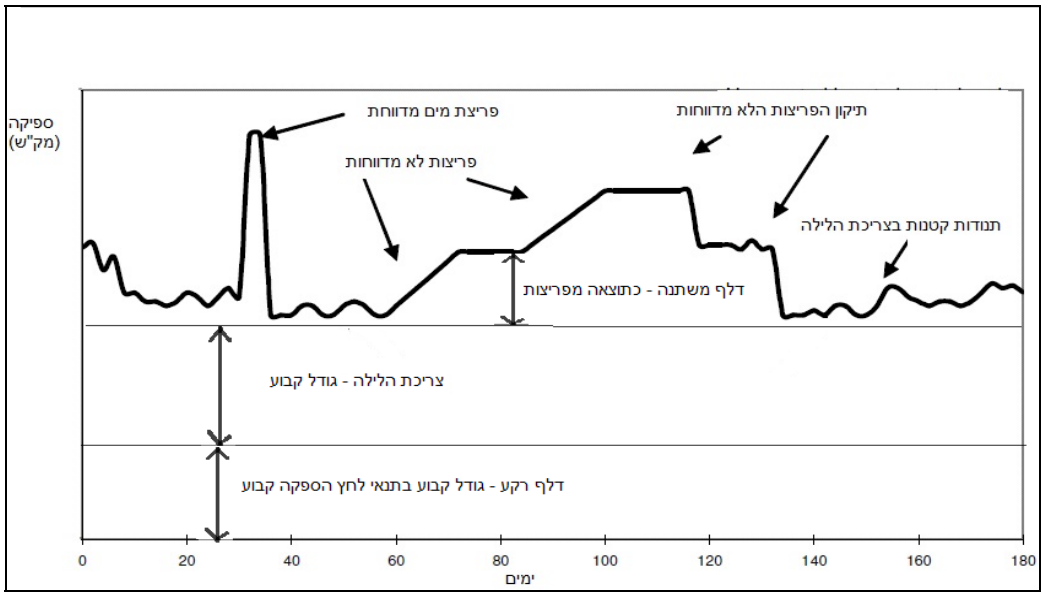
א. יחס קטן מידי בין ספיקת היום לספיקת הלילה מצביע על דלף גבוה.

ב. ניתוח ספיקת הלילה המינימאלית.

ספיקת לילה מינימאלית

ניתן לנתח את הדלף על בסיס ההספקה בשעות בהן הצריכה מינימאלית, קרי, שעות הלילה. האיור להלן מציג גרף מינימום ספיקות לילה בכניסה ל- DMA מסוים במשך 180 יום ואת חלוקת הספיקה למרכיביה השונים.

איור מס. 1: מינימום ספיקת לילה באזור מדידה



כדי לאמוד את הדלף, יש צורך באומדן צריכת הלילה באזור. ניתן לעשות זאת במספר דרכים:

- על בסיס מספר הנפשות וצריכה ממוצעת לנפש – נע בין 2 ל/ש לנפש ועד ל- 20 ל/ש לנפש.
- כאחוז מסה"כ הצריכה היומית הממוצעת לאזור.
- על ידי ביצוע מדידות מדגמיות אצל צרכני המים באזור באמצעות התקנת אוגרי נתונים (Data Loggers).
- באזורים בהם מותקנת מערכת קר"מ, ניתן לקבל את הקריאות המדויקות לשעות הלילה.

<u>השפעת הלחץ על הדלף</u>

לחץ ההספקה הוא אחד הגורמים המשפיעים ביותר על הדלף. הנוסחא להלן מבטאת באופן פשוט את הקשר בין השניים:

$$(1)\quad L1 = Lo\ (P1 / Po)^{N1}$$

כאשר:

L_0, P_0 - לחץ ודלף התחלתיים

L_1, P_1 - לחץ ודלף בתנאים של שינוי בלחץ.

האקספוננט N_1 משתנה בד"כ בטווח שבין 0.5 ל – 1.5 בהתאם לסוג הדליפות ולחומר הצנרת. בצנרת קשיחה (פלדה) ערך ה- N_1 בד"כ נמוך, לכיוון ה- 0.5, ובצנרת גמישה (פוליאתילן, PVC) – היחס גבוה. בצנרת מעורבת, כאשר היחס לא ידוע, נוטים לאמוד את $N_1 = 1$, כלומר – קשר ליניארי בין הלחץ לדלף.

ניתן לחשב את הדלף היומי על ידי הכפלת הדלף בזמן מינימום זרימת הלילה במקדם 'Night-Day Factor' (NDF), כמוגדר בנוסחא

(2) Daily leakage volume = NDF x night leakage rate per hour

או לחילופין, אם מהלך הלחצים לאורך היממה מדוד וידוע, ניתן לחשב את הדלף לאורך היממה תוך שימוש בנוסחא (1).

משמעות הנוסחה - בצנרת קשיחה, עליית הלחצים גורמת לעליה בדלף בשיעור קטן מיחס עלית הלחצים. בצנרת גמישה עליית החצים גורמת לעליה בדלף בשיעור גבוה מיחס עלית הלחצים עקב התרחבות הסדק עם עליית הלחץ.

ניהול דלף פעיל

הקמת אזורי מדידה מאפשרת הקטנת הדלף בשתי דרכים:

- בצוע בקרת לחץ בכניסה לאזור המדידה - התאמת לחצי ההספקה לנדרש באזור על ידי התקנת מגופים להפחתת לחץ (PRV), כאשר הקמת אזורים מבודדים תורמת להורדת לחץ ההספקה הממוצע ברשת.

- ניהול מעקב שוטף אחר כמות הדלף בכל אזור הכולל:
  - חישוב תכוף של כמות הדלף הכוללת.
  - ניתוח כלכלי של הדלף – הפסדים כספיים כתוצאה מהפסדי המים וקבלת החלטות לגבי כדאיות ביצוע פעולות ברשת.
  - ביצוע פעולות התערבות ברשת המים:
    - איתור ותיקון נזילות.
    - החלפת קווים על פי הצורך.

תכנון DMA

כללי

לשם תכנון אזורי המדידה יש צורך במיפוי של רשת המים. החלוקה צריכה לקחת בחשבון את המבנה הטבעי של הרשת – קווים ראשיים, שכונות, אזורים מופרדים והטופוגרפיה של האזור. בתכנון יש להחליט על:

- מיקום ומאפייני קו הכניסה.
- אביזרים בראש המערכת לאזור – כולל אפשרות למפחית לחץ, במקרים של עודף לחץ הספקה.
- נקודות החציצה עם אזורים שכנים – סימון מגופים לסגירה ו/או הגדרת צורך במגופים חוצצים חדשים.
- דרישות הספקה – לחץ מינימאלי, צריכת מים.
- ספיקת כיבוי אש.

יש צורך בביצוע ניתוח כלכלי של עלות הקמת האזור. הניתוח יכלול את המאפיינים הבאים:

- רמת הדליפות הקיימת.
- עלות הפסדי המים לתאגיד.
- עלות הקמת אזור המדידה.
- פוטנציאל החיסכון הנובע מהקמת ה- DMA.
- עלות הניהול השוטף – מעקב , איתור ותיקון הנזילות.

מינהל המים והביוב ברשויות המקומיות
הממונה על תאגידי מים וביוב

תכנון ה- DMA יתבצע בד״כ בשני שלבים עיקריים: בשלב הראשון, תכנון כללי של ה- DMA, המתייחס לנקודת הכניסה, גבולות עם אזורים שכנים, ניתוח ספיקות והגדרת נתוני תפעול. בשלב השני, יתבצע תכנון מפורט של המתקנים הנחוצים.

תכנון אזור המדידה

הנחיות כלליות

- **קווי הזנה:** מומלץ לקיים קו כניסה/הזנה יחיד לאזור. במקרים בהם ה- DMA גדול, ויש צורך ביותר מקו אחד או שנדרש מעבר מים לאזור שכן. במקרים אלו נקים יותר מנקודת הזנה אחת ונתקין אמצעי מדידה בכל אחת מהן. בכל מקרה, מומלץ לאפשר כניסה לגיבוי, למקרה תקלה. כניסה זו תהיה סגורה במצב שיגרתי (Normally Closed) ותיפתח ידנית או מרחוק, במקרה תקלה. רצוי להתקין מערכת מדידת מים ולחץ גם בנקודה זו.
- **קווים ראשיים**: רצוי להימנע מהכללת קווי הספקה ראשיים בתוך ה- DMA, על מנת לשמר את כושר ההספקה לכלל הרשת. במידה ולא ניתן , יש לשקול חלופות כמו הנחת קו נוסף או התקנת מספר יציאות/כניסות לאזור.
- **חיתוך קווים:** יש להימנע מחציית קווים בין אזורים שונים.
- **מיפוי הצרכנים:** יש לבצע מיפוי מדויק של הצרכנים ושיוכם באופן נכון לאזור.

פעולות לתכנון

בעת תכנון כל איזור נדרשת היכרות טובה של מאפייני המערכת. יש צורך בביצוע הפעולות הבאות:

- מיפוי אמין ומפורט מספיק של קווי המים ומתקנים לתפעול רשת המים בעיקר תחנות שאיבה, בריכות מגופים חוצצים, מפחיתי לחץ ואביזרים אחרים.
- מיפוי של הקווים המחברים והמגופים החוצצים בין האזור המתוכנן לאזורים או קווים אחרים
- ניתוח מצב נוכחי של לחצי ההספקה וספיקות המים
- בניית פרופיל יומי ועונתי של צריכת המים, כולל צרכנים מיוחדים בעלי דרישות ייחודיות.
- בדיקת הרשת לעמידה בדרישות כיבוי אש.
- ביצוע מיפוי טופוגרפי של האזור.
- ניתוח הידראולי אמין של הרשת כולה ושל אזורי המדידה הפרטניים. הניתוח ייעשה תוך שימוש במודל סימולציה מכויל של רשת המים. תתבצע בדיקה של נתוני ההספקה במצבי תפעול שונים: צריכת שיא ושפל, מצבי תפעול שונים בהתאם למצב מקורות המים, מצבי תקלה ומצב חירום. (ראה נספח)

הערה: להבטחת תכנון מוצלח של אזורי המדידה, רצוי לבצע ניתוח הידראולי מוקדם של רשת המים, לזהות את קווי ההספקה הראשים ולשאוף להשאיר קווים אלו כשלד של רשת המים, מחוץ לתחום של DMA מסוים, זאת על מנת להבטיח את כושר ההספקה של הרשת לכל האזורים.

גודל ה- DMA

גודל ה- DMA נקבע על פי שיקולים כלכליים ומבניים של רשת המים והטופוגרפיה של פני השטח. ככל שאזורי המדידה קטנים יותר עלותם גבוהה יותר, בגלל הצורך ביותר ראשי מערכת, קווים מזינים, מגופים לבקרת לחץ ומגופים חוצצים. יחד עם זאת, לאזורי מדידה קטנים יש מספר יתרונות:

- רגישות רבה יותר לניתוח נזילות בתוך האזור
- איתור נזילות בזמן קצר יותר
- עלות איתור נזילות נמוכה יותר
- בקרת לחצים מיטבית.

לסיכום, ככל שהאזור קטן יותר ניתן לנהל מעקב ולשלוט טוב יותר ברמת הדלף, ולחסוך בהפסדים. לעומת זאת ההשקעה הכספית הכרוכה בהקמתם גבוהה יותר.
ניתן לחלק את אזורי המדידה ל- 3 קבוצות גודל:

- אזור קטן: עד 1,000 חיבורי צרכן
- אזור בינוני: בין 1,000 – 3,000 חיבורים
- אזור גדול: בין 3,000 – 5000 חיבורים

חיבור צרכן מוגדר כנקודת מדידה ראשית אחת, אליה מוביל קו מחבר מקו המים שלאורך הרחוב. באזורים של בנייה צפופה (בניני דירות) בהם לכל חיבור צרכן מחובר מספר גדול של צרכנים, מומלץ להקטין את מספר החיבורים לאזור הצריכה.

בחירת אביזרים

בראש כל אזור מדידה יש צורך בהתקנת מד מים ומדי לחץ. באזורים בהם מבוצעת בקרת לחצים, יותקנו מד לחץ אחד במעלה מפחית הלחץ ומד לחץ שני במורדו. בחירת מד המים תתבצע בהתאמה לצרכים. הגורמים המשפיעים על בחירת מד המים:

- מידת הרגישות הרצויה במדידה לחישוב ספיקות הדלף
- טווח ספיקות המים בקו (מינימום ומכסימום)
- קוטר הקו
- הפסד עומד של מד המים בספיקת המכסימום
- כיווני זרימה – במקומות בהם קיימת אפשרות לזרימה דו כיוונית
- עלות מד המים
- עלות ודרישות התחזוקה
- קישוריות לאמצעי תקשורת ו/או למערכת הבקרה
- עדיפות התאגיד למדי מים מסוימים

לצרכי מעקב וניהול שוטף יש צורך באמצעים לשידור נתוני המדידות למשרד החברה, או למערכת הבקרה, כך שיעמדו לרשות האחראים על ניהול פחת המים השוטף. לצורך זה קיימים כיום אמצעים המשלבים אוגר נתונים ומשדר באמצעות מדיה סלולארית (GPRS) או אחרת, או שניתן לחבר את אביזרי המדידה ישירות למערכת הבקרה.

הקמת אזור המדידה

הקמת ה- DMA כוללת סידרה של פעולות כפי שמפורט להלן:

4.1 **תכנון מפורט:** לאחר בצוע התכנון הראשוני של ה- DMA, יש צורך בביצוע תכנון מפורט של מתקני ההספקה הנדרשים, ובעיקר – ראש המערכת, והשגת היתרי בנייה , במידה ונדרש.

4.2 **וידוא מצב ה- DMA:** לפני בצוע עבודות הנדסה אזרחית בשטח, יש לוודא את "סגירות" ה- DMA. בדיקה זו מבוצעת על ידי סגירת כל קווי הכניסה לאזור, ווידוא ירידת לחצים והפסקת הספקה באזור. כדי להימנע מפגיעה ברווחת התושבים, בדיקה זו מבוצעת בלילה.

4.3 **בדיקת השפעת הלחץ על הדלף:** בהמשך לבדיקת הסגירות, מומלץ לבצע בדיקת הורדת לחץ הדרגתית (Step Test) לבדיקת השפעת הפחתת הלחץ על הדלף. בבדיקה זו יישנק המגוף לדרגות פתיחה שונות. בכל דרגה יימדד הלחץ ותימדד ספיקת הכניסה בעזרת מד מים זמני. נקבל צמדי נקודות לחץ:ספיקה (Qi, Pi) שבעזרתם ניתן לבנות גרף השפעה של הקטנת הלחץ על הדלף. בדיקה זו מבוצעת בלילה.

4.4 **הקמת ה- DMA:** התקנת ראש המערכת ומגופים חוצצים , על פי הצורך.

4.5 **קביעת קו הבסיס:** ביצוע ניטור נתוני לחץ וספיקה ל- DMA וניתוח נתוני ההספקה הכוללים, ונתוני ספיקות הלילה, כדי להגדיר את קו הבסיס של הפחת, כלומר את רמת הפחת העכשווי באזור.

4.6 **ניקוי נזילות:** ביצוע איתור נזילות יזום, על מנת לאתר את כל הנזילות שניתן לאתר, בעין או בעזרת ציוד אקוסטי ייעודי, במטרה לטפל ולתקן את כל הנזילות הניתנות לאיתור.

4.7 **הפחתת הלחץ** – במידה ויהיה צורך בביצוע הפחתת לחץ באזור, ההפחתה תתבצע בשלב זה. אם באמצעות מגוף מפחית לחץ שהותקן בראש המערכת, או בויסות המשאבות בתחנת שאיבה.

שילוב קר"מ

התקנת מערכת קר"מ, כלומר מערכת המשדרת את נתוני המדידה בתדירות גבוהה, כולל אפשרות לשידור נתוני המדידה בשעות היום או בתקופות שונות במשך היום. מערכת כזו יוצרת מספר יתרונות משמעותיים בטיפול בפחת:

- הקטנה משמעותית של הפחת המנהלי על ידי הסדרת הקריאה והמדידה ואיתור מהיר יותר של תקלות, חבלות וגניבות מים.
- כלים לבצוע מאזן מים יומיומי – להבדיל ממאזן דו חודשי
- כלים לחישוב מדויק של צריכת הלילה המינימאלית וכתוצאה מכך, לשיפור דיוק חישוב כמות הדלף

ניהול פחת שוטף

לאחר הקמת ה- DMA, או התקנת האביזרים בראש DMA קיים, מתקבלים נתוני הספקה שוטפים לאזור. בעזרתם ניתן לבצע מעקב שוטף אחר ספיקות הכניסה לאזור- כולל ספיקות הלילה, ולחצי ההספקה בראש המערכת. נתונים אלו מאפשרים לנו לבצע מעקב שוטף אחר הפחת. בעזרתם נוכל לבצע:

- מאזן מים תקופתי – תדירות ביצוע המאזן הכולל תלויה בתדירות בצוע קריאת נתוני הצריכה. באזורים בהם מותקנת מערכת קר"מ, ניתן לבצע את המאזן בתדירות גבוהה (יומית או בתדירות גבוהה יותר).
- ניתוח הפחת הפיזי על בסיס מינימום ספיקות הלילה בתדירות של מספר ימים. ניתוח הפחת הפיזי מאפשר לנו לאמוד את כמות הדליפות באזור וכן את השינוי בדליפות לאורך זמן. בהתאם לעליה בכמות הדלף, ניתן לבצע חישוב כלכלי של עלות הפסדי המים, כנגד העלות המשוערת לאיתור ותיקון הנזילות החדשות, ולקבל החלטות לביצוע איתור נזילות בהתאם לצורך ולכדאיות הכלכלית.

נספח

שילוב מודל סימולציה בתכנון DMA

מטרתו של נספח זה להציג מצבים שונים של חלוקת רשת המים קיימת לאזורי מדידה על גבי תוכנית רשת המים. בשלב ראשון אפשרית פעולה זו על גבי קובץ GIS של הרשת, סקר נכסים או אחר. אולם, על מנת לבדוק את תפקוד הרשת כתוצאה מחציצה והפרדה של מערכות "רציפות" קיימות, והגדרת ה DMA , יש להשתמש במודל הידראולי. מודל זה אמור לייצג את התנאים ההידראוליים האמיתיים ברשת ולאפשר למתכנן/תאגיד לבחון מראש את התוצאות שיתקבלו לאחר ביצוע ההפרדה.

על מנת לאפיין נכונה את המצב האמיתי של רשת המים נדרש תהליך רב שלבי:

1. שימוש בפותר רשת קיים למצב הרשת הנוכחי או קליטת נתוני רשת המים על בסיס סקר הנכסים, או מפות מצב קיים והצגת הרשת הפיזית במלואה.
2. קליטה של צריכות המים ופילוגן במרחב העירוני. יש להיעזר בכלים קיימים בעירייה/בתאגיד על מנת שחלוקת צריכות המים תייצג את העומסים האמיתיים. לדוגמא: לפי צפיפויות, מגזרים וכו'.
3. השלמת מקדמי שעת שיא ותבנית פילוג יומי והרצת רשת המים על בסיס המצב הקיים.
4. כיול ראשוני של הרשת – כיול זה מחויב שכן ללא כיול, אין ודאות כי נתוני הלחץ המחושבים במודל ההידראולי זהים/דומים לאלו המתקיימים בשטח בעת תפעול המערכת.
5. יש לשאוף לדיוק של 2.0+/- מטר בתנאי השפה של רשת המים (לחץ מים במשאבה, עומד מים בבריכה, לחץ בבאר, לחץ בחיבור מקורות וכדומה), ובתוך הרשת עצמה עד כדי 2-3 מ' ברשת מישורית וכ- 4-5 מטר ברשת הררית.
6. רק לאחר השגת כיול "משביע רצון" ניתן לעבור לשלב תכנון חלוקת הרשת: ביצוע על גבי המודל ההידראולי סגירות וחציצות, הפעלת הסימולציה ובדיקת הלחצים השיוריים המתקבלים.
7. בהתאם, זיהוי לחצים עודפים וקביעת נקודות המיועדות (בכניסה ל DMA) להתקנת מגופי ויסות לחץ.
8. זיהוי של עורק ההזנה הראשי (כיוון זרימה, גרדיינט, מהירות הזרימה) וקביעת גודל מונה המים הנדרש על מנת לאפיין את הכניסות ל DMA . כנ"ל לגבי מגוף הויסות.
9. סימון גבולות ה DMA. באופן טבעי, קו הגבול בין כל שני אזורי מדידה יחצה תמיד מגוף חוצץ.
10. בדיקת מצבי תפעול שונים ב- DMA המתוכנן כולל תנאים הידראוליים, ונתוני פיקוד למתקני ההספקה.

הכנת תכנית להקטנת הלחצים ברשתות המים העירוניות

נכתב ע"י חזי ביליק
(מבוסס על הנחיות מיום 25.10.2009).

1. רקע :

מסמך זה מופץ במסגרת המאמץ לחסכון במים ולהורדת דלף המים ברשתות העירוניות, ובהתאם למגמה עולמית להורדת הלחצים ברשתות העירוניות ולחלוקתן לאזורי מדידה (DMA) . ניהול לחצים הוכח ככלי משמעותי בהפחתת אובדני מים שמקורם בדלף מצנרת.

המסמך מפרט את ההנחיות הקיימות בתחום הלחצים ברשתות וההנחיות החדשות להקטנת הלחצים.

2. תאור ההנחיות הקיימות :

בהנחיות הקיימות – (מהדורת 2003) להכנת תכניות האב למים, נקבע בנושא הלחצים שהלחץ המירבי בספיקת שפל ברשת לא יעלה על 6 אטמ' והלחץ הדינמי המזערי בשעת השיא לא ירד מ 2.5 אטמ' .

כבר במהדורת 2003, קיימת הנחיה ליועצים להוריד, היכן שניתן, את הלחצים המירביים ברשת מ - 6 אטמ' ל - 5 אטמ' .

הרצות רשת המים במצב הקיים ובשלבים העתידיים נעשו לספיקות **שעות השיא** (בלבד) שהניבו את הלחצים המינימליים ברשת . לחצים אלה הושוו עם התחומים שנקבעו בהנחיות - 2.5-6 אטמ'.

3. הנחיות חדשות לניהול הלחצים ברשתות:

א. כללי

במסגרת הכנת תוכנית לניהול הלחצים ברשת, יש לבדוק מחדש את תכניות האב הקיימות שנשפטו לפי ההנחיות הקיימות ולהתאים את הלחצים לפי הנחיה חדשה זו .

יש להסתמך על נתוני הרצת רשת המים במצב הקיים כפי שמופיעה בתכנית האב .

לגבי בדיקת הלחצים **בספיקות השיא**, השינוי היחיד הוא הלחץ המירבי – 5 אטמ' .
בנוסף יש להריץ את הרשת גם **בצריכות השפל** - צריכת מינימום ומילוי בריכות בשעות הלילה, כך שיתקבלו הלחצים המירביים ברשת .

האמור להלן יוטמע בהנחיות להכנת תכניות האב למים שיעודכנו בעתיד, בנושא ניהול הלחצים ברשת המים.

ב. התכנית

1) תכנון אזורי לחץ

- המתכנן ישתמש בנתונים של תחזית צריכות המים מתכנית האב .
- המתכנן יבצע הרצות צריכות שיא (כפי שהיה מקובל עד כה) והרצות לצריכות שעות השפל לכל אזור לחץ קיים.
- המתכנן ומהנדס התאגיד, ימדדו את הלחצים השוררים בפועל במספר צמתים ברשת. המתכנן ישווה אותם עם תוצאות ההרצה על מנת לוודא שתוצאות הרצת הרשת במצב הקיים, תואמות את המציאות בשטח . מומלץ שהבדיקות ייעשו בשעות השפל – בין 02:00 ל – 04:00. הפרש של עד +- 2 מ׳ באזורים מישוריים ועד +- 5 מ׳ באזורים הרריים, יכול להתקבל שסביר. אם מתקבל הפרש גדול יותר, על התאגיד והמתכנן לאתר את הסיבות (בשטח או בפותר הרשת), ולתקנן .
- המתכנן יסמן בתכנית את הקווים בהם הלחצים עולים על 5 אטמ׳ ונמוכים מ 2.5 אטמ׳. (בקווים עיוורים שאינם מחלקים, אין משמעות ללחצים חריגים נמוכים).
- המתכנן יגיש המלצה לשינוי גבולות אזורי הלחץ שהיו קיימים עד כה לרבות העברת קווים מאזור לחץ אחד למשנהו , והתקנת שוברי לחץ סטטיים או דינמיים . בכל מקום בו יומלץ על התקנת שובר לחץ **דינמי**, יש לרשום את תחום הלחצים ביציאה ממנו. על המתכנן והתאגיד לוודא שבאזור הלחץ אין מבנים בעלי 5 קומות ומעלה אשר אין בהם מערכת הגברת לחץ עצמית.

2) חלוקה לאזורי מדידה

נושא זה נדון באריכות במאמר של מרדכי פלדמן ולכן הוסר ממסמך זה.

חשוב לציין שכל אזור לחץ הוא לכל הפחות אזור מדידה אחד. ניתן לחלק אזרי לחץ גדולים, למספר אזורי מדידה משניים.

ניטור, איתור וגילוי דלפי מים

קווים מנחים להפעלת פעולות איתור אקטיביות ובחינת זמן החזרה לביצוע הפעולות

נכתב ע"י ירון גלר

1. אובדני מים מנהליים ופיזיים

פחת המים הכללי מתאר את סך כמות המים שנרכשה ו/או הופקה על ידי מפעיל המערכת ולא הגיעה לכלל מימוש כמכירה. פחתי המים ממערכות אספקת המים נחלקים בחלוקה ראשונה לשתי קבוצות עיקריות:

☒ אובדנים מנהליים – אובדנים הקשורים לאי מנייה ואי חיוב בגין שימוש במים ,

☒ אובדנים פיזיים – אובדנים שקשורים לדלף אמיתי מקווי המים אם כדלף גלוי (פרצי מים) או כדלף נסתר, סמוי, שאת חלקו בלבד ניתן לאתר.

אובדני המים הפיזיים נחלקים לאובדנים גלויים ואובדנים נסתרים, חלקם ברי גילוי וחלקם לא.

איתור ותיקון של דלפי מים נסתרים ברי גילוי הינו משתנה כלכלי: יש לבחון, בכל תקופה, מהי העלות הנדרשת על מנת להפעיל פעילות רוטינית של איתור דלפים, כנגד שוויים של המים הדולפים שיאותרו כתוצאה מהפעילות. חיפוש נקודת האיזון הינו משתנה תלוי עלות המים: ככל שערך הרכישה/הפקה של המים גבוה יותר, הרי שוויו של כל מ"ק אובד גדול יותר ומכאן ההצדקה לעיבוי פעולות האיתור האקטיבי. לצורך הערכה כלכלית נכונה יש לקחת בחשבון את העלות השולית הגבוהה של הרכישה. אובדני המים הפיזיים נחלקים לשלוש קבוצות:

<u>דלפים גלויים</u> – פרצי מים. צמצום של נפח המים האובד באירועים אלו תלוי במהירות התגובה והמקצועיות של צוותי האחזקה ברשת המים. עם קבלת הודעה יש חשיבות לזמן התגובה של צוות האחזקה, כמו גם להיכרותו עם מיקום מגופי הסגירה על מנת לאפשר סגירת האספקה לאזור הפיצוץ בהקדם.

<u>דלפים נסתרים ברי גילוי</u> – אלו דלפי המים המתרחשים מתחת לפני האדמה (נסתרים) ואשר איתורם מחייב הפעלת גילוי דלף אקטיבי לאורך הקווים. מועד ההתערבות – קרי מועד קבלת החלטה על הפעלת צוותי איתור – הוא משתנה תפעולי: על מפעיל המערכת להיות ער לגידול בצריכות המים באזור מסוים על מנת לקבל החלטה על הפעלת צוותי איתור דלפים.

<u>דלפי רקע</u> – קבוצה זו כוללת את כל הדלפים הקטנים ובלתי ניתנים לגילוי אשר מהווים את דלף הרקע. לא רק שאיתור שלהם הינו בעייתי (טכנולוגיה) אלא שהעלות הדרושה לאיתורם עולה (בד"כ) על התועלת המושגת בצמצום הדלף. קבוצה זו של דלפי מים תישאר "ללא טיפול", קרי תמיד יתקיים דלף רקע מסוים אותו לא נוכל למגר. הפחתת דלפי הרקע אפשרית בעיקר על ידי ניהול לחצים נכון: הפחתת לחצים למיתון של זליגת המים מכל סדק.

קיומן של מערכת קר"מ בתאגיד המים, או ניהול של רשת המים על פי אזורי מדידה ומאזני מים תקופתיים, יש בה כדי להקל קביעת האזורים המיועדים לבדיקה. מערכות קר"מ מקלות ומזרזות זיהוי של חריגים בצריכות המים. בנוסף, באמצעות ניהול אזורי מדידה, קל יותר להבחין בחריגה בצריכות הלילה , עובדה שיש בה כדי להעיד על גידול של דלף נסתר והצדקת ייזום פעולות.

2. טבעו של דלף המים – גישת ALR - AWARENESS, LOCATION, REPAIR

דלף המים משתנה בעוצמתו על פני הזמן. טבעו של פרץ לא מדווח, לא "לפרוץ" אלא להתפתח עם הזמן. למעט פיצוצי מים שמקורם בפגיעה בקו המים, כל פיצוץ מים "החל" את חייו כדלף קטן, נסתר, שאינו בר גילוי. דלף המים "התפתח", גדל, הגיע לעוצמה בו ניתן היה לגלותו (אילו עשו סקר....) ולבסוף פרץ ונהיה דלף מים גלוי. דווקא הדלפים הקטנים בצנרת המים – אלו בעלי העוצמה הקטנה, לעיתים בלתי ניתנת לגילוי – הם בעלי זמן החיים הארוך ביותר, ומייצגים חלק גדול יותר מנפח אובדני המים.

משך זמן החיים של אירוע דלף מחולק ל 3 חלקים:

A – AWERENESS, משך הזמן עד להכרה כי בחלק מסוים של המערכת עלה פחת המים.

L – LOCATION, איתור הדלף – משך הזמן בו נעשה חיפוש אקטיבי לאיתור מדויק של המקום.

R – REPAIR, זמן התיקון – משך הזמן עד לתיקון מלא של הדלף. במקרה של פיצוץ מים - זמן קצר.

מינהל המים והביוב ברשויות המקומיות
הממונה על תאגידי מים וביוב
נפח המים הכללי האובד מדלף מים יהיה לפיכך:

V=Time of (A+L+R) * Flow rate

הדוגמא המספרית הבאה ממחישה את משקלו של משך הדלף בנפח המים האובד:
פיצוץ מים "רב עוצמה" בשיעור של 100 מק"ש, מדווח תוך דקות בודדות למוקד העירוני. זמן ההגעה לאירוע וזמן הסגירה עד התיקון מוערכים בשעות בודדות, נאמר 4-5 שעות ***(A+L+R)***. סה"כ נפח המים האובד כ 400-500 מ"ק. דלף מים קטן, יחסית, בספיקה של 10 ליטר/דקה, 14.4 מ"ק/יממה, יכול להימשך כשנתיים עד גילויו. נפח המים שאבד בתקופה זו הינו: 10,425 מ"ק = 14.4*2*365.

מכאן עולה המסקנה: <u>עיקר הנפח האובד בדלפי המים, מקורו בדליפות הקטנות ולא בפרצי המים</u>

על כן החשיבות של ביצוע פעולות שבשגרה, לאיתור דלף נסתר, בעוצמות הקטנות-בינוניות.

3. <u>איתור דלף יזום - ACTIVE LEAKAGE CONTRIL–ALC</u>

איתור דלף יזום מתייחס להפעלת פעולת איתור הנזילות בצורה קבועה ברשת המים, תוך מתן עדיפויות לקטעים שונים במערכת המים לגביהם קיים מידע מצטבר על ריבוי תקלות, דליפות וכדומה.
תכנון ביצוע איתור דלף רוטיני בתאגיד המים מחייב ארבע שלבים:

א. בדיקה כלכלית ראשונית ביחס להקצאה הנכונה של משאבים לפעילות זו . (ראה גם מאמר של ד"ר סיניה נתניהו בחוברת זו).
ב. בחירת הספק לביצוע העבודה, תוך שימת דגש לציוד הנמצא בשימוש, רמת הגילוי וניסיון הצוות.
ג. הכוונה נכונה של צוות הביצוע לאזורים ברשת המים, כך שהסיכוי לגילוי דלפים נסתרים יהיה גבוה.
ד. ניתוח התוצאות ביחס לגיל וסוג קווי המים וקביעת מדיניות לגבי זמן חזרה של פעילות זו.

הפעולה ראשונה מיועדת לתת בידי תאגיד המים אומדן ראשוני ביחס להשקעה הכדאית בפעילות זו. תחשיב שכזה מחייב הנחת בסיס/תחשיב ראשוני ביחס לחלק הדלף במערכת המיועדת לבדיקה: חישוב נפח המים האובד, ערכו בכסף, וקביעת היקף העלות הכללי לפעילות על מנת להשיג תועלת כלכלית. בקביעת ערך המים יש להביא בחשבון כי הדלף שאותר, החל את חייו תקופה מסוימת בטרם איתורו, ובתקופה זו הוא היה בעל עוצמה נמוכה.

4. <u>מיקוד אזור החיפוש על פי בדיקות מקדימות, חשיבות דיווח תוצאות</u>

עם קבלת ההחלטה על הקצאת משאבים לאיתור דלף, יש לקבוע קדימויות וסדרי עדיפויות אליהם יופנה קבלן הביצוע לצורך איתור ממוקד של דלף.
בתאגידים ומפעילי מערכות מים בהם קיימת מערכת קר"מ ו/או אזורי ניהול צריכה – קיים בפועל כלי עזר לבחינת מאזני המים באזורים סגורים ומהם ניתן מלהסיק לגבי האזורים במערכת בהם עולה החשד לדלף. אלו יקבלו עדיפות ראשונית בעת הפעלת האיתור. בהעדר מאזני מים אזוריים ואזורי ניהול צריכה – יש לתת מיקוד לאיתור דלף תוך שקלול של הפרמטרים הבאים:

1. רישום של פיצוצי מים לאורך הרחוב על פי ריכוז הודעות מוקד ,
2. חומר קו המים (עדיפות ראשונית לצנרת פלדה ישנה שאינה כוללת עטיפה או ציפוי פנימי)
3. גיל קו המים (נתון בד"כ על פי סקר נכסים) ,
4. רישום ככל שקיים לגבי קבלן ההנחה של קו המים
5. מידע בנוגע לקרקע בה מונחים קווי המים ומגע החומר עם הקו (אין בעיה בצנרת PE לדוגמא)
6. מתן דגש למקומות בהם קיימים נתונים על חיבורי הבתים. מיקוד איתור הדלף בחבור הבית
7. בקביעת ההכוונה הסופית יש לשים לב לחלוקה "סבירה" של הקטעים הנבדקים: יש לבדוק קטעים הומוגניים, לפחות בין שני צמתי רחוב, או לכל אורך הרחוב, לא פחות.

חשיבות רבה לרישום מלא של התוצאות: פורמט מחייב של קבלת התוצאות על ידי הבודק, רישום נכון ומלא של הנתונים במערכת התאגיד וכדומה.
חובה להשלים בעת פתיחת החפירה ותיקון הדלף מידע בפועל על איתורים כגון:
☒ קוטר הקו, חומר הקו.

מינהל המים והביוב ברשויות המקומיות
הממונה על תאגידי מים וביוב

- ☒ סוג ציפוי ועטיפה של הקו. מצב העטיפה (רע, סביר, טוב, טוב מאוד).
- ☒ חומר ריפוד ועטיפה של קו המים, (האם קיים ריפוד לצינור?).
- ☒ האם הנזילה אותרה לאורך הקו או בריתוך.
- ☒ בריתוך היקפי לאורך הקו או בריתוך ליציאה צדדית.
- ☒ האם הנזילה אירעה בנקודה בה אותרה פגיעה מכאנית / פיזית בקו.
- ☒ לחץ המים הידוע בקו (על פי ידע ניהול רשת המים), או במדידה.
- ☒ מידע קודם על אירועי פרץ מים בקטע/אזור זה.

5. הפעלת הסריקה בפועל

בתחילת העבודות בפועל יש לבצע סריקה ויזואלית של קטע העבודה המיועד לסריקה. בשלב זה יש לבדוק כתמי רטיבות לאורך צנרת המים, אביזרים גלויים (ברזי כיבוי אש, מגופים עיליים, רגלי חיבור למונה מים) ונזילות גלויות. נזילות אלו יסומנו על ידי הצוות. לאחר הבדיקה הויזואלית העילית יש לבצע בדיקה של תאי המגופים ומתקני מים אחרים הנמצאים בשוחות. במקרים רבים מאותר טפטוף/נזילה באביזר תת קרקעי הנסתר מהעין.
בעת הפעלת צוות הסורקים עם מכשירי הסאונד, על תאגיד המים לתת את הדעת כי כל הפעולות המכינות על ידי על ידי צוות הבדיקה נעשות כהלכה, לרבות התאמתו של הציוד לתנאים הקיימים בשטח, דוגמת אופי הקרקע וסוג הצינור.

להלן פירוט:
התאמה לסוג הצנרת הקיים – בהתאם לסוג הצנרת, נדרש לכייל את ציוד ההאזנה/קורלציה. עבור צנרת "רכה" (פ.א. PVC), יש לכוון את ספי הרגישות של ציוד הגילוי לרמות גבוהות יותר שכן החומרים הרכים נוטים לבלוע רעשים. כמו כן מרחקי ההתקנה בן המשדר והמקלט יהיו קצרים יותר . בצנרת קשה (פלדה, א"צ) הד הסאונד עובר טוב יותר לאורך הצינור ועל כן ניתן לעבודה במרחקי התקנה רחוקים יותר של משדר/מקלט.
התאמה לסוג הקרקע השפעת סוג הקרקע על רמת הבליעה של גלי הקול: יש להיעזר בצוותי העבודה לצורך התאמת הציוד. אדמות מילוי כוללות חללים בקרקע. אלו נוטים לבלוע את הרעשים ומקשים על זיהוי רעשים שמקורן בנזילות.

6. קביעת זמן החזרה לביצוע הפעולות

בסופו של יום, על תאגיד המים לקבל החלטות על זמן החזרה לביצוע של איתור דלף אקטיבי. ביצוע סקר דלף בקטע מסוים של המערכת בשכיחות 1:10 שנים, משמעו כי משך הזמן המקסימאלי שיעבור עד אשר סוקר הדלף יחזור לאותה נקודה יהיה 10 שנים. קרי, אם דלף מים זעיר החל לאחר שקו המים בנקודה זו נבדק, משך הדלף המרבי יהיה 10 שנים (או פחות במקרה והדלף "התפתח" לפרץ מים). ביצוע סקר הדלף בשכיחות של 1:5 שנים תצמצם את משך הזמן עד חזרה לאותה נקודה ל 5 שנים. כיוון שראינו בניתוח משך הדלף כי דווקא לאובדנים הקטנים משקל רב יותר בהפסד המים – הרי שההיגיון "מושך" לביצוע סקרים בזמני חזרה קצרים יחסית .
קיים קושי להסיק לגבי שכיחות הסריקה המומלצת בכל רשות ורשות: עלות מים אינה אחידה, מחירי התשומות לתיקון פיצוצי המים משתנים מתאגיד לתאגיד, גיל, מצב וחומר קווי המים , מרכיב האנרגיה (עלות נוספת שיש להביא בחשבון כהפסד בכל מ"ק אובד) שונה מרשות לרשות. לכן נדרש לבצע בחינה כלכלית מקומית.

מינהל המים והביוב ברשויות המקומיות
הממונה על תאגידי מים וביוב

1.נספחים

א. הערכת שווי התועלת כנגר עלות הביצוע – משתנים כלכליים

חישוב שווי הדלף שאותר ומיגורו בפעולה של איתור אקטיבי היא באחריות התאגיד. לצורך כך יש לקחת בחשבון כי ההערכה לגבי משך הדלף הנה משתנה סטטיסטי וההערכה לגביו נושאת עימה טעות מסוימת.
העובדה כי המגבלה הטכנולוגית של איתור דלפים, מאפשרת איתור מעוצמות זליגה של 40-50 ליטר/שעה ומעלה, מחייבת את הניתוח הכלכלי להביא בחשבון את משך קיום הדלף בעוצמות הנמוכות יותר, עד גילויו, וחישוב ערך המים .
בצד העלויות יש לקחת בחשבון: עלות הפעלת צוותי איתור, עלות ביצוע ניתוח הנדסי, עלות תיקון של פרצי המים המתגלים (על פי חוזה מסגרת של התאגיד), עלויות מקומיות נוספות (לדוגמא: שיטור בעת פתיחת כביש).
בצד התועלות: נפח המים המחושב ביחס לעוצמה ומשך הדלף, שינוי עלות המים ועוד עלויות של השקעה בשאיבת מים, הכלרה, הפלרה וכדומה. בתחשיב זה אין לקחת את התועלת הפוטנציאלית של גבייה בגין שרותי ביוב כיוון שכל מ״ק אובד לא הגיע לכדי מכירה ועל כן גביית מרכיב הביוב אינה נישאת על מ״ק זה.

ב. שיטות ואמצעים לאיתור דלף - טכנולוגיה קיימת

קיימות שיטות שונות ומגוונות לאיתור דלף מים מצנרת תת קרקעית. רוב השיטות המקובלות מבוססות על *SOUND DETECTORS* . מכשירים אלו מאתרים רעשים לאורך צינור המים. אותות הרעשים מתורגמים באמצעות אלגוריתם מתמטי למידע המיוחס לפרצי מים מצנרת המים. קיימות שיטות נוספות המבוססות על גלי קול וקליטת הד חוזר , המבוססות גם הן על איתור האות הקולי. חישוב מקור הרעש בצינור משני מקומות שונים, מאפשר איתור של המיקום בו מתרחש הדלף מהצינור.
על מזמין העבודה לקבל החלטה על רכישת הציוד והפעלתו (בהחלט לא מומלץ בתאגידי מים קטנים בעלי מגבלות כ״א) או רכישת שירותי קבלנות חיצוניים מקצועיים לנושא זה. בהמשך לכך, נדרשת החלטה על צורת היישום של המערכת: מערכת בהתקנה קבועה, עם מידת רזולוציה המאפשרת גילוי דלפי מים סמויים על פני שטח נרחב של מערכת המים, או מערכת ניידת אותה קל להעביר מאתר לאתר.
מאחר ומגלי הנזילות מבוססים על איתור של זרימות מים, יש יתרון להפעלת קבלני האיתור **בלילה** עת רמת הזרימות בצנרת המים - בעיקר בחיבורי הבתים - פחותה מזו שבשעות היום, הלחצים גבוהים יותר ורעש הרקע קטן משמעותית.

מבחינת טכנולוגית קיימות 3 שיטות עיקריות :

1. בדיקה בעזרת קורלטורים* ניידים, בסריקה לאורך קו המים, באמצעות צוות עבודה המתקין את הציוד ומפעילו נקודתית .
2. התקנת אוגר נתונים למספר לילות (ציוד אקוסטי בהתקנה קבועה) והקלטת קולות בשעות השקט בלילה. ניתוח מאוחר יותר של הנתונים ביחס לאיתורים.
3. כנ״ל אבל בהתקנה קבועה של מערכת עם תוכנה לזיהוי אוטומטי לרבות אפשרות לשידור רציף.

שיטה מספר 1 להלן היא הנפוצה והשכיחה ביותר בארץ כיום. עמה גם קיים ניסיון רב בהיבט של התאמת רמת הרגישות לחומרי צנרת שונים, וניתוח סוג הרעשים.
* **קורלטור** – מכשיר המאפשר לבצע מיתאם בין הקולות המאותרים של הנזילות, לבין מיקומם.
תחילתה של כל עבודה מחייבת כיול הציוד ואיתור זרימות. המשדר והמקלט מוצבים בשתי נקודות לאורך קו המים (במרחק ידוע) ומותקנים על אביזר גלוי דוגמת ברז כיבוי אש או מגוף עילי. המערכת מופעלת ומזהה רעש המיוחס לדלף מים בנקודה במרחק X ממקום הצבתו של הקורלטור. במרחק זה יימצא חבור בית של צרכן בו נפתח ברז לצרכי בדיקה. מערכת המדידה מכוילת כך שהיא מזהה רעשים הנוצרים לאורך צינור המים. דוגמא זו רק ממחישה את החשיבות של ביצוע העבודה בלילה.
מצ״ב רשימה לדוגמא של ציוד לאיתור דלף באמצעות מכשירי קורלוציה של אות קולי:

☒ מכשיר מסוג **אקווה סקאן 610** בעל מערכת אולטרה קומפקטית עם יכולות קורלציה חזקות, או שווה ערך.
☒ מכשיר מסוג **אקווה סקופ 3** הפועל על עיקרון אקוסטי מחברת גוטרמן מסטכניק השוויצרית
☒ מכשור חדיש לאיתור צנרת מסוג **RD -4000** או שווה ערך.
☒ מכשור חדיש לאיתור אביזרי מים (מגופים וכו׳) ״הקבורים״ מסוג **M-97** או שווה ערך תוצרת חברת פישר האמריקאית, (מיועד גם לאיתור מדויק של מיקום קו המים).
☒ מכשור לאיתור של צנרת פלסטית **OS- 5000** או שווה ערך.

ג. שיטת העבודה -לגילוי אקטיבי של דלף נסתר באופן שיטתי

תהליך ביצוע הבדיקה, עד וכולל שלב הגדרת המיקום המדויק של הדלף (pinpoint):

1. ראשית יופעלו, בהתאם לצורך מכשירים לאיתור מדויק של מיקום הצנרת: מכשור לאיתור תשתיות, מכשיר לאיתור שוחות מגופים נסתרים מעל מנת לאמת תוואי צנרת המים הנבדקת ביחס למפות התשתיות שהתקבלו מהתאגיד.
2. הזנה של משתנים פיזיים לקורלטור, כגון: סוג צינור, קוטר צינור, מרחק בין המשדרים שנמדד באמצעות גלגלת נדחפת וכדומה.
3. יופעל קורלטור בעל יכולות גילוי מיטביות. תחילה יבוצע "הליך דימוי נזילה" ברשת על בסיס הפעלת ברז מקומי וזאת על מנת לוודא תקפות ומהימנות של המכשיר. לאחר מכן יבוצע גילוי נזילות ע"י התקנת 2 משדרים במרחק מוגדר בתוך האזור החשוד בנזילות ויאותר המיקום המדויק של הנזילה ברמת סטייה של עד 1% ממיקום הנזילה, ע"י ביצוע קורלציה באמצעות מחשב המערכת. את הממצאים נקבל באמצעות הפקת דו"ח מתוך הקורלטור.
4. הנזילות/דלפים שיאותרו יאומתו באמצעות מכשיר המאפשר אימות באופן מדויק של הנזילות שאותרו.
5. סימון בשטח: בצבע אדום- נזילה בצנרת המים מתחת לפני הקרקע, בצבע לבן- תוואי צנרת המים בנקודת הפרץ.
6. סימון במפת התשתיות בשטח ולאחר מכן במיפוי במשרד.
7. הכוונת מפעיל המחפרון (באמצעות נציג הלקוח): ביצוע "בזמן אמת" יחד עם נציג המזמין ומפעיל המחפרון (במידת הצורך) על מיקום הנזילה, דיווח למזמין על נתוני נקודת הדליפה על פי הפרמטרים שקבע.
8. דגש רב לרישום מלא של כל פרטי הצנרת במקום בו אותרה הדליפה ובוצעה חפירת תיקון: קוטר הקו, סוג הקרקע העוטפת, ציפוי חיצוני של הקו, מצבו, האם הנזילה לאורך הקו או בחיבור ריתוך, האם בחיבור ליציאה צדדית (חבור בית). צילום על ידי הקבלן של מקום האירוע בשאיפה לתיקון באותו היום .
9. אפשרות חזרה למיקום התיקון לבדיקה חוזרת על מנת לוודא, באמצעות הציודים שברשותנו, שאין דלף בנקודות שתוקנו לאורך צנרת המים.

מינהל המים והביוב ברשויות המקומיות
הממונה על תאגידי מים וביוב

הכנת תכנית לאפיון, התקנה ותפעול מודדי לחץ ברשתות מים עירוניות

נכתב ע"י גיורא קמרון

רקע :

רשת מים הינה מערכת דינמית שאותה יש לנהל באופן רציף. על מנת לנהל את הרשת יש צורך להכיר אותה ואת מאפייניה וכן ולעקוב אחר התנהגותה באופן שוטף.
שנאמר - **"מה שלא רואים לא ניתן לנהל"**

מה חשוב לדעת?
אנו רוצים לדעת את פרופיל הלחצים ברשת במהלך היממה ובעונות השנה השונות, את פרופיל הצריכה של כל אזור מדידה, לזהות ארועים חריגים (פריצות וכו') וערכי דלף חריגים.

רשת המים המתוכננת בחלוקה לתת אזורים, תאפשר ניטור רציף של הלחצים והצריכה בכל אזור.
על ידי התקנת אביזרי ניטור ואגירת נתונים של הלחצים והספיקה בכניסה לכל אזור, (Data logger) בנקודות הקריטיות ברשת ובמקרה הצורך גם ביציאה אל אזור המדידה הבא, ניתן לאסוף את נתוני הרשת ולבצע מעקב רציף לצורך לימוד מאפייני הרשת וניהול אפקטיבי שלה.
רצוי לנטר את המידע בזמן אמיתי על מנת לאפשר לצוותי העבודה להגיב מהר יותר לכל אירוע ובכך לשפר את האפקטיביות של ניהול הרשת והשירות לצרכן. לצורך כך יש עדיפות לשימוש באביזרי ניטור המשלבים אמצעי שידור של המידע אל מרכז השליטה/משרדי התאגיד.

נתוני הניטור יאפשרו ביצוע מאזן מים אשר לפיו יחושבו הפחת והדלף בכל אזור. נתונים אלה יאפשרו גם לתכנן את חלוקת אזורי המדידה וניהולם באופן אפקטיבי.

המטרה

רשת המים תתוכנן או תשודרג בחלוקה לתת אזורים כך שיתאפשר ניטור רציף של אספקת הלחצים והצריכה בכל אזור, תינתן עדיפות לכניסה אחת של מים לכל אזור עם גיבוי מכניסה נוספת שניתן לממשו ע"י פתיחת מגוף הסגור בשגרה.

יותקנו אביזרי ניטור ואגירת נתונים של הלחצים והספיקה בכניסה (במקרה הצורך גם ביציאה) אל אזור המדידה. נתוני הניטור יאספו באופן שוטף לצורך מעקב רציף עם עדיפות לשידור המידע אל מרכז השליטה/משרדי התאגיד.

לשם השלמת נתוני הרשת ולאחר הקמת אזורי מדידה (DMA), יש לספק נתונים לגבי לחצים ברשת בכל שעות היממה. לצורך כך יש לקבוע נקודת מומלצות להתקנה ולאפיון מדי הלחץ ואיסוף הנתונים (DATA LOGGERS).
בשוק קיימים מספר מוצרים אשר להם היכולת לבצע את המשימה, ההבדלים בינהם יכולים להעיד על האפשרויות השונות שבהן נשתמש :

א. רציפות הקריאה – רציפה/לא רציפה.
ב. משדר נתונים – קיים ומשדר ONLINE לרשת האינטרנט או לשרת לקוח או למערכת SCADA קיימת / לא קיים – יש להגיע לאתר לקריאת או הורדת הנתונים.
ג. הנתונים המשודרים – לחץ בלבד / לחץ וספיקה.
ד. מקור אנרגיה – רשת החשמל / סוללות.
ה. תדירות קריאת הלחץ – כל דקה או מספר דקות לניטור הלחצים כתוצאה משינוי בצריכה / כל 0.1 שנייה לאיתור הלמי מים.

הנחיות למיקום אוגרי הנתונים ברשת המחולקת לאזורי מדידה - DMA .

א. יש להתקין אוגרי נתונים בנקודת הכניסה לכל אזור מדידה בכדי לנטר את לחץ הכניסה ואת הספיקה הנכנסת (צריכה) לאזור המדידה.

ב. יש להתקין אוגרי נתונים ללחץ בנקודות הקריטיות של הרשת כדי לנטר את הלחץ בנקודת הצריכה הקריטית ולוודא לחץ מספיק (25 מטר לפחות) בנקודות אלו.

ג. יש לקרוא את כל אוגרי הנתונים בו זמנית על מנת לקבל צילום מצב בנקודת זמן אחת בכל הרשת. רצוי שנתונים אלה ישודרו למרכז המידע של התאגיד כדי שיוכלו להיות מעובדים בהתאם.

ד. אוגרי הנתונים שימוקמו בשוחות יהיו אטומים למים. במידה ויבחרו אביזרים שאינם אטומים הם יותקנו במקום מוגן מפני מים.

ה. תינתן עדיפות להתקנה במתקן מים קיים ומגודר, לאתר עם משדר נתונים קיים ולאתר עם מקור מתח חשמלי. התקנה בנקודות אחרות ברשת מחייבת מיגון של ציוד המדידה.

הנחיות לאפיון אוגרי הנתונים

א. על מנת לנטר לחצים וספיקות בכדי לנהל את רשת המים, העדיפות היא לאוגר נתונים המאפשר שידור המידע למרכז המידע של התאגיד. כמו כן, על מנת להקל על ההתקנה רצוי אביזר שאינו מצריך מתח חשמלי באתר ההתקנה ולכן האביזר המועדף הינו אוגר נתונים עם קריאה לא רציפה המאפשר קריאה כל 5-10 דקות ושידור ON-LINE לרשת האינטרנט או לשרת של התאגיד.

ב. ניתן להתקין אביזר דומה אך ללא שידור, כך שיצריך איסוף סדור של הנתונים פעם בתקופה ויאפשר ניהול הרשת רק בדיעבד.

ג. על מנת לנטר אירועים חריגים של הלמי מים ופיצוצים בזמן אמת ברשת, נדרש להשתמש באוגר נתונים לקריאה רציפה עם שידור למרכז המידע. לאיתור הלמי מים, דרוש קורא נתונים עם תדירות קריאה של 0.1 שניה. אביזר כזה יותקן בדרך כלל באופן זמני כדי ללמוד על אזור או קו החשוד בבעיה מהסוג הנ"ל, עד לפתרון הבעיה.

הערכות ארגונית של התאגידים להתמודדות עם צמצום אובדני מים

נכתב ע״י אלי לביא וירון בן ארי.

1. נתונים המשפיעים על היערכות התאגידים והמבדילים בין תאגיד אחד למשנהו.

1.1 גודל התאגיד – שטח הפעילות, אורך הצנרת, מספר מוני מים .
1.2 גיל הצנרת ומוני המים .
1.3 מספר הרשויות המקומיות הכלולות בתאגיד.
1.4 מצב התחלתי של פחת המים והלחצים.
1.5 השוני בין נתוני הרשויות השונות בתוך התאגיד.
1.6 האם קיימת מערכת G.I.S , מערכת ניהול מידע, ידע וניסיון העובדים.

הנתונים הנ״ל משפיעים על משך זמן ההיערכות התאגיד לביצוע המשימה, על עלות הפרויקט, ועל משך זמן ביצוע הפרויקט . הם אינם אמורים להשפיע על טיב ההתמודדות ועל טיב התוצאה .

2. מינוי אחראי למשימה זו

מינוי רכז לנושא במיוחד בתאגידים הגדולים. בחירת התכונות והיכולות הנדרשות מאותו רכז, בחירתו מתוך צוות התאגיד או קליטת עובד מחוץ לתאגיד או לחילופין, בתאגידים קטנים - שכירת שירותיו של יועץ חיצוני.

3. היערכות מקדימה

3.1 היערכות להקמת מערכת מידע גיאוגרפית טובה ככל הניתן.
3.2 הקמת מערכת מידע ומערכת ניהול מידע ואיסוף נתונים על תקלות בדגש על אובדני מים .
3.3 הזמנת תכנון הקטנת לחצים.
3.4 ארגון תכנון חלוקת הרשת לאזורי מדידה נפרדים - DMA .
3.5 תכנון והתארגנות לקריאות / מדידות זרימות לילה.
3.6 תכנון ביצוע החלפת כל מוני המים אשר עברו 5 שנים מתאריך התקנתם
3.7 היערכות להקמת מערכת קר״מ.

4. פעילות מתמשכת

4.1 הקמת מערכת GIS ועדכונה השוטף (ראה פרוט בהמשך).
4.2 הזנת המידע לתוך מערכת ניהול המידע.
4.3 ניתוח סטטיסטי של קריאות מוני המים ביחס לאזורי העיר על פי אופיים .
4.4 ביצוע המלצות תכנון הקטנת לחצים ותחזוקה שוטפת.
4.5 ביצוע המלצות תכנון חלוקת הרשת לאזורי DMA ותחזוקה שוטפת.
4.6 מדידת זרימת לילה על פי הצורך.

מערכת GIS בתאגידים

תנאי לניהול יעיל ואיכותי של רשתות מים וביוב הוא הימצאות בסיס נתונים אמין עדכני ונגיש .

ריכוז נתוני רשתות המים והביוב נעשה היום במערכת מידע גיאוגרפית ממוחשבת (ממ"ג -GIS).
על כל תאגיד להקים ולתחזק מערכת מידע גיאוגרפית שתכלול את מירב הנתונים על הרשתות .

ישנן שתי רמות פירוט הנמצאות בתאגידים :

האחת- מערכת **בקנ"מ 1:2500** שהוכנה במסגרת הכנת סקר הנכסים. **זוהי מערכת הכוללת מידע שטחי בלבד על הימצאות קווי מים וביוב ראשיים בלבד** לאורך הרחובות לרבות קטרים, סוג החומר של הצנרת, שנת ביצוע הקווים ואורכם .

השניה- מערכת **בקנ"מ 1:500** הכוללת את כל הצנרת, לרבות קווים משניים עם חיבורי הבתים, אביזרי צנרת, מדי מים ומתקנים המאפשרת ניהול יעיל ואפקטיבי של הרשתות .

הנחיות להקמת מערכת כזאת הוכנו בעבר ע"י מינהל המים לתשתיות המים בלבד . מאז נצבר ניסיון רב בהקמתן ובעדכונן השוטף .

מפת הרקע למערכת ה- GIS התאגידית , חייבת להיות זהה למפת הרקע של הרשות המקומית וגופים אחרים כמו חברת החשמל, בזק, חברות הכבלים ועוד הפועלים באותו אזור.

על התאגיד לקיים נוהל עדכון צולב של המידע בין הגופים השונים הפועלים באותה רשות מקומית.

<u>דגשים לשימוש במערכת ה - GIS להקטנת אובדני המים</u> :

1. סימון כל מדי המים הראשיים עם קישוריות לבסיס הנתונים של צרכנות המים . קישוריות זו תאפשר איתור מהיר של תקלות בקווים המשניים ותיקונם המהיר ע"י התאגיד ו/ או ע"י הצרכנים .
2. סימון מיקום התקלות במערכת ה - GIS כך שתתקבל תמונה חזותית על ריכוז התקלות בקטעי הצנרת השונים, כמידע תומך בעדיפויות לשיקום הצנרת בתאגיד.

הנחיות לביצוע פעולות להקטנת הלמי מים ברשת עירונית

נכתב על ידי ד"ר שרון יניב

4. **<u>רקע</u> :**

בעקבות גידול האוכלוסייה ועלייה ברמת החיים בשנים האחרונות הגורמים לעלייה בביקוש למים, עלתה מאוד המודעות לנושא פחת המים וצמצום אובדני המים. כדי להתמודד עם הורדת פחת המים הוקמה על ידי רשות המים ועדת היגוי לפחת מים.

על פי סקרים שונים, כמויות עצומות של מים אובדות בצנרת העירונית, כתוצאה מדליפות שנובעות מצנרת ישנה ומבעיות תחזוקה.

הלם מים הוא אחד מהגורמים הקריטיים להיווצרות סדקים, שברים זעירים ופיצוצים בצנרת. הלם מים הינה תופעה של היווצרות תנודות לחץ חיוביות ושליליות (גל הלם חיובי ושלילי) בצנרת עקב שינוי פתאומי במהירות הזרימה הנגרם מארועים כמו סגירה או פתיחה מהירה של מגוף, הפסקת משאבה, התחלת הפעלת משאבה, פתיחה וסגירה של ברזי כיבוי אש, פעולות של ניקוז ושטיפה ועוד ארועים דומים אחרים.

מחקרים מראים שתהליכי קוויטציה וכיסי אוויר בגודל ובמיקום מסויים גורמים להעצמות ההלמים. הוכח כי נוכחות של כיסי אוויר בנסיבות מסוימות, יכולה לגרום לתנודות מספיק גבוהות של לחץ גבוה ונמוך אשר יגרמו לשבר בצינור ואפילו לקריסת הצינור. כיסי אוויר בצנרת מאיצים תהליכי קורוזיה המחלישים את עמידות הצנרת להלמים.

הלמי מים גורמים נזק חמור בהיבט הכספי (אובדן מים ונזק לצנרת), הסביבתי (זיהום מקורות מים, קרקע וסביבה משפכים דולפים) והבריאותי (חדירת פתוגנים, רעלנים וזיהומים למערכות מי שתייה) . הלמי מים חזקים גורמים לנזק מיידי הנראה לעין : פיצוץ וקריסת צנרת הגורמים לאובדן מים גדול. הלמי מים חלשים גורמים לסדקים ולשברים זעירים בצנרת שאינם נראים לעין ולמעשה הם שכיחים יותר וגורמים לדלף מים גדול יותר עם הזמן כי אינם מטופלים. תכנון נכון לטיפול בהלמי מים יכול להוריד משמעותית את הנזקים לצנרת ואת פחת המים.

5. **<u>פתרונות למניעת הלמי מים</u>**

א. סגירה ופתיחת מגופים איטית - ידנית או אוטומטית.

ב. <u>שסתומי אוויר:</u>

למיקום ובחירת גודל וסוג שסתום האוויר, יש צורך לבצע אנליזה עם תוכנה המיועדת לכך שפותחה על ידי יצרני שסתומי האוויר ולא להשתמש רק ב'כללי האצבע' (כמו - בכל מקום גבוה).

ב.1. שסתום אוויר קינטי:
שסתום אוויר המשחרר אוויר בקצב מבוקר בעת מילוי המערכת ומכניס אוויר למערכת כאשר היא מתרוקנת ומונע מצב של תת לחץ (ואקום).

ב.2. שסתום אוויר אוטומטי:
שסתום אוויר המשחרר את האוויר הכלוא במערכת כאשר היא תחת לחץ.

ב.3. שסתום אוויר משולב:
שסתום אוויר המשלב שסתום אוויר קינטי ואוטומטי כיחידה אחת בגוף אחד.

ב.4. שסתום אוויר משולב – משכך הלם:

שסתום אוויר משולב, משכך הלם, מונע טריקות, משלב בתוכו שסתום אוויר קינטי, שסתום אוויר אוטומטי ומנגנון לשחרור מבוקר של האוויר. השסתום המשולב משחרר אוויר בעת מילוי המערכת, מאפשר כניסת אוויר כשהמערכת מתרוקנת מהנוזל ומשחרר אוויר כלוא כאשר המערכת תחת לחץ. שסתום זה מגן על מרכיבי המערכת מפני הלם מים בצנרת במצבים של הפרדת עמוד המים או מילוי מהיר של הקו במים.

ב.5. שסתום אוויר משולב – דינאמי:

שסתום אויר משולב דינאמי , הנו שסתום ייחודי הפועל ללא מצוף ומבוסס על עקרון הדיאפרגמה המתגלגלת. מבנה מיוחד זה מאפשר לשסתום הדינאמי לשחרר ולהכניס למערכת המים אוויר באופן מבוקר ומדורג, למנוע טריקות והלמים מקומיים ולתרום להקטנת עוצמת הלם המים בקו.

ג. <u>פורק לחץ מהיר</u>

מגוף פורק לחץ מהיר מונע מצבי עודף לחץ מסוכנים במערכת הנוצרים בעת שינוי פתאומי במהירות הזרימה הנגרם מאירועים כמו סגירה או פתיחה מהירה של מגוף, הפסקת משאבה, התחלת הפעלת משאבה, פתיחה וסגירה של ברזי כיבוי אש, פעולות של ניקוז ושטיפה ועוד אירועים דומים אחרים. המגוף מופעל על ידי לחץ הקו (אינו דורש חיבור מקור אנרגיה חיצוני) באמצעות נווט הידרו-מכאני בעל מעברי מים גדולים. המגוף מורכב בחיבור "T" למערכת ומכויל לפתיחה מיידית כאשר לחץ המערכת עולה מעל הערך המרבי אליו הוא מכוון (set point). המגוף יפרוק ספיקה אל מחוץ לקו ויביא לירידת לחץ המערכת חזרה לערכים נמוכים. כאשר לחץ המערכת ירד לערך בטוח, יאפשר הנווט סגירה של המגוף בקצב איטי הניתן לכיול (שלא כמו בפורקי לחץ מופעלי קפיץ או משקולת) כך שהלמי משנה העלולים להיווצר מסגירה מהירה של הפורק – נמנעים. יישום זה יכול להיות משולב עם יישומי בקרה אחרים המשחררים מים אל מחוץ למערכת כגון מגופי מלוי מאגר או מגופים בהפעלה חשמלית, אשר סגירתם המהירה עלולה ליצור הלמי מים בקו המספק.

ד. <u>מגוף בקרת משאבה</u>

מגוף בקרת משאבה מיועד למניעת הלמי מים הנוצרים עם הפעלה ו/או הדממת משאבות. המגוף מופעל בלחץ הקו על ידי ברזון אלקטרו-מגנטי (סולונואיד) בעל הספקים נמוכים המפוקד מלוח ההפעלה של המשאבה או מבקר ייעודי. המגוף נפתח באיטיות עם הפעלת המשאבה ומעלה בהדרגתיות את הספיקה לקו. כאשר המגוף פתוח במלואו, הפסדי הלחץ (והאנרגיה) יהיו מינימאליים. כאשר נשלחת פקודת "הפסק" למשאבה, המגוף נסגר באיטיות ומוריד בהדרגתיות את הספיקה המועברת לקו. רק כאשר המגוף סגור, תופסק פעולת מנוע המשאבה באופן אוטומטי. קצב הפתיחה והסגירה של המגוף ניתנים לכיול ולהתאמה לתנאי הקו. במקרה של הפסקת חשמל, נסגר מגוף המשאבה במהירות ומונע ניקוז הקו הראשי.

ה. <u>מגוף צופה הלם</u>

מגוף צופה הלם מגן על הקו ועל מערכת השאיבה ממצבי הלם מים מסוכנים הנגרמים בעקבות הפסקת שאיבה פתאומית (למשל כתוצאה של הפסקת חשמל). המגוף הנו מגוף הידראולי אוטומטי ואוטונומי המופעל בלחץ הקו על ידי נווטי "תגובה מהירה" הידרו-מכאניים (ללא צורך באספקת אנרגיה, בקרה אלקטרונית או התערבות חיצונית) או על ידי פיקוד חשמלי לברז סולונואידי בהספק נמוך ממערכת אלקטרונית מגובת סוללה. המגוף מותקן כמגוף פורק, בחיבור T לקו הראשי במורד שסתום האל-חוזר של מערכת השאיבה **ונפתח מיידית כאשר מופסקת פעולת השאיבה ולחץ קו הסניקה יורד אל מתחת ללחץ** ההידרוסטאטי. המגוף יישאר פתוח כל עוד הלחץ נמוך ויחל סגירה איטית ומרוסנת (ניתנת לכיול והתאמה לתנאי המערכת) עם עליית הלחץ לערכים רגילים כאשר מגיעה הספיקה החוזרת מהקו לכוון תחנת השאיבה. כל עוד המגוף פתוח, הוא מאפשר פריקה של הספיקה החוזרת, וסגירתו האיטית מסייעת במניעת הלמי משנה.

על מגוף צופה ההלם מותקן גם נווט פורק לחץ לפריקת לחץ עודף במקרה של עליית לחץ אל מעל ללחץ העבודה המרבי.

ו. אל חוזר הידראולי מפוקד

אל חוזר הידראולי מפוקד מגן על הקו ועל מערכת השאיבה ממצבי הלם מים מסוכנים הנגרמים בעקבות הפסקת שאיבה פתאומית.
אל חוזר הידראולי מפוקד יכול להיות מיושם בצורה יעילה למגוון רחב של משטרי שאיבה בשל יכולות כוונון עדינים. אפילו בזמן הפסקת חשמל, מחזור הסגירה המבוקר מתפקד במלואו.
מחזור הפתיחה של אל חוזר הידראולי מפוקד יכול להיות מתוזמן כדי למנוע הלם מים וטריקות בזמן הפעלת המשאבה.
מחזור הסגירה של אל חוזר הידראולי מפוקד נשלט לחלוטין ומתכוונן לשני שלבים עיקריים:

a. סגירה מהירה ראשונית של הדיסק 80% ממצב סגירה מלא - ניתן לשליטה מ 2 – 10 שניות.
b. שלב משני, שלב שיכוך, מ 80% סגירה למצב סגור - ניתן לשליטה מ 5 – 300 שניות.

מאפייני השיכוך יכולים להיות מסונכרנים עם ההתנהגות הדינאמית של גל ההלם במערכת ויכולים להיות מתואמים עם תנאי תנודתיות הלחץ (טרנזייאנטים) בצינור.

ז. התקנת גלגל תנופה במשאבה שימנע הדממה מהירה בנפילת רשת החשמל.

ח. ממיר תדר

ממיר תדר הוא מתנע רך הממשיך לעבוד כל זמן שהמנוע עובד. לחץ המשאבה מווסת כפונקציה של המהירות הזוויתית של המנוע.

ט. Pump Bypass Line – מעקף למשאבה

ביצוע מעקף למשאבה עם אל חוזר שבא למנוע חזרת מים מהסניקה ליניקה.
המעקפים מופעלים כאשר עומד היניקה עולה על עומד הסניקה והם מועילים משתי סיבות:

- הם מונעים היווצרות לחצים גבוהים בצד היניקה של המשאבה
- הם מונעים קוויטציה בצד הסניקה של המשאבה
-

י. מכלי הלם

מכלי הלם נמצאים על הצינור (ON-LINE) ויכולים להיות פתוחים לאטמוספרה או סגורים הכוללים כרית אוויר או כרית גז בחלק העליון של המכל.

י.1. מכל הלם פתוח וצינור זקוף

מיכל פתוח לחלוטין לאטמוספרה . פתרון זה טוב רק כאשר הלחצים הסטטיים נמוכים. פתרון זה טוב למניעת הלמים חיוביים על ידי ספיגת ההלם עם הכנסת הנוזל ולמניעת הלמים שליליים על ידי הכנסת הנוזל לקו.

י.2. מכל הלם חד כיווני פתוח או סגור

מיכל פתוח או סגור המצויד באל חוזר המאפשר זרימה רק לכיוון הקו. יכולים להיות מותקנים בכל מקום לאורך הקו ושימושם למניעת קוויטציה – הלם שלילי. כאשר נוצר לחץ שלילי מים משוחררים ממכל ההזנה לקו.

י.3. מכל הלם סגור

מכל סגור לחלוטין ללא פתח עליון.
ישנם מס' סוגים של מכלי הלם סגורים:

4. מכל קומפרסור
מכל הלם המצויד בקומפרסור שנועד לשמור על מפלס המים ונפח האוויר הראשוני המבוקש תחת תנאי הפעלה נורמאליים.

5. מכל שרוול גומי bladder
מכל הלם המצויד בשרוול גומי המוטען מראש בלחץ שנקבע מראש לשמירת נפח האוויר הדרוש תחת תנאי הפעלה נורמאליים. קומפרסור אינו נדרש במכל זה.

6. מכל היברידי
מכל היברידי עם קומפרסור אויר המתנהג כמו מכל קומפרסור עד אשר הלחץ יורד מתחת ללחץ אטמוספרי. בזמן זה האוויר נכנס דרך פתח אוורור עליון. הקומפרסור נדרש על מנת לשמור על נפח האוויר הדרוש תחת תנאי הפעלה נורמאליים.

6. <u>תאור ההנחיות למערכות חדשות ולמערכות קיימות</u>

התאמת האביזר הנכון למניעה ולפתרון לבעיית ההלם היכולה להיווצר בקו נעשית באמצעות כלי תוכנה ייעודיים ושימוש בניסיון שטח מצטבר רב שנים. מומלץ להימנע מתכנון עפ"י 'כללי אצבע' ללא רקע וניסיון בהתקנה, הפעלת האביזר והכרת השפעתו על המערכת. בחירת אביזר שאינו מתאים או בגודל הלא נכון, לא תגן על המערכת ואף עלולה ליצור הלמי משנה מזיקים. טעות בביצוע אנליזת ההלם יכולה להיות קריטית לקו. מומלץ להשתמש בייעוץ ובשירותים אותם מספקת מחלקת התמיכה הטכנית של יצרנית האביזרים או משרד תכנון וייעוץ המתמחה בתחום, לצורך בדיקת האפשרות להלם מים ובחירת הפתרון המתאים.

אנליזת הלם חייבת להיות מבוצעת על ידי מומחה בתחום!

היבטים כלכליים בהגדרת דרכי פעולה לצמצום דלף מים

נכתב ע"י ד"ר סיניה נתניהו

סדרי עדיפות בפעולות לצמצום פחת מים נקבעים תוך שיקלול תחשבי עלות-תועלת, בין אם נערך חישוב מדוקדק כמותי או רק מבוצעת ההערכה הנשענת על פרמטרים עיקריים.
בעבודה שבוצעה ע"י ירון גלר בנושא תחשיבי החזר השקעות בחיפוש דלף אקטיבי (2010), מוצע מבנה נגיש לתחשיב מפורט של עלויות ההשקעות בחיפוש דלף אקטיבי. התחשיב מאפשר גמישות גדולה להכלת השונות הגבוהה הניצפת בין תאגידים בשל גודלם, מיקומם הגיאוגרפי, היסטוריית רמת ההשקעות והתחזוקה של נכסי המים והביוב, מחירי המים הנרכשים ממקורות, מחירי עבודות ביצוע ותחזוקה וכולי – פרמטרים אשר משפיעים על היקף ההשקעות.

מבנה עקרוני לחישוב הכדאיות הכלכלית בטיפול בצמצום בדלף

לשם הדגמת העיקרון ויתרונותיו, מובאת להלן תמצית סכמטית עקרונית לחישוב הכדאיות הכלכלית בטיפול בצמצום הדלף:
תחשיב א' כולל פרמטרים עיקריים לחישוב ערך המים האובדים עקב דלף (הנזק שמבטא את התועלת ההולכת לאיבוד).
תחשיב ב' מפרט עלויות עיקריות באיתור ובטיפול בדלף.
תחשיב ג' מפרט את עיקרי תחשיב העלות אל מול תחשיב התועלת.

תחשיב א' - אומדן ערך המים האובדים בשל דלף
כמות מים מסופקת לעיר לשנה - כמות מים מחויבת לשנה פחת מים שנתי כללי בעיר A
הערכת כמות מים אובדת מתוך פחת המים השנתי המיוחסת לדלף (אחוז הדלף מכלל הפחת) B
אורך קווי צנרת כללי בעיר + אורך קווי שירות לבתים סך קווי צנרת L
הפסד מים המיוחס לדלף לכל ק"מ צנרת B/L
ערך כמות המים האובדת = (כמות המים המוערכת כאובדת בשל דלף) x (עלות למ"ק של מים שנרכשו)

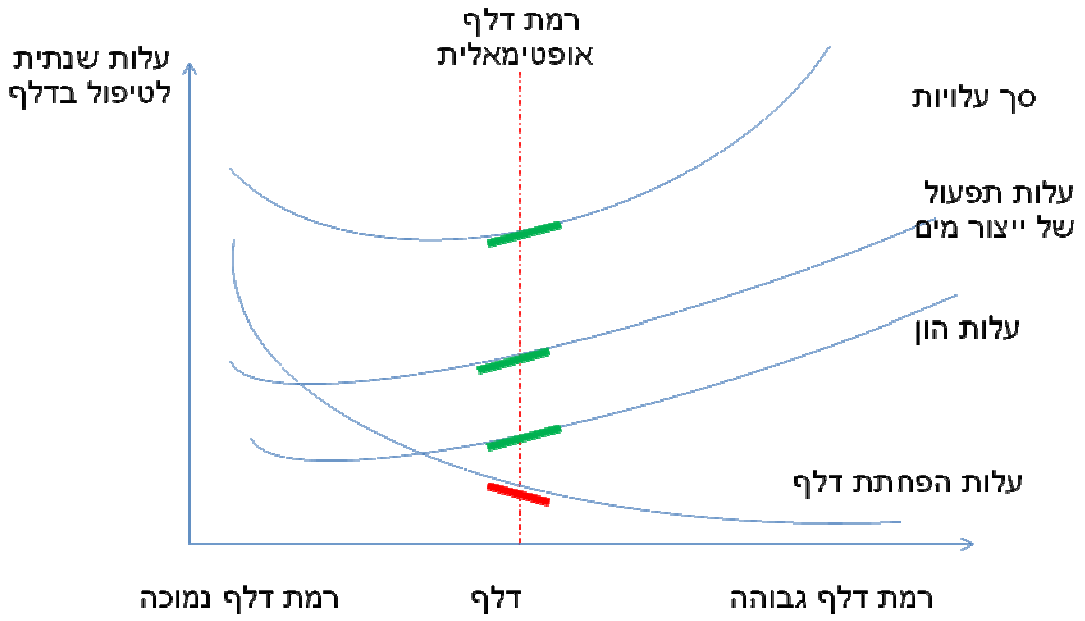
תחשיב ב' - עלויות איתור דלף ותיקון פיצוצי מים
<u>קווי מים</u> עלות סריקת קווי מים לק"מ עלות ניתוח תוכניות הנדסיות לק"מ
<u>מונים</u> עלות סריקת מוני מים עלות תיקון מוני מים ומגופים עלות הוספת מוני מים ושוברי לחץ בצמתים ראשיים
<u>עלות תיקון דלף מים בצנרת</u> ברשת ראשית לפי קטרים (4" ומעלה) בקווי שירות (3" ומטה)
עלות הון עבור השקעה X לפי ריבית r
עלות אנרגיה לאיזור המים המאותר
סך עלויות איתור ותיקון TC

תחשיב ג' - עלות - תועלת
עלות = סך עלות איתור ותיקון TC
הערכת אחוז הדלף המאותר בפועל (למשל, 70%, בשל מיגבלת ספיי רגישות)
תועלת (צמצום ההפסד הכספי בעקבות איתור ותיקון דלף) = **(מחיר רכישת מים) X (כמות המים האובדת בשל דלף) X (אחוז הדלף המאותר בפועל)** **למשל, 70%*B*מחיר קניית מים ממקורות (ש"ח)**

<u>יעד אופטימאלי של דלף</u>

יעד אופטימלי של דלף תמיד יחושב ברמה מקומית. מעצם השונות של מערכות המים ממקום למקום, הן העלות והן התועלת יהיו יחודיים למקום ולפיכך שיקולי ההשקעה האופטימליים יחושבו ברמה המקומית. מחישוב זה יגזר היעד האופטימלי של הדלף. במילים אחרות, יעילות כלכלית מציעה כי השקעות באיתור ובתיקון הדלף תבוצענה כל עוד התועלת השולית הנגזרת מכל שקל חדש המושקע בצמצום הדלף גדולה מהעלות השולית של כל שקל חדש מושקע. כאשר התועלת השולית מההשקעה פוחתת ביחס לעלות השולית המושקעת, לא יהיה זה כדאי להשקיע בנקודת הזמן הנמדדת. את הדרך לחשב את העלות והתועלת מהשקעות הצענו בסעיף הקודם.

הגרף שלהלן מבטא את הנקודה האופטימלית של רמת הדלף הכלכלית, המתקבלת מנגזרות חישובי עלות-תועלת. הציר האנכי מציין את העלות השנתית לטיפול בדלף. הציר המאוזן מציין את רמת הדלף. עקומת סך העלויות מייצגת את עלות התפעול של ייצור המים ואספקת המים בתאגיד ואת עלות ההון בהנתן תרחישי דלף שונים. ככל שהדלף גדל, אובדן התועלת גדל. עקומת העלות השנתית לטיפול בדלף מבטאת את רמות הדלף השונות המתקבלות בהינתן תרחישי עלויות טיפול שונות. ככל שנשקיע יותר, עד גבול מסוים, נצמצם את הדלף. כאשר סך שיפועי עלויות התפעול וההון משתווה לשיפועי עלות הטיפול לשם הפחתת דלף, תתקבל נקודת האיזון בה העלויות, הן של התפעול והון והן של השקעות בצמצום הפחת, מינימליות ולפיכך התועלת מקסימלית. זוהי רמת הדלף האופטימלית אליה נשאף.



מדוע דלף נותר לא מטופל?

דלף נותר במדינות רבות בתחתית רשימת המשימות המועדפות. מבין הסיבות לעדיפות הנמוכה:

- העדר תקציב להשקעות הון
- העדר תקציב תפעול
- העדר תמריצים לתאגיד/חברת המים
- העדר מיקוד ברמת ההנהלה
- העדר אסטרטגיה מוגדרת והעדר משימות ויעדים מוגדרים
- "תחרות" עם משימות ויעדים אחרים בתאגיד, "זוללי" תקציב ותשומת לב ניהולית ומקצועית
- מגבלה נוכחית של מסוגלות והכשרה של צוות יעודי לנושא
- תשתיות ברמות תחזוקה משתנה (אם נתחיל לטפל.... בור ללא תחתית...)
- גם כשכבר יש טיפול אד-הוק נעדרת בקרת דלף אקטיבית (צורך בתוכנית ארוכת טווח)
- העדר ניתוח הנדסי מפורט (קריאת מצב קיים וניתוח, חלוקת הרשת לאזורי לחץ ולאזורי מדידה נפרדים וכו')
- אחריות חברתית: העדר חובת דיווח דלף תקופתי לציבור ע"ג חשבון המים (כמו באיכות מים)

צעדים ראשונים מומלצים

בניית תוכנית לצמצום דלף מים ויישום התוכנית הינה משימה ארוכת טווח עם יעדים יום-יומיים. כמו כל דבר, התוכנית והיישום מתחילים בצעדים ראשונים. העיקריים מבין הצעדים הם:

- אמידת הדלף מתוך הפחת הכולל
- ניתוח הנדסי של המצב הקיים - הגדרת המצב הקיים כנקודת ייחוס והגדרת המגבלות הספציפיות של הרשת: איכות צנרת, טופוגרפיה, וכו'
- הגדרת מדדי ביצוע performance index
- חישוב ערך אובדן המים
- הכנת **תוכנית אסטרטגית** לניהול דלף
- חישוב תקציב לתוכנית ניהול פחת מים
- איתור תקציב וסימונו בספר התקציבים של התאגיד
- הכשרת ההנהלה והצוות הטכני כולל הענקת תמריצים לצוות

- הכנת מכרזי מיקור חוץ (תשלום בסיסי + בסיס הצלחה), במקרה זה יש להגדיר את:
  - משימות הזכיין ויעדיו
  - נוהל לתהליך בחירת הזכיין
  - משך המשימה והפעולות הנדרשות בתקופה שאחרי השלמת ביצוע המשימה

המלצה לרגולטור: לשקול החלת חובת דיווח תקופתי לציבור על התאגידים בנושא ניהול דלף כחלק מדיווח רחב יותר בנושאים של אחריות חברתית-סביבתית תאגידית.

תוכנית אסטרטגית לניהול דלף

הצלחה של תוכנית לצמצום דלף תלויה בראייה ובתכנון לטווחי זמן שונים, עם יעדי ביניים ומשימות לניהול וביצוע ברמה היום-יומית. תוכנית הכוללת החלפה ותיקוני צנרת ומתקנים דולפים ותחזוקת מנע שוטפת, יבטיחו את מירב התועלת מההשקעות בתחום. תוכנית אסטרטגית לניהול דלף תכלול:

- ✓ **בקרת דלף אקטיבית** – ניטור על בסיס קבוע
- ✓ **ניהול צנרת ונכסים** – ניהול כלכלי של הרשת תוך שאיפה מתמדת לתחזוקה מונעת וצמצום תחזוקת השבר.
- ✓ **מהירות התגובה ואיכות התיקונים** – שיפור קצב ואיכות תיקוני הדלף
- ✓ **ניהול לחצים** – ויסות לחצים ברשת.