

מדינת ישראל

משרדי הממשלה

משרד יורוקור

מס' תיק

12 / 1967 - 1 / 1967

מקורות חברת מים בע"מ
מהנדס ראשי - פרסומים

6 / 9

תכנית אב להספקת מים לירושלים השלמה

מס' תיק יורוקור

9



שם וניק: תכנית אב להספקת מים לירושלים השלמה

מזוזה פיוז **ח-9/1600**

מזוזה פריט: 0008VZC

בתרבות: 1-3-311-5 תאריך הדפסה: 29/10/2018

מחלקת יורוקור

א. ג. ס. א.

69-198

~~2282~~

עיריית ירושלים
מחלקת הספקת המים

מקורות המים בעיר	
מחלקת המים	
פרטנר	
מס' 69-198	מס' 69-198
302	מס' 302
69	תאריך 69

תכנית אב
להספקת מים לירושלים השלמה

חוכננה ע"י חה"ל - תכנון המים לישראל בע"מ
בשיתוף עם מחלקת הספקת המים של עיריית ירושלים

חל-אביב
פברואר 1969

ה ת ר כ ו ן

עמוד

1

סיכום והמלצות

פרק א' - מבוא

1-א

1. ה ת כ נ י ח

3

2. נתוני רקע

5

3. א ק ל י ם

פרק ב' - צריכת המים בעיר

1-ב

1. אוכלוסייה

6

2. צריכת המים

9

3. צריכת מים לפי ייעודים

12

4. פילוג עיחי של חצרוכת המים

פרק ג' - מקורות מי ההספקה

1-ג

1. מקורות המים בעבר

1

2. מקורות המים הקיימים ופיתוחם החזוי

3

3. המערכת המספקת מים לעיר

3

4. כיווני ההספקה החזויים

4

5. חחזית פילוג ההספקה ממקורות המים

6

6. ספיקות חזיוח בנקודות החיבור למערכת

פרק ד' - מערכת הספקת המים הקיימת

1-ד

1. מערכת ההספקה והפעלחה

6

2. יחרונות וליקויים במערכת הקיימת

עמודפרק ה' - הצעה לפיתוח מערכת ההספקה

- | | |
|-----|--------------------------------------|
| 1-ה | 1. עקרונות התכנון |
| 5 | 2. קיבול מאגרי המים |
| 8 | 3. אזורי הלחץ, חלוקתם וגבולותיהם |
| 10 | 4. נחוני ספיקה לתכנון רשת ההספקה |
| 11 | 5. הרחבת מערכת ההספקה |
| 18 | 6. הרחבת המערכת בשלבי פיתוח |
| 24 | 7. בדיקות מערכת ההספקה בתנאים משתנים |
| 28 | 8. הערכה חקציבית להרחבת מערכת ההספקה |

פרק ו' - פיקוד, בקרה וקשר

- | | |
|-----|---------------------------------------|
| 1-ו | 1. תפקידים ומטרות |
| 2 | 2. חיבור הפעלת המערכת לפי אלטרנטיבה 1 |
| 6 | 3. חיבור הפעלת המערכת לפי אלטרנטיבה 2 |
| 8 | 4. חיבור הפעלת המערכת לפי אלטרנטיבה 3 |
| 9 | 5. מרכז הבקרה |
| 10 | 6. הערכה חקציבית למערכת פיקוד ופיקוח |
| 11 | 7. המלצות |

פרק ז' - בקרה חברואית

- | | |
|-----|---------------------------------|
| 1-ז | 1. הקדמה |
| 1 | 2. מקורות מי ההספקה כיום ובעתיד |
| 5 | 3. איכות חזויה של המים |
| 12 | 4. איכות המים הדרושה |
| 17 | 5. בקרה של איכות המים |
| 23 | 6. הצעה למתקני חיטוי |
| 29 | 7. מעבדה לבקרה חברואית |
| 32 | 8. המלצות |
| 34 | 9. הערכה חקציבית לבקרה חברואית |

תכנית אב להספקת מים לירושלים

סיכום והמלצות

ביום 1 לחודש מרץ 1968 נחתם חוזה בין עיריית ירושלים לבין חהל (חכנון מים) בע"מ. בהתאם לחוזה זה היה על חהל לערוך תכנית אב להספקת מים לעיר ירושלים בגבולותיה החדשים.

הנושאים הראשיים של התכנית הנוכחית שנערכה בחוקף חוזה זה הם:—

- חכנון הרחבתה של מערכת הספקת המים העירונית ופיתוחה עד לשנת 2000.
- חכנון תכנית הפעלה והגדרת הנתונים הדרושים למערכת בקרה וקשר.
- הצעת אמצעים לבקרה חברואתית והצעה למעבדה לבדיקה איכות המים.

מטרתה של תכנית האב היא התוויית תכנית לטווח ארוך לפיתוח מערכת הספקת המים, לשיפור תנאי ההספקה ולתפעול חסכוני של המערכת.

תכנית זו משתלבת במסגרת תכנית אב כוללת לעיר הנערכת עתה. התכנית הוכנה חוץ עזרתה הפעילה של מחלקת הספקת המים של עיריית ירושלים, במתן אינפורמציה, עקיבה וביקורת על מהלך העבודה. התכנית מקיפה את כל שטח השיפוט של עיריית ירושלים ואת שטח קיבוץ רמת רחל העלולים להספח לשטח המוניציפלי בעתיד. השטח המתוכנן הכולל הוא כ-110,000 דונם.

הספקת המים מתוכננת לאוכלוסייה חזויה של 500,000 נפש בשנת 2000, המהווה חוספת של 85% על האוכלוסייה הקיימת, וכמו-כן לפיתוח מלוואות ותעשייה חזויים בהיקף של פי 10 בערך מזה הקיים כיום. תחזיות אלה מבוססות על מגמות תכנית המתאר הכוללת הנערכת עתה.

כמויות המים החזויות שעל מערכת ההספקה יהיה לספקן בעיר בסוף תקופת התכנון הן 50.5 מיליון מ"ק לשנה, לעומת כ-14^{19.5} מיליון כיום. תצרוכת המים לנפש תעלה, עם פיתוח שטחי מגורים ותעסוקה חדשים בעיר ועם עליית רמת החיים מ-50 מ"ק לנפש לשנה כיום בממוצע לכלל העיר (60 מ"ק במערכת ו-30 מ"ק במזרחה) ל-100 מ"ק בערך לנפש לשנה בשנת 2000. הרחבת מערכת הספקת המים תוכננה בהתאם לתחזיות הצרוכת אלה תוך הבטחת תנאי רציפות הספקה, תנאי לחץ מתאימים ואיכות חברואתית מעולה של המים.

מערכת הספקת המים הקיימת בחלקה המערבי של ירושלים ענחה על דרכי העיר בעבר, לעומתה אין רשת ההספקה במזרח ירושלים עונה אף על דרישות הצריכה המיידיות, קל וחומר על דרישות הפיתוח הנמרץ הנעשה בה כיום. חלקי המערכת הקיימת הפגומים ביותר הם רשתות החלוקה ומערכות השאיבה. המחקנים המרכזיים במערכת, כגון קווי הצינורות הראשיים והמאגרים, הינם בדרך כלל במצב חקין וניתן לבסס עליהם את הרחבת המערכת.

למעלה משליש מאורך הצינורות הקיימים בעיר מורכב מצינורות בעלי קוטר חת-חקני. חלק ניכר מהצינורות הם מעבר לגיל הקיים, ובמחצית העשור הבא יהיו כ-50% מהצינורות מעבר לגיל הקיים.

הפעול המערכת נעשה בשיטה ידנית וללא מחקנים מתאימים לעקיבה ולתפעול מחאים.

הבקרה התברואתית של המים המסופקים לעיר לקויה בחסר ואין בקרה תברואתית של המים במערכת ההספקה בעיר עצמה. אחריותו של ספק המים היא לספק מים בטיב ראוי לשתייה. לעיריה אין כיום אמצעים לבקר ולהבטיח את טיב המים ברישחה היא.

התכנית הנוכחית כוללת הצעות לפיחוח מזורז בשלב מידי של מערכת ההספקה הראשית למזרח ודרום ירושלים ופחות הדרגתי של מערכת ההספקה בשלבים אחרים, תוך ניצול מירבי של המתקנים הקיימים. שלבי הפיחוח הוחתמו לתחזיות התצרוכת ולמגמות הפיחוח של העיר, אגב הקפדה על חסכון בהשקעות ועל התאמתן לתחזיות הגידול של האוכלוסייה ושל תצרוכת המים. להלן חמצית המלצות שפירוטן המלא ניתן בעיקר בפרקים ה' ו' ז' בדו"ח זה.

א. פיחוח מערכת הספקת המים

מוצע לפתח את מערכת הספקת המים בשלוש תקופות:-

- שלב מידי, עד לשנת 1970.

- שלב שני, עשר השנים שבין 1970 ל-1980.

- שלב השלמה לאחר 1980.

בשלב המידי מוצעות עבודות החשתיח הדחופות לפיחוח מערכת הספקת המים לאיזורי הבניה במזרח העיר ולהעלאת רמת ההספקה הנמוכה הקיימת בחלק זה של העיר. כמו כן שיפור האספקה בדרום העיר.

עבודות אלה כוללות הארכת מערכת הקוים הראשיים מבריכות
ההספקה הראשיות ברוממה ובית וגן עד להר הצופים ובניה מאגר
ראשון נוסף שט, הנחת קו הספקה ראשי לדרום העיר וחגבור
מערכת ההזנה הראשית לכלל המערכת העירונית ע"י הרחבת חתנח
השאיבה בבית וגן והכפלתו של קו הסניקה מתחנה זו.

בשלב זה מוצעות גם פעולות נוספות לשיפור חנאי ההספקה
הכוללים בעיר ע"י חלוקת מערכת ההספקה לאזורי לחץ כדלקמן:-
אזורי לחץ נמוך בדרום וצפון העיר בשטחים הנמוכים; אזורי
לחץ גבוה האחד באזור רוממה, גבעת שאול ומחנה יהודה, השני
בגבעת בית וגן, השלישי בקריית מנחם והרביעי בשטחי חלפיות
ורמת רחל. אזור לחץ ביניים בשטחים הבנויים שאינם נכללים
באזורי הלחץ הנמוכים או הגבוהים ואשר בהם תמשך הספקת המים
בלחצים הקיימים כיום במערכת.

לשם ביצוע החלוקה לאזורי לחץ יש להתקין ציוד שאיבה לאזורי
לחץ גבוה בתחנות קיימות בבית וגן וברוממה. יש גם להוסיף
קטעים של קווים ראשיים לשם ביצוע ניהוק אזורי הלחץ וכמו-
כן לבנות שתי בריכות קטנות שוברות לחץ.

סה"כ ההשקעות הדרושות בשלב זה מסתכמות ב- 11,651,000 ל"י

בשלב השני (1970 עד 1980) מוצע להחליף את מרבית הקווים שיחבלו
עד לאותה תקופה שיסחכמו באורך כולל של כ-130 ק"מ. כמו כן
מוצע להרחיב את מתקני הספקת המים ולהתאימם לגידול החצרוכח
באותה תקופה.

סה"כ ההשקעות הדרושות בשלב זה מסתכמות ב- 33,865,000 ל"י

בשלב ההשלמה (לאחר 1980) מוצע להשלים את החלפת הקווים שיתכלו
ולבצע את הרחבת רשת ההספקה לשם התאמתה לצריכת המים באותה תקופה.

סה"כ ההשקעות הדרושות בשלב זה מסתכמות ב- 50,808,000 ל"י

ב. פיקוד בקרה וקשר

ניחן להבדיל, לפי סדר החשיבות, בין שני ייעודים עיקריים של מערכת פיקוד, בקרה וקשר: האחד - הגנה ופיקוד אוטומטי של המחקנים הנפרדים, קרי יחידות השאיבה, בתי השאיבה ומאגרי המים. השני - פיקוד ופיקוח מרכזי על כלל מערכת הספקת המים בשליטת מרכז הבקרה. לגבי הייעוד הראשון אין כל ספק שיש למלאו במסגרת ביצוע חילופי יחידות השאיבה הקיימות ובניית חתנות שאיבה נוספות, ולכן נכללו מחקני הפיקוד בחקציב חתנות השאיבה. הייעוד השני שחליתו שליטה אחידה על כלל המחקנים במערכת הספקת המים יושג באמצעות מרכז בקרה בו יתקבלו כל הידיעות על מצב פעולת המחקנים.

במרכז זה תתרכז ההחלטה על דרך התפעול של כלל המערכת ושילוב המחקנים השונים הפועלים בה.

בדו"ח זה הובאו שלש אלטרנטיבות לחכנון מרכז בקרה, השונות זו מזו בסוג והיקף האינפורמציה שתתקבל בו, וכחוצאה מכך במידת הטליטה של מרכז זה על פעולת המערכת.

מומלצת הקמת מרכז בקרה בהחאם לאלטרנטיבה 2. ניחות מפורט של הטעמים למסקנה זו מובא בפרק ו'.

ההשקעות הדרושות להקמת מרכז בקרה הן:-

בשלב 1970	260,000 ל"י
חוספת השקעות בשלבים הבאים	30,000 "
סה"כ	<u>290,000 ל"י</u>

ג. בקרה חברואתית

רמת איכות המים המסופקת לחושבי ירושלים נתונה כיום, למעשה, בידי ספק המים לעיריית ירושלים, היינו - בידי חב' "מקורות".

מקור המים הקרוב ביותר לירושלים ממנו מספקים לחושבי העיר מים הם קידוחי עין-כרם, אשר מימיהם נתונים בסכנת זיהום כתוצאה מחדירת שפכים. חב' מקורות, אשר בבעלותה הקידוחים הללו, אמנם מקיימת עקיבה וטיפול מונע להבטחת טיב מי הקידוחים, אולם פעולות אילו אינן נראות כמספיקות להבטחת רמת חברואתית מספיקה לעיר גדולה וחשובה כירושלים.

בעתיד הקרוב יחוברו מספר קידוחים נוספים ישירות לרשת ההספקה של העיר. נראה למחכננים כרצוי שהבקרה על טיב המים המסופקים לעיר תיעשה בשיחוף הדוק עם עיריית ירושלים.

אי לכך, נחנת בזה המלצה על הקמת צוות משותף של עובדי החברואה של חב' מקורות ושל מחלקת המים של העירייה לשם פיקוח על טיב מי ההספקה לעיר ולשם טיפול מונע באמצעות כלורינציה.

נוסף להקפדה על מקורות המים מוטלת על העירייה האחריות הישירה לאיכות המים במערכת ההספקה בעיר עצמה.

הנקודה הרגישה ביותר ברשת העירונית לאפשרות של זיהום היא המאגר הפחוח בבית-וגן. במאגר זה יש הכרח בעקיבה מתמדת אחרי טיב מימיו. מאחר ובחב' מקורות קיים צוות שנתמחה בעקיבה אחר שינויים בטיב מים במאגרים פתוחים, מומלץ שעקיבה אחר טיב המים במאגר בית וגן תיעשה ע"י צוות זה.

מוקדם עדיין להמליץ על הקמת מעבדה לביצוע בדיקות בקטריוולוגיות בירושלים, כל עוד מעבדה זו צריכה לבדוק רק את הדגימות הדרושות במערכת ההספקה הפנימית בעיר. תהיה הצדקה מלאה להקמת מעבדה כזו אם יבוצעו בה הבדיקות הבקטריוולוגיות של המים מקידוחי עין-כרם, דבר הנראה כסביר עקב קרבתם של קידוחים אלה לירושלים.

ניתנת בזאת המלצה כי בשלב המיידית תונהג עקיבה אחרי טיב המים באמצעות בדיקות בקטריוולוגיות שוטפות ובדיקות תקופתיות של איכות המים. רק לאחר סדרת בדיקות אלה ניתן יהיה לעמוד על הצורך במחקנים למניעת זיהומם של מי ההספקה.

ההשקעות המוצעות בשלב זה מסתכמות ב-100,000 ל"י לרכישת כלורינטור נייד וציוד למעבדה שדה.

השקעות בשלבים נוספים מוחננות בתוצאות של בדיקות טיב המים.

ד. סיכום תקציבי

ההשקעות בשלבי הביצוע השונים מסוכמות בטבלה הבאה:

השקעות ב-1,000 ל"י			ח י א ו ר
תוספת לשלב 1990	תוספת לשלב 1980	בשלב 1970	
26,543	19,865	11,651	הרחבת מערכת הספקת המים
24,265	14,000	-	החלפת קווים קיימים
40	140	290	מרכז בקרה
100	100	100	מחקני חברואה
50,948	34,065	12,041	ס ה " כ

פ ר ק א'מ ב ר א1. ה ת כ נ י תא. מ ט ר ח ה ת כ נ י ת

חכנית האב להספקת מים ליירושלים נערכה לשם החוויית דרכים לפיתוח המערכת, שיפור חנאי ההספקה בה וחפעולה החסכוני. חכניה זו, העוסקת בהספקת המים בלבד, משחלבת במסגרת חכנית אב כוללת לעיר בחחומיה הרחבים, הנערכת עתה.

מערכת הספקת המים הקיימת בעיר נבנתה בחלקה הגדול עוד לפני למעלה משלושים שנה, עבור אוכלוסיה של 50,000 נפש. בחלקה המערבי של העיר, שהיתה בשלטון ישראל עד לשנת 1967, פותחה מערכת זו והורחבה על מנת לספק את הגידול הניכר בחצרות המים שהגיעה עד לכ-60 מ"ק לנפש לשנה, אולם בחלקה המזרחי כמעט ולא חלה שום החפתחות בפיתוח מערכת הצריכה בשלושים השנים האחרונות. צריכת המים לנפש, שהיתה מן הנמוכות בארץ, עקב מגבלות בכושר ההספקה לעיר, עולה וגדלה בקצב מהיר ביותר. בחלקה המזרחי הוכפלה צריכת המים חוץ שנת 1967/8 למרות מגבלות רשת החלוקה שם.

מערכת ההספקה הקיימת שחוכננה בשביל רמת צריכה נמוכה, אינה מספקת במספר מקרים אפילו למילוי הצרכים הקיימים. הופעת לחץ יחר במקומות נמוכים והתיישנות הצינורות, שבחלקם הגדול עברו אח גיל הקיים, גורמים לנזילות ופחת מים ניכר.

הצורך בהרחבה מיידת של מערכת הספקה ראשית לאיזורי פיתוח במזרח העיר, חידוש הרשת הקיימת ביחד עם תחזיות הפיתוח המהיר של העיר בהיקפה הנרחב ביחד עם טיפוח אופיה המיוחד כבירת ישראל, מוקד משיכה להיירות ומרכז ללימודים גבוהים, חייבו הכנת חכנית לפיתוח מערכת הספקה לטוח ארוך.

ב. היקף התכנית

התכנית מקיפה שלושה נושאים עיקריים:

- הרחבה ופיתוח מערכת הספקת המים בעיר, התאמתה לתחומיה המוניציפליים החדשים ולגידול החזוי בחצרות ושיפור הנאי ההספקה.

- הפעלת המערכת בתנאים משתנים והצעה של שימוש באוטומציה ואמצעי בטיחות בהפעלה.

- בקרה תברואתית של איכות מי השתייה והדרכים לשמירה על רמת איכות דרושה.

האזור המתוכנן כולל את שטח השיפוט של עיריית ירושלים ביחד עם שטח קיבוץ רמת-רחל המקבל את מימיו דרך הרשת העירונית.

השטח המתוכנן הכולל הוא כ-110,000 דונם.

בהקבלה למגמות והיקף תכנית האב הכוללת של העיר ניתנות גם השלכות אפשריות דרישות הספקת המים של הערים והכפרים הגובלים עם ירושלים, אשר יהוו רצף אורבני אזורי יחד עימה, על מערכת ההספקה של ירושלים.

ג. שיחוף פעולה בתכנון עם מחלקת הספקת המים של עיריית ירושלים

תכנית אב זו נערכה בהשחחפותם הפעילה של מהנדס מחלקת הספקת המים של עיריית ירושלים ומנהלה מר י. פ. אבן. בהכנת התכנית נעזרנו רבות במהנדס א. סמואל, נציגה הישיר של מחלקת הספקת המים, אשר השתתפותו הפעילה בהכנת התכנית ואף בישומה בפועל מבטיחים את ביצועה למעשה בעתיד.

הנחונים על הספקת המים, מערכת ההספקה הקיימת ודרכי הפעלחה, מקורם ממחלקת הספקת המים. מהנדסי המחלקה עקבו באופן שוטף אחר הכנת התכנית. הנחונים לגבי האוכלוסיה, ייעוד השטחים מגמות פיתוח כלליות נמסרו למתכננים על ידי צוות מתכנני תכנית האב לירושלים בראשותו של פרופ' א. השימשוני. יש להדגיש שתכנית האב לתחומים המורחבים של ירושלים לא הושלמה והתכנית המוצגת בזה מדגישה מגמות כלבד לגבי חלקים מסוימים בשטח העיר כגון: חלקה מצפון לשועפט, מדרום למסילת הברזל ומזרחית לארמון הנציב.

נחונים אקלימיים נלקטו מספריו של ד"ר אשבל ומנחוני השרוח המטאורולוגי בביח דגון.

נחונים של איכות מי ההספקה, מקורות המים ודרכי ההפעלה של מחקני ההספקה נחקבלו מחבל המרכז של חב' "מקורות", עובדי הממשל הצבאי ביהודה ובשומרון ואחרים.

2. נחוני רקע

א. טופוגרפיה ומבנה העיר

ירושלים, בירת ישראל שוכנה על פרשה דרכים מרכזית ברכס הרי יהודה באחד המעברים הנוחים מהשפלה במערב לבקעה הירדן במזרח ועל אם "דרך המלך" שלאורך רכס הרי יהודה. עקר שטחה הבנוי משחרע על רמות המפולגות ע"י עמקים. כלליה ניהן לחלק

את שטח העיר לגוף מרכזי עיקרי אחיד ולמספר שלוחות:

- חלקה העיקרי של העיר מבחינת ריכוז האוכלוסיה ישחרע ממבואוחיה המערביים בגבעת שאול ועד לנחל קדרון במזרח ומגבעת המבחר ועד לנחל רפאים בדרום.

- זרוע דרומית מהוה רכס בית צפנה ושרפת שאוכלוסיתו כיום מועטה ביותר.

- זרוע מזרחית מהוים רצף הרכסים של הגבעה הצרפחית, הר הצופים והר הזיתים.

- הזרוע הצפונית ששטחה גדול במיוחד משחרע צפונה מגבעת המבחר משני צדי כביש ירושלים ומאללה.

הגבעות השולטות על חלקה המרכזי של העיר נמצאות במערבה והן גבעת בית וגן, רוממה וחלקה הצפונית של גבעת רם.

רכס שרפת שולט על דרומה של העיר. רכס הגבעה הצרפחית שולט על רכסי הר הצופים, הר הזיתים וכן על זרועה הצפונית של העיר.

רום פני הקרקע של מרבית השטחים המיועדים לבניה בעיר נע בין +600 כנחל רפאים וקדרון ל-+830 בבית וגן הגבעה הצרפחית כאשר מרבית השטחים הבנויים נמצאים ברום ממוצע של +770 מ' בערך. הקרקע היא בעיקרה סלעית עם מילוי של טרה רוסה בין הסלעים.

... ..

... ..

...

...

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

ב. מבנה העיר

הפיצול הטופוגרפי, המדיני הדתי והעדתי וכן גלי עליה תקופתיים יצרו בעיר מבנה שכונתי שכמעט אין דומה לו בכל עיר אחרת בארץ.

שכונות ורובעים אלה נבדלים לא רק מבחינה דתית ועדתית, אלא בצורת הבניה, צפיפותה ומסורת ורמת שימוש במים.

מגמת הכנית האב החדשה של העיר היא לשמור מחד על צביונה ההיסטורי של העיר העתיקה וסביבתה ומאידך לכוון אח פיתוחה של העיר לצביון של מרכזים פונקציונליים חוץ שמירה מירבית על נופה החזותי ונוחות חושביה.

שטח הדיור הממוצע לנפש כיום בשכונות הותיקות שבחלקה המערבי של ירושלים הוא כ-8 מ"ר לעומת כ-6 מ"ר לנפש בחלקה המזרחי שעה שבשכונות החדשות במערב העיר שטח הדיור הממוצע לנפש בכלל העיר לא פחות מ-30 מ"ר.

כלליח מניחים שחלקה המרכזי של העיר יהיה בעל צפיפות בניה גבוהה יחסית לעומת זרועותיה הדרומיות והצפוניות, כאשר זרועה המזרחית (רכסי הר הצופים והזיתים) ישמשו בעיקרם למבני מוסדות חינוך ומבנים ציבוריים אחרים. אזור גבעת רם על מבני הממשלה והאוניברסיטה העברית אף הוא ישמור על צביון דומה. מרכזה המסחרי העיקרי של העיר יתרכז במורד רחוב יפו וסביבותיהן וכן באיזור שמצפון לשער שכם.

איזורי תעשייה נוספים לקיים ברוממה וגבעת שאול יתרכזו במורד נחל רפאים ובצפון מזרח העיר.

מרבית העמקים וכן מורדותיה הדרומיים מזרחיים של העיר העתיקה יהווה איזורים ירוקים וכן יוקצב רצועה ירוקה דומה בין גבעת המבחר לביח חנינא או שועפט.

2. STATE

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

הלחות הייחסית נמוכה מזו השוררת בשפלה החוף, ובעיקר בולט הפרש זה בחודשי הקיץ. ראוי לציין כי ערכי הלחות הייחסית בלילה גבוהים חמיד מערכי היום, פרט לימי שרב קשים בהם גם הלילות יבשים. המעברים בין ערכי היום וערכי הלילה של הלחות היחסית הם חריפים למדי.

טמפרטורה מינימום מוחלט שנרשמה בירושלים הגיעה ל- 5° (חמש מעלות צלסיוס מחת לאפס), בעוד שערכי המינימום הממוצע נעים בין 6° ל- 8° . טמפרטורה מכסימום מוחלט שנרשמה אי פעם בירושלים הגיעה ל- 44° . מעניין לציין שבחודשי הקיץ מגיע המכסימום המוחלט של הטמפרטורה לערכים נמוכים יותר מאשר בחדשי המעבר. הטמפרטורה הממוצעת היומית בחודשי הקיץ נמוכה, בדרך כלל מ- 25° .

כיווני הרוח העיקריים הם ממערב ומצפון-מערב.

העננות בירושלים מועטה יחסית וממוצע שעות הזהירה הוא 77% מכלל השעות בהן זורחת השמש.

בחודשים יוני, יולי, אוגוסט וספטמבר עולה הזהירה על 90%, ומגיעה בחודש יולי לשיא (97.7%).

ב. טבלה מסכמת לנתונים אקלימיים

בטבלה דלהלן רוכזו נתונים אקלימיים ממוצעים בירושלים עבור
20 שנות מדידה (1930-1949). רום נקודת החציה +826.

נתונים אקלימיים ממוצעים

ינוא'	פבר'	מרץ	אפר'	מאי	יוני	יולי	אוג'	ספט'	אוק'	נוב'	דצמ'	לשנה	ת י א ו ר
													טמפרטורה (מעלות צלסיוס)
12.1	13.4	16.4	21.9	23.4	28.8	29.4	30.2	29.1	26.9	30.3	14.8		מכסימום ממוצע
5.8	6.3	8.0	11.7	15.8	17.0	18.0	18.0	17.2	16.2	12.0	7.9		מינימום ממוצע
8.9	9.8	12.2	16.8	19.6	22.9	23.7	24.1	23.1	21.6	16.1	11.3	17.5	ממוצע
6.3	7.1	8.4	10.2	7.6	11.8	11.4	12.2	11.9	10.7	9.3	6.9	6.9	חנודה
22.3	30.0	30.8	39.1	41.0	42.0	38.0	39.4	39.4	39.0	34.0	26.3		מכסימום מוחלט
3.5	5.0	1.5	0.0	5.8	8.2	11.8	10.9	10.0	8.3	3.7	1.0		מינימום מוחלט
													לתוח יחסית - %
75	70	60	54	40	45	50	56	60	58	67	71		בוקר שעה 08.00
62	57	47	39	32	36	38	40	37	41	50	58		צהרים " 14.00
74	76	69	65	58	79	77	83	81	75	73	71		ערב " 20.00
70	68	59	53	47	63	55	59	59	58	63	67	59	ממוצע
													התאדות במ"מ (פיש)
61	57	67	65	74	67	66	67	67	63	64	65	65	יום
39	32	33	35	26	33	34	33	33	37	36	35	35	לילה
1.9	3.0	4.6	6.9	7.3	7.1	5.6	4.7	4.9	3.4	2.1	4.5	45	יממה במ"מ
													זהירה
45.5	50.2	52.8	61.0	83.5	93.8	97.7	93.0	91.5	78.2	66.1	56.8	74.5	%מכלל שעות זריחה
146	155	198	257	357	400	418	387	340	278	210	172	3297	שעות
4.7	5.7	11.3	15.3	16.7	16.3	12.0	9.0	5.3	16.1	11.3	8.3	132	ימי שרב ממוצעים
													ג ש מ
161	144	93.0	40.0	5.0	-	-	-	-	13.0	63.0	144	663	ממוצע חודשי במילי'
13	12	8	4	2	-	-	-	-	3	6	9	57	ימי גשם

הנחונים לוקטו מספרו של ד"ר אשבל משנת 1951 "אקלים א"י לאזוריה", ממוצע ימי השרב חושב לפי נחוני שש השנים שבין 1961 ל-1966 והוא כולל ימים בהם היחה הלחות היחסית נמוכה ב-20% לפחות מהממוצע הרב-שנתי לאותו חודש.

ג. השפעת נחוני האקלים על תצרוכת המים בירושלים

כפי שייראה להלן בפרק ג', עולה תצרוכת המים באופן ניכר בחדשים מאי, יוני, יולי, אוגוסט וספטמבר על התצרוכת בשאר חודשי השנה, ומגיעה בחודש אוגוסט ל-115% מהתצרוכת החודשית הממוצעת. עובדה זו מובנת היטב לאור ניתוח נחוני האקלים הגורמים לצריכת מים גבוהה יחסית בחודשי קיץ אלה:-

- טמפרטורות המכסימום הממוצעות הן הגבוהות שבחודשי השנה.
- הלחות היחסית נמוכה בשעות היום.
- הזהירה היא מכסימלית.
- ההתאדות בשעות היום גבוהה.

בהשוואת הגורמים האקלימיים המשפיעים על תצרוכת המים בירושלים לעומת שפלת החוף, מסתבר שבירושלים שוררים בעיקר בקיץ תנאים הגורמים להקטנה יחסית של התצרוכת, דלקמן:-

- היובש הייחסי המקטין את התצרוכת במים לרחצה וכביסה.
- הפרשי טמפרטורה חדים בין יום ולילה, המלווים בירידת טמפרטורה בלילה.
- הנקיון הייחסי של האוויר מאבק כתוצאה מגובה המקום ומערפילי הבוקר בקיץ.

גורמים אקלימיים אלה, בנוסף לגורמים אחרים שעיקרם בתחום הכלכלי, משפיעים ביחד על הקטנת תצרוכת המים.

בניתוח שנעשה על ידי מר י.פ. אבן בנושא זה של השפעת האקלים על צריכת המים (תצרוכת המים האופטימלית לעיר, מאי 1968) מעריך המחבר שרמה הצריכה מבחינה אקלימית בלבד בירושלים נמוכה ב-12% לערך מהממוצע הארצי של צריכה עירונית.

... ..
... ..
... ..
... ..

4.

... ..
... ..
... ..
... ..

-
-
-
-

... ..
... ..
... ..

-
-
-

... ..
... ..

... ..
... ..
... ..
... ..

פ ר ק ב'

צריכת המים

1. אוכלוסיה

א. תחזית גידול האוכלוסיה

חישובי גידול האוכלוסיה מבוססים על מפקדי אוכלוסיה ותחזיות הלשכה הסטטיסטית במשרד הפנים וכך תחזית האוכלוסיה שעובדו ע"י צוות מתכנני חכנית האב לירושלים בראשותו של פרופ' א. השמשוני. תחזיות אלה עובדי במפורט והובאו בחוברת המשרד לחכנית אב ירושלים תחזית החמורה באוכלוסיה ירושלים בתקופה 1961-2001.

לאחר איחוד ירושלים ביוני 1967 ומפקד האוכלוסיה בירושלים המזרחית בספטמבר של אותה שנה הוחל גם בחישוב תחזית האוכלוסיה הערבית בירושלים. עבודה זו לא הושלמה עד לעריכת חכנית זו, אולם סוכמו סדרי גודל של הגידול הצפוי שיובאו להלן.

תחזית האוכלוסיה בירושלים המערבית כפי שחושבה עד למאי 1967 נשארה עקרונית בתוקפה והריהי מובאת להלן:

אוכלוסיה ירושלים בשנת 1966 (השנה האחרונה אשר לגביה קיימים נתונים סטטיסטיים) היחה 193,900 במשך 15 השנים החל מ-1951 ועד 1966 היה הגידול הממוצע לשנה כ-2.2 אחוז. באם נניח גידול דומה למשך טוח התכנון (34 שנה), תגיע אוכלוסיה העיר בשנת 2000 לכדי 335,000 נפש.

משרד חכנית האב ערך חמש תחזיות אלטרנטיביות לגידול אוכלוסייתה של ירושלים המערבית. בסיס החישוב היה התחזיות היחסיות של משרד הפנים לחלקה של אוכלוסיה ירושלים בכלל אוכלוסיה מדינת ישראל למשך תקופת חיזוי של 35 שנים החל משנת 1966.

בטבלה הבאה להלן ניתנים מספרי האוכלוסייה החזויים.

תחזיות אוכלוסייה סכומיות, כוללות מבקרים
וחושבים ארעיים - (באלפי נפש)

תחזית	1966	1971	1981	1996	2011
אומדן גבוה	216.0	258.3	340.7	459.4	510.4
אומדן נמוך ביותר	200.2	227.4	276.1	331.6	361.0
אומדן נמוך מחוץ	202.9	232.9	287.1	352.6	396.6
אומדן גבוה מחוץ	202.9	233.5	292.8	377.9	459.0
אומדן בינוני	203.0	233.0	290.0	365.0	428.0

התחזית בהחאם לאומדן הגבוה מניחה גידול שנתי ממוצע של כ-10,000 נפש ב-35 השנים הבאות. התחזית לפי האומדן הנמוך ביותר מניחה גידול של 4,600 נפש לשנה לאותה תקופה.

שתי תחזיות אלה מהוות את מעטפת האפשרויות לגידול האוכלוסייה, אך יש להדגיש כי, בהחאם להערכות ראשוניות של ייעוד שטחים בעיר בגבולותיה הקוץמים, אין להניח שגבולות אלה יוכלו להכיל אוכלוסייה העולה על 360,000 נפש.

בהחאם לתחזית הנוכחית של משרד הפנים תביע אוכלוסייה המדינה ל-3 מיליון נפש בשנת 1972, ואוכלוסיית ירושלים תהיה אז כ-230,000 נפש; בשנת 1985 כאשר אוכלוסיית המדינה תביע ל-4 מיליון נפש תהיה אוכלוסיית ירושלים כ-300,000 נפש. התחזית הזאת של משרד הפנים ופרויקציה של תהליך הגידול ב-14 השנים האחרונות תואמות בקירוב את תחזית גידול האוכלוסייה המצוינת בטבלה כ"אומדן גבוה מחוץ", כאשר לפיו מביע הגידול המצטבר הממוצע לכדי 2.0% לשנה.

במפקד אוכלוסיה ירושלים המזרחית שנערך בספטמבר 1967 נמצא שגודל האוכלוסיה בחלק זה של העיר הוא 63,102.

באלטרנטיבות שונות של תחזיות גידול אוכלוסיה זו לתקופת חיזוי של 33 שנים נמצאו תחומי מעטפת האפשרויות שבין אוכלוסיה חזויה של כ-110,000 נפש, בהנחה קיצונית מחד של אגירה רבה, לבין כ-280,000 נפש בהנחה קיצונית מאידך שאוכלוסיות הריבוי הטבעי הקיים חישאר כולה בתחום העיר. בהנחה שתופעת ההגירה של צעירים מאוכלוסיה זו הן לארצות חוץ והן לאיזורים אחרים שמחוץ לתחום העירוני תהיה באותו סדר גודל כפי שהיתה ב-20 השנים האחרונות הגיעו לתחזית משוערת של כ-135,000 נפש בשנת 2000 לערך. גידול זה תואם בקרוב רב את הגידול השנתי המצטבר לכלל תקופת התכנון כפי שהוכח לגבי האוכלוסיה של ירושלים המערבית, כלומר 2.1% לשנה.

מספר המבקרים והתושבים הארעיים בירושלים מוערך כיום בכ-10,000 נפש. מספר המבקרים והתיירים בסוף תקופת התכנון מוערך בכ-60,000 נפש אשר נוכחותם כרוכה ב-30,000 לינות ללילה.

בסיכום מובאה להלן תחזית מסוכמת של האוכלוסיה בהתאם לתחזיות הנזכרות לעיל והמעובדות לצרכי תכנית האב להספקת מים:

השנה	1967	1970	1980	1990	2000
אוכלוסיה	265,000	310,000	368,000	430,000	493,000

פילוג האוכלוסייה בעיר

ב.

בשעה הכנה חכנית זו לא אושרה עדיין חכנית מחאר סופית לירושלים, אך הוכנה מפת חפרושח אוכלוסייה ופילוג המועסקים באזוריה השונים לצורך הכנה חכנית האב. לצורך הכנה חכנית האב חולקה העיר למספר אשורים אשר כל אחד מהם חופף "אזור מפקד" אחד או יותר. (ר' מפת מחאר שרטוט מס' 1).

נחוני פילוג האוכלוסייה בחכנית אב זו שימשו בסיס להכנה מפת חפרושח האוכלוסייה. מפה זו המושלכת על מפת ייעוד השטחים, שימשה רקע להכנה מפת פילוג חצרוכח המים בעיר. הטבלה הבאה מציגה אח חפרושח האוכלוסייה בעיר לפי חלוקתה לאזורים כפי שנמסרו למחכננים ע"י משרד חכנית האב לירושלים.

תחזית האוכלוסיה
בשטח השיפוט של ירושלים

ש נ ה				א ז ר	
2000	1990	1980	1970		
7,000	8,000	8,000	9,000	1	
12,000	13,000	16,000	19,000	2	
24,000	25,000	26,000	27,000	3	
15,000	16,000	18,000	20,000	4	
20,000	21,000	22,000	23,000	5	
5,000	5,000	4,000	4,000	6	
2,000	1,000	1,000	-	7	
13,000	11,000	9,000	6,000	8	
9,000	8,000	6,000	4,000	9	
3,000	3,000	3,000	4,000	10	
25,000	22,000	19,000	16,000	11	
20,000	15,000	10,000	3,000	12	
19,000	16,000	13,000	10,000	13	
9,000	8,000	7,000	5,000	14	
30,000	25,000	20,000	15,000	15	
22,000	18,000	14,000	13,000	16	
23,000	19,000	15,000	10,000	17	
18,000	16,000	14,000	12,000	18	
2,000	1,000	1,000	-	19	
5,000	3,000	3,000	-	20	
283,000	254,000	229,000	200,000	סה"כ חלקי	
1,000	1,000	1,000	-	}	21
35,000	30,000	25,000	5,000		22
-	-	-	-	}	23
1,000	1,000	1,000	-		24
8,000	11,000	14,000	25,000	}	25
1,000	1,000	1,000	-		26
16,000	15,000	14,000	-	}	27
6,000	6,000	4,000	16,000		28
3,000	3,000	2,000	-	}	29
8,000	8,000	7,000	-		30
4,000	4,000	4,000	20,000	}	31
8,000	7,000	6,000	24,000		32
10,000	8,000	7,000	-	}	33
22,000	20,000	16,000	-		34
4,000	3,000	3,000	-	}	35
26,000	18,000	14,000	20,000		36
3,000	2,000	2,000	-	}	37
28,000	20,000	9,000	-		38
26,000	18,000	9,000	-	}	39
210,000	176,000	139,000	110,000		סה"כ חלקי
493,000	430,000	368,000	310,000	סה"כ כללי	

2. צריכת המים

א. צריכת מים לנפש בעבר

צריכת המים הכוללת הממוצעת לנפש בירושלים בחחומיה המוניציפליים כיום הגיעה לכ-50 מ"ק מים בשנת 1967/8, אולם בחלוקת הצריכה לנפש לחחומים המוניציפליים ששררו לפני מלחמת ששה הימים מסתבר שהצריכה בחלקה המערבי של העיר הגיעה באותה שנה לכדי 63 מ"ק לנפש לעומת כ-30 מ"ק בחלקה המזרחי של העיר.

הצריכה לנפש בירושלים המערבית בשנת 1964 הייתה 55.9 מ"ק לשנה לעומת ממוצע ארצי של 79 מ"ק לנפש באותה שנה. במנין שחים עשרה השנים האחרונות (1967-1965⁵) היה הגידול הממוצע של הצריכה לנפש בירושלים כ-5% לשנה - גידול החורג בהרבה מהגידול הארצי הממוצע בכלל הערים בארץ באותה תקופה.

חצרוכת המים בירושלים המערבית הגיעה לכ-63 מ"ק לנפש בשנת 1968.

בחחומים המוניציפליים של ירושלים המזרחית שבחחום ירדן לשעבר צרכו במשך השנים האחרונות כ-16 מ"ק לנפש לשנה. צריכה נמוכה זו בעבר נבעה ממצוקה חמורה במים, בעיקר בחקופת הקיץ, שסופקו לסרובין אחת ליומיים בדשת העירונית.

עכב חיבור רשת ההספקה של מזרח העיר למערבה והבטחת הספקה סדירה עלתה חצרוכת המים כ-90% והגיעה ל-30 מ"ק לנפש בשנת 1968.

הערכים הנמוכים של צריכת מים בכלל העיר לנפש בעבר נבעו בעיקרם ממצוקה היסטורית במים, מחיר המים הגבוה, במיוחד בעיר המזרחית, חוסר גינון, חנאי אקלים נוחים, חעשייה ומלאכה שאינם צורכי מים וכך אינם מפותחים ביותר ורמה חיים נמוכה יחסית בחלקה המערבי של ירושלים לגבי ערי השפלה ובחלקה המזרחי לגבי הערים השכנות ביח לתם ורמאללה.

הגורמים לעלייה החלולה בצריכת המים לנפש, בעיקר בשנים עשרה השנים האחרונות, היו הרחבת כושר ההספקה לעיר לאחר שנות צמצום חמור, הגברת הבנייה, עלייה ניכרת ברמת החיים ופיתוח מזורז של מוסדות ציבור והינוך.

תחזית הצריכה לנפש

ב.

אותם הגורמים שהורו את הסיבות לעלייה החלולה בצריכת המים בירושלים ממשיכים לפעול בהווה ויש לשער לפי כל הנתונים הידועים כיום שיימשכו באוחז קצב, ואולי אף בקצב גובר לפחות במשך השנים הקרובות.

תכניות הפיתוח והבינוי הנרחבות המיועדות לירושלים תעלינה בהכרח את רמת החיים עקב האחוז הגבוה של דיירים בבנייני מגורים חדשים ביחס לישנים וכך רמת הבינוי של מוסדות ציבוריים חדשים.

קצב הגידול בחלקה המזרחי של ירושלים לא יהיה שונה בעיקרו מהחזוי למערבה עקב משקלם הרב של איזורי הבינוי החדשים שיתרכזו בצפון מזרח העיר.

תחזית צריכת המים נבחנה בוועדה מקצועית שהוקמה בנציבות המים, היא הוועדה לבחינת תחזיות הביקוש למים בתכנית 15 השנה לפיתוח מקורות מים. וועדה זו ערכה מספר תחזיות ארציות ממוצעות לצריכת מים עירונית. בהתאם לתחזיות אלה, נעה צריכת המים הממוצעת לנפש בשנת 1980 בחום רחב למדי בין 75 לבין 113.1 מ"ק לנפש לשנה. נקודת המוצא לחישובים אלו הייתה צריכת ממוצעת שנתי לנפש של 75 מ"ק בשנת 1964.

לצורך קביעת תחזית הצריכה הממוצעת לנפש נחקבלו כאן ההנחות הבאות:

עליית רמת החיים של 6% לשנה מ-1967 עד 1970
עליית רמת החיים של 4.5% לשנה מ-1971 עד 1990.

בהנחות אלה נכלל משקלה היחסי של עליה תלולה ביותר
ברמת החיים של האוכלוסיה הערבית במזרח העיר.

לפי הנחות אלה, ובהתאם לחישובי רמת הצריכה ומרכיביה
השונים (כפי שנעשו בדו"ח הוועדה לבחינת תחזיות הביקוש
למים מנובמבר 1966) יהיה הגידול השנתי החזוי בצריכה
המים 2.5 מ"ק לנפש מ-1967 עד 1970. הגידול מ-1970
עד 2000 יהיה בסדר גודל של 1 מ"ק לנפש לשנה.

בהחשב בצריכה של 59 מ"ק לנפש בשנת 1966 כנקודת המוצא
חזויה צריכת המים כדלקמן:

בשנת 1970	63 מ"ק
בשנת 1980	72 מ"ק
בשנת 1990	80 מ"ק
בשנת 2000	92 מ"ק

צריכה זו אינה כוללת צרכנים בודדים הצורכים יותר
מ-5,000 מ"ק מים לשנה כגון תעשיות ובתי מלון גדולים
שנכללו במושג הכולל "תעשייה". חלקם של אלה עולה
מ-5 מ"ק לנפש נוספים בראשית תקופת התכנון עד ל-10 מ"ק
מ"ק לנפש בסוף תקופת התכנון.

הצריכה לנפש בפועל תהיה גדולה יותר, מאחר ובבסיס
החישוב (צריכת שנת 1966) נכלל פחת מים של כ-18% שיוקטן
עם חידוש הרשת, הקטנת הלחצים בה והתקנת אמצעי בקרה
ואחזקה מחאימים ב-30% לערך.

שרטוט מס' 2 מראה את עקומת המים הממוצעת לנפש בפועל
משנת 1959 ועד לשנת 1966 ואח הצריכה החזויה עד לשנת
2000.

3. צריכת מים לפי ייעודים

א. צריכה ביחיה מסחרית וצבורית

להלן חלוקה משוערת באחוזים של החצרוכה לנפש לשימושיה השונים (מבלי לכלול צריכה העשייתית). חלוקה זו מבוססת בעיקרה על ניתוח הצריכה בירושלים בשנת 1962/3.

<u>ה ע ר ו ת</u>	<u>מהצריכה הסכומית</u>	<u>סוג הצריכה</u>
כולל חצרוכה בית חצר וגינון	58	ביחיה
	6	מסחר ומלאכה
	4	גנים ציבוריים ושטחים פתוחים
	6	בידור וספורט
	4	שרותי הארחה
	9	שרותי חינוך ובריאות
הפתח כיום הוא כ- 18% מכלל הכמות המסופקת לעיר.	13	פתח ושונות

ב. מדדים כלליים לתכנון הספקת מים

המדדים המפורטים להלן צריכים לשמש את מחכנני רשתות המים ומהנדסי מחלקת המים בבואם לחשב את גודל החיבור, מד-המים וצריכת המים המשוערת של צרכנים ספציפיים. המדדים לוקטו מחקנים בין-לאומיים מקובלים וכן מחקנים ששימשו לתכנון חכניה מנשיה בחל-אביב.

מדדים לתכנון הספקת מים

ש י מ ו ש	יחידה	כמות (ליטרים ליום)
מגורים (כולל גנון ליד הבית)	לנפש	350
משרדים ללא מיזוג אוויר מרכזי	למ"ר בנוי ברוטו	7
משרדים עם מיזוג אוויר מרכזי	למ"ר בנוי ברוטו	62
מסחר בהלבשה וכלי ביח	למ"ר בנוי ברוטו	74
מסחר במצרכי מזון	למ"ר בנוי ברוטו	75
בתי מלון	למיטה	800
בנייני ציבור ואולמות	למ"ר בנוי ברוטו	10
פאקיס	למ"ר	3
מגרשי חנייה	למ"ר	1
בתי ספר	חלמיד	50

ג. צריכת התעשייה והמלונאות

צריכת המים בתעשייה של ירושלים כיום היא כ-400,000 מ"ק לשנה. בשנת 1963/64 הייתה הצריכה 334,000 מ"ק. פילוג הצריכה באחוזים לפי אופי הצרכנים בהחאם לסקר השימוש במים בתעשייה ב-1963/64 (שנערך ע"י משרד החקלאות - נציבות המים בינואר 1965) הוא דלקמן:

45%	תעשייה מזון וקירור
20%	טקסטיל
15%	מכסוח
10%	תעשייה בנייה
10%	מחכה, חשמל, צבעים ושונוח

צריכת המים לבחי מלון בירושלים כ-350,000 מ"ק לשנה. עם הגידול המהיר של תנועת התיירים בבירה צפוי פיתוח מזרז של ענף המלונאות מכ-4,000 מיטות כיום עד ל-30,000 מיטות בסוף תקופת התכנון. ענף זה יטול חלק ניכר מהחשיבות שניתנה לפיתוח תעשייה בירושלים עד למלחמת ששת הימים, כמקור תעסוקה להגדירו, לפחות מבחינת משקלו כצרכן מים בעיר זו במסגרת התצרוכת התעשייתית.

חלקה של התעשייה והמלונאות בצריכת המים יגדל מכ-6% כיום ל-10% עד 11% מכלל הצריכה בעיר, ויגיע לכדי 5.2 מיליון מ"ק מים לשנה בשנת 2000, בהתאם לתחזית התעסוקה של צות תכנית המתאר לעיר.

צריכת מים לכיבוי דלקות

ד.

צריכת המים לכיבוי דליקות בירושלים נקבעה על ידי מפקח כבאות ארצי ראשי.

הונח כי מספר הדליקות המקסימלי בעת ובעונה אחת יהיה חמש, וספיקת המים הדרושה לכיבוי כל דליקה 180 מ"ק/ש. בהתאם לכך תהיה צריכת המים המקסימלית לכיבוי דליקות 900 מ"ק לשעה. משך דליקה ממוצעת נאמד ב-3 שעות.

פילוג חזוי של צריכת המים ביום שיא לפי אזורים ויעודים

ה.

פילוג התצרוכת החזויה הניתן בטבלה הבאה חושב בהתאם לאוכלוסיה החזויה בכל אחד מ-39 אזורי התכנון המוכפלת בצריכה לגפש וכן כחוספת הצריכה החזויה לתעשייה, מלונאות, מוסדות ציבור גדולים ופרקים, בהתאם למגמת הייעודים שנחננו בתכנית המתאר הכללית לעיר. (ראו שרטוט מס' 1).

4. פילוג עיתי של תצרוכת המים

א. מקורות הנתונים

לפילוג התצרוכת העיתי נודעת חשיבות לצורכי ממדי הצריכה המכסימליים וחישוב מערכת ההספקה בהתאם לממדים אלה. עיקר החישובים נחבסו על נתונים שסיפקה מחלקת הספקה המים של עיריית ירושלים, בעיקר בכל הנוגע להשחנות הצריכה החדשית בשנה, והצריכה השבועית בחודש. מאחר ואין מדי-מים קיימים במערכת העירונית מחוץ למדי המים בנקודות ההספקה למערכת, לא היחה אפשרות לקבל נתונים של השחנות הצריכה השעתית ביום. נתונים אלה הוערכו על יסודעקומות הצריכה בח"א, והושוו לעקומה של ספיקת השפכים בירושלים.

ב. פילוג צריכה בחודשי השנה

פילוג השחנות הצריכה בחודשי השנה (ר' שרטוט 3) נערך על בסיס נתוני תצרוכת של 12 השנים האחרונות. תצרוכת כל חודש היא ממוצע רב שנתי המבוטא באחוזים מהצריכה השנחית.

הצריכה בחודש השיא מהווה 9.6% מהצריכה השנחית; מקדם אי-השיוויון של השחנות הצריכה החדשית הוא, איפוא, 1.15. מקדם אי-השיוויון מבטאת החריגה של צריכת חודש השיא מהצריכה החדשית הממוצעת במשך השנה.

ג. פילוג צריכה בחודשי שיא

פילוג השחנות הצריכה ליממה בחודשי השיא (ר' שרטוט 4) נעשה על יסוד נתוני הספקה יומית בחודשי הקיץ במשך חמש שנים מ-1961 עד 1965.

לצורך קביעת מקדמי אי-השיוויון היומי והשבועי בתצרוכת חודשי הקיץ, נבחרו החודשים בהם נמצאה חריגה מירבית של צריכת יום מסוים באחד מחודשי הקיץ במשך כל אחת מחמש השנים הנזכרות לעיל.

מקדם אי-השיוויון היומי היה מירבי בחדשים יוני, יולי ואוגוסט ונע בין מינימום של 1.17 למכסימום של 1.23, כאשר הממוצע של היום החריג הוא 1.20.

כנחון לצורכי חכנון נקבע כי מקדם אי-השיוויון המכסימלי הוא 1.23. מקדם אי-השיוויון השבועי הגיע למכסימום של 1.05 והוא נקבע כמקדם לצורכי חכנון נפת האגירה השבועי.

פילוג צריכה שעתיח ביממה

.ד

עקום פילוג הצריכה ליממה (ר' שרטוט 5) חושב לפי נתונים השוואתיים עם חל-אביב, מאחר ואין עדיין במערכת ההספקה של ירושלים מודדי מים המאפשרים קבלת נתוני הצרכה שעתיח.

מקדם אי-השיוויון במערכת הספקה המים בחל-אביב נע בין 1.6 לכלל העיר ל-1.8 באזורים נרחבים בחוכה, לצורך חכנית אב זו הונח מקדם אי-השיוויון של 1.8, מאחר והשחנות הצריכה בירושלים חזקה יותר מזו של חל-אביב. ירושלים קטנה בהשוואה לחל-אביב, ויחס הצריכה החעשייתית לכלל הצריכה בעיר הוא קטן.

אי לכך נצרכה בשעה השיא כמות של 7.5% מהצריכה היומית מכסימלית או 10.5% מהצריכה הממוצעת ליממה.

אם להכפיל אח מקדמי אי-השיוויון הצריכה של חודש-שיא, של החצרוכה היומית בחודש, ושל החצרוכה השעתיח ביממה, יחקבל מקדם אי-השיוויון השעתי לבבי חצרוכה שעתיח ממוצעת. מקדם זה מגיע בירושלים לכדי 2.55. במקדם זה הוכפלה החצרוכה השעתיח הממוצעת החזויה לשם קביעת ההספקה השעתיח המכסימלית לצורכי חכנון מערכת ההספקה.

ה. פילוג צריכה יומיח בשבוע

פילוג זה נעשה אך ורק כדי לקבוע את ממדי האגירה הדרושה כדי לווסת את הצריכה השבועית לעומת ההספקה השבועית. הנחונים נחקלו מחישוב הממוצעים היומיים בשבועות של החודשים יוני ויולי במשך שלוש שנים. מקדם אי-השיוויון המירבי (ר' שרטוט 6) של תצורת יומיח בשבוע ביחס לממוצע השבועי הוא 1.14.

תחזית הצריכה ופילוגה לפי אזורים סטטיסטיים

מ"ק ליום שיא

ש ב ה				א ז ר
2000	1990	1980	1970	
2,440	2,440	2,440	2,520	1
4,200	4,040	4,440	5,320	2
8,350	7,750	7,230	7,550	3
5,200	5,000	5,000	5,600	4
6,950	6,500	6,130	6,400	5
4,800	4,800	3,500	1,120	6
1,300	910	870	600	7
4,530	3,400	2,500	1,680	8
3,130	2,480	1,660	1,120	9
1,040	930	850	1,120	10
8,700	6,800	5,300	4,460	11
6,950	4,640	2,780	830	12
6,600	4,950	3,630	2,800	13
3,130	3,480	1,930	1,400	14
10,500	7,800	5,500	4,200	15
9,150	5,570	3,900	3,640	16
8,000	5,900	4,180	2,700	17
6,250	4,950	3,950	3,340	18
700	310	270	-	19
1,740	930	850	-	20
850	500	500	500	21
12,150	9,300	6,950	1,060	22
-	-	-	-	23
350	310	270	-	24
4,000	4,000	3,950	3,950	25
350	310	270	-	26
5,560	4,640	3,950	-	27
2,080	1,860	1,120	-	28
4,340	4,230	3,880	1,420	29
2,780	2,480	1,930	2,700	30
1,390	1,240	1,120	2,700	31
2,780	2,170	1,660	2,000	32
3,470	2,480	1,930	1,540	33
7,650	6,200	4,440	-	34
1,390	930	850	-	35
9,000	5,570	3,950	2,840	36
1,040	620	580	-	37
9,740	6,200	2,500	-	38
9,100	5,570	2,500	-	39
181,680	111,190	109,060	75,110	ט ה " כ
19,500	15,500	10,500	6,200	תעשייה ומלונאות
201,180	156,690	119,560	81,310	סה"כ כללי

תחזית צריכת מים שנתית סכומית

שנה	אוכלוסיה	צריכה		תעשייה ומלונאות	סה"כ		יום ממוצע בחודש שיא	אלפי מ"ק
		מ"ק לנפש שנה	סה"כ אלפי מ"ק		שנה	אלפי מ"ק		
1970	310,000	69	21,400	-	21,400	21,400	2,050	68,500
1980	368,000	72	26,500	2,850	26,500	29,350	2,800	93,500
1990	430,000	80	34,500	4,200	34,500	38,700	3,690	123,000
2000	493,000	92	45,100	5,200	45,100	50,300	4,820	160,500

פ ר ק ג'מקורות מי ההספקה1. מקורות המים בעבר

עד לאחרונה לא היו בתחום ירושלים מקורות מים חוץ מבורות מי גשמים. כל מקורות המים היו מחוץ לעיר המוקפת חומה. מפעל המים הראשונים שסיפקו מים מהמקורות שמחוץ לעיר היו ניקבת חזקיה להובלת מי מעיין השילוח ובריכות שלמה ותעלוחיהן.

בחקופת השלטון הבריטי סופקו מים לירושלים משני מעיינות הנמצאים ממזרח לעיר: עין פואר ועין פארה, ובראשית שנות השלושים הוחל בהספקה מים לעיר ממעיינות ראש העין באמצעות צינור של 18" וארבע חחנות שאיבה. בימי מלחמת השחרור נוחקה ירושלים הישראלית ממקורות ההספקה שממזרח ומדרום לעיר. הקו המנדטורי של 18" שסיפק מים מראש העין מנותק במובלעת לטרון, אך מוסיף לספק מים לירושלים ממקורות אחרים.

2. מקורות המים הקיימים ופיתוחם החזרי

כיום נחונה הספקת כל המים למערכת העירונית של ירושלים בידי חברה "מקורות". מקורות המים העיקריים המנוצלים לשם כך הם שלושה:-

- קידוחי עין-כרם המפיקים מים מאקוויפר שזון בקרבת העיר ולאחרונה בחומה.
- קידוחי אשחאול, הר-טוב וכפר אוריה, המפיקים מים מהאקוויפר הטורוני לרבלי הרי יהודה.
- מי המערכת הארצית הנשאבים מקו ירקון נגב המזרחי באמצעות תחנת חולדה.
- מי מעיין עין פרא הנשאבים מנחל קלט אל הבריכה בגבעה הצרפתית בצפון מזרח העיר.

א. קידוחי עין כרם

מקור מים זה הוא בעל חשיבות רבה ביותר להספקת המים לירושלים, עקב קרבתו לעיר ומפלט מימיו הגבוה. רום פני המים בקידוחי עין כרם הוא +400 עד +500 מ', אך יש לציין כי הנו מושפע במידה רבה משאיבה וצופה ממושכת ונחץ כמו-כך לשינויים עונתיים ניכרים. בהתאם להערכות הידרולוגיות, ניתן להפיק מאקוויפר שעון זה כ-10 מיליון מ"ק מים לשנה. כיום מנוצלת כשליש מכמות זו באמצעות 6 קידוחים אשר כושר תפוקתם הכוללת כ-18,000 מ"ק ליממה. חוץ התקופה הקרובה ביותר יושלם ציודם של קידוחים נוספים בעין כרם, ועד לשנת 1970 יגיע כושר תפוקתם הכוללת לכדי 26,000 מ"ק ליממה.

מניחים שעד לשנת 1980 תוגדל תפוקת הקידוחים מאקוויפר זה עד למיזב אפשרות גיצולו. תפוקת כל קידוחי עין כרם חגיע אז עד לכדי 44,000 מ"ק ליממה. כושר תפוקה זה יופעל במסגרת הפקה שנתי של כ-10 מיליון מ"ק, וינצל בעיקר בחדשי השיא של צריכת המים בקיץ.

ב. קידוחי אשחאול, כפר אוריה והר-טוב

קידוחים אלה מספקים את מרבית המים לצרכני פרוזדור ירושלים ולירושלים גופה. המים מופקים מאקוויפר טורוני-קנומני כלוא המשחזע מערבית להרי יהודה באזור הגבעות עד לשפלת החוף. עומד מפלט המים בקידוחים אלה הוא +15 עד +20 מ'. אין לצפות לפיחות ניכר נוסף של קידוחים באזור זה, מאחר ואקוויפר זה מנוצל כיום במלואו. ייתכנו בעתיד שינויים בצורת גיצולו, בעיקר ע"י שילוב עם מערכת הספקת המים הארצית.

ג. מי המערכת הארצית

מערכת הספקת המים בפרוזדור ירושלים קשורה בקצה המערבי לקו ירקון-נגב המזרחי אשר בו מוזרמים מי המערכת הארצית. עד עתה היו כמויות המים שסופקו לירושלים ממקור זה קטנות יחסית. בעתיד, עם גבור הצריכה החקלאית בפרוזדור והצריכה העירונית בירושלים, יגדל חלקם של המים המגיעים ממקור זה, ויגיע בשנות ה-90 ל-50% מכלל כמות המים שסופק באזור זה.

3. המערכת המספקת מים לעיר

מפעל אילון של חב' "מקורות" המספק מים לעירית ירושלים מורכב ממקורות המים שנסקרו לעיל וממערכת קווים מאספים, מובלים ראשיים ותחנות שאיבה. המובל המרכזי במערכת הוא קו של "24 בעל אורך כולל של כ-35 ק"מ מחחנת חולדה ועד לביה-וגן בירושלים. מובל שני מסהעף ממנו במסעף שמשון ומחברו לקו המנדטורי של "18 המגיע עד לבריכת רוממה בירושלים. מספר תחנות שאיבה סונקות את המים מחולדה במערב ועד לירושלים במזרח. גובה השאיבה הכולל של המים המופקים בקידוחי כפר אוריה ונסנקים עד למאגרים מגיע ל-1000מ' לערך.

נקודות ההזנה העיקריות דרכן מסופקים המים כיום למערכת העירונית הן:-

- נקודת חיבור בהר הרצל על הקו המקביל של "24.
- נקודת חיבור בגבעת שאול על הקו המנדטורי של "18.
- נקודת חיבור קו יפה נוף ליד הר הרצל.
- נקודת חיבור ליד בריכת הגבעה הצרפחית.

4. כיווני ההספקה החזויים

לקראת סוף תקופת התכנון חזויות שש נקודות הזנה דרכן יוזרמו מים למערכת ההספקה של ירושלים:-

- (1) חיבור על הקו המנדטורי של "18.
 - (2) הקו המקביל הקיים של "24, בתוספת קו נוסף באותו חוואי בערך.
 - (3) חיבור על קו יפה נוף של "24.
 - (4) קו מחבר "14 מקידוחי עין כרם 10,12 שיזין את מערכת המים העירונית צפונית לרוממה.
 - (5) קו מחבר "12 מקדוחי עמק רפאים.
 - (5)א' קו מחבר קידוח ירושלים 1 ליד דרך עזה.
 - (6) חבר מ מפעל עין פרא.
 - (6)א' חבר ממקורות נוספים בעחיד בירושלים
 - (7) חבר בעחיד מקדוחים בדרום מזרח ירושלים.
- חיבורים (1), (2), (3) ו-(6) קיימים כבר כיום.

5. תחזית פילוג ההספקה ממקורות המים

תוספת המים הדרושה לעיר חובא ממקורות שונים במוצח הזמן. תוספת זו חולקה לשתי חקופות.

א. פילוג ההספקה בין המקורות בעשור הקרוב: להלן טבלה המסכמת את הספיקה השענית הממוצעת אשר תסופק בעשור הקרוב לירושלים מכל מקורות ההספקה.

הטבלה מראה כי עד שנת 1980 תגיע התוספת בכמויות המים המסופקים לעיר בקיץ מפיתוח שדה הקדוחים עין כרם ומשדה הקדוחים המחוכנן בנחל קדרון, כאשר בחורף חבוא כמעט כל התוספת ממי המפעל הארצי, באמצעות תחנת חולדה, הטבלה גם מראה כי משקלם היחסי של קדוחי עין כרם הוא הגדול בין המקורות בקיץ, אך יורד כמעט לאפס בחורף כאשר תחנת חולדה מגדילה את הספקתה לעיר. הפעלת מקורות המים בדרך זו באה כדי למנוע ניצול יתר של מאגר מי החהום המקומיים השעונים.

טבלה מס' 1

תחזית פילוג ההספקה לירושלים לפי מקורות בשנת 1980

מ ק " ש

סימון	ה מ ק ו ר						
	ממוצע שנה		ממוצע חורפי		ממוצע קיצי		
	1980	1970	1980	1970	1980	1970	
א	750	475	1250	700	250	250	תחנת חולדה
ב	700	650	625	525	775	775	קדוחי כפר אוריה
ג	750	700	1000	900	500	500	קדוחי אשחאול
ד	1100	750	100	50	2100	1450	קדוחי עין כרם
ה	125	125	125	125	125	125	מעין עין פרא
ו	275	-	-	-	550	-	קדוחי נחל קדרון
ס ה " כ	3700	2700	3100	2300	4300	3100	

ג. פילוג ספיקת קיץ בנקודות ההזנה 1980-2000

(1) פילוג ההספקה ממקורות המים בין נקודות ההזנה השונות

(ר' הסבר בסעיף לעיל) בשנים 1980-2000 מותנה במקור

שיספק את תוספת המים הדרושה עד שנת 2000 מעל ומעבר

לכושר ההספקה של שנת 1980. לפי אפשרות א' לפיה

חסופק תוספת זו ממקורות מים חדשים ממזרח לעיר

ואשר נקודת החיבור למערכת העיר יהיה בקרבת בריכת

הר-הצופים, מקור זה יספק כ-2900 מק"ש.

(2) לפי אפשרות ב' חסופק התוספת על ידי תוספת קו הספקה

חדש מהשפלה מהמפעל הארצי. קו ההספקה $\phi 30$ והוא

יחבר בסעיף ראשי לקו המקביל הקיים $\phi 24$, בסביבת

עין כרם, ולקו יפה נוף $\phi 24$ בפנייתו מזרחה. מהחיבור

בעין כרם יהיה צורך להניח קו $\phi 24$ נוסף עד הקו

הכפול למאגר ביח וגן. ההספקה בקו החדש תהיה 2200 מק"ש

ביום ו-3000 מק"ש בלילה, אשר כ-70% ממנה ימשכו לחיבור

עין כרם והיתר לחיבור יפה נוף.

להלן טבלה המסכמת את פילוג ההספקה ממקורות המים

בשנת 2000 בהתאם לאפשרויות השונות של הספקת תוספת

המים הנדרשת.

חחזיה פילוג ההספקה לירושלים לפי מקורות בשנת 2000

מ ק " ש

סימון	באמצעות מקור	קו נוסף ממערב			מקור מים נוסף במזרח		
		ליל קיץ	יום קיץ	ממוצע קיצי	ליל קיץ	יום קיץ	ממוצע קיצי
א	חחנת חולדה	3200	3100	3150	200	300	250
ב.	ק. כפר אוריה	1100	500	800	1100	500	800
ג	ק. אשתאול	1000	0	500	1000	0	500
ד	ק. עין כרם	2150	2050	2100	100	1100	100
ה	מעין עין פרא	125	125	125	125	125	125
ו	קדוח הקדרון	525	525	525	75	300	75
ז(1)	מקור נוסף	-	-	-	3000	2800	2900
		8100	6300	7200	8100	6300	7200

6. ספיקות חזירות בנקודות החיבור למערכת

להלן תחזית ספיקות שעתידת וביממה בתקופת תצורה שיא בקיץ בעיר בנקודות ההזנה השונות במערכת ההספקה. תחזיות אלה תשמשנה כבסיס לתכנון המערכת בהמשך התכנית.

ספיקות אלה הוערכו בהנחות הבאות:

- מספר שעות ההספקה ביממה הוא 23.
- ההספקה במצב המוגדר "יום" תמשך 14 שעות ליממה מיום א' עד יום ו' בצהריים.
- ההספקה במצב המוגדר "לילה" תמשך 9 שעות ליממה מיום א' עד יום ו' בבוקר, ומיום ו' בצהריים, ברציפות, עד אור ליום א'.
- הספיקה הסכומית הממוצעת חושבה לפי ספיקה במשך 350 שעות "יום" ו-350 שעות "לילה".

תחזית ספיקות בנקודות ההזנה למערכת העיר בתדשי השיא

(הכמויות במ"ק)

מס' החיבור		שלב (שנה)		1970		1980		2000 מזרח		2000 מערב	
מקור	מקור	לילה	יום	לילה	יום	לילה	יום	לילה	יום	לילה	יום
1+3	הקו המנדטורי + יפה נוף	900	1,700	1,000	1,600	1,100	1,600	2,000	2,600		
2	המשך הקו המקביל	800	1,700	800	1,950	850	1,950	2,700	3,850		
4	קו "14 מקדוהי עין כרם 12,10	200	200	200	200	350	350	200	200		
5	קדוחים בעמק רפאים	200	200	700	700	700	700	700	700		
6	מפעל עין פרא	130	130	130	130	350	350	130	130		
6א	מקורות במזרח ירושלים	-	-	-	-	2,450	2,450	-	-		
7	קדוחים בדרום מזרח ירושלים	-	-	550	550	550	550	550	550		
סה"כ שעות		2,230	3,930	3,380	5,130	6,350	7,950	6,280	8,030		
סה"כ יומי		66,500	93,500	160,500	160,500						

פ ר ק ד'

מערכת הספקת המים הקיימת

1. מערכת ההספקה והפעלתה

א. הספקת המים

הספקת המים לעיר נעשיה כיום דרך שני צינורות הזנה ממערב המהוים את עיקר ההספקה וממעיין עין פרא במזרח. הקו המנדטורי של 18" וסעיפו קו יפה נוף, הקו המקביל של 24" ומפעל עין פרא לבריכה הצרפתית. הקו המנדטורי וסעיפו יפה נוף שהושלם בשנה שעברה. הקוים מספקים מים לבריכת רוממה אשר במרכז העיר. קו ההזנה השני - הקו המקביל של 24" הונח בשנת 1956/58 ומספק את המים למאגר בית וגן. מעין עין פרא מספק דרך קו בקוטר 8" בעזרת שלוש תחנות שאיבה מים לבריכת הגבעה הצרפתית השלטח על מזרח וצפון העיר.

ההספקה לעיר ממערב היא בלתי אחידה בשעות היממה ובימי השבוע. הסיבה העיקרית לכך היא שקווים אלה מספקים מים לא לירושלים בלבד, אלא גם ליישובי הפרוזדור.

הספקה מי עין פרא רצופה וקבועה להוציא חקופת שטפונות בחורף.

התצרוכת הממוצעת כיום בעיר היא כ-40,000 מ"ק ליממה. התצרוכת הממוצעת בחדש השיא בשנת 1968 הגיעה לכדי 57,000 מ"ק ליממה, כולל התצרוכת התעשייתית. התצרוכת היומית לנפש ביום שיא מגיעה ל-235 ליטר, כולל תצרוכת תעשייתית ואיבודי מים.

ב. רשת הצינורות

הרשת העירונית הקיימת מורכבת מקווים ראשיים ומקוי חלוקה. חפקידם העיקרי של הקווים הראשיים הוא הספקת המים מנקודות ההזנה למרכזי הצריכה. קווי החלוקה מחלקים את המים לצרכנים השונים בעיר.

מרבית הצינורות עשויים מפלדה, וחלקם הקטן מיצקה, בטון
ואסבסט-צמנט. הצינורות הונחו בחקופות שונות: צינורות
פלדה ויצקה רבים הונחו עוד לפני שנת 1935, צינורות בטון,
ואסבסט-צמנט במידה מועטה הונחו רק לאחר שנת 1957.

האורך הכללי של הקווים מכל הסוגים והקטרים הוא כ-340 ק"מ.
כ-200 ק"מ מכלל אורך הקווים קוטרם נע בין 3" ל-24" והייתר
בעלי קוטר של 1" או של 2".

טבעת הצינורות של 18" עד 24" המקיפה את האזורים המרכזיים
של מערב העיר מהווה את המערכת הראשית המזינה את קווי
המשנה ואת רשתות החלוקה. במזרח העיר קיימת רשת ראשית
בקטרים 6"-8". חוואי הטבעת הראשית הוא לאורך הרחובות
הבאים:-

בית וגן - עמק רחביה - שדרות בן צבי - אגריפס - שדרות
הרצל - הפיסגה - מאגר בית וגן.

מהטבעת הראשית מסתעפים צינורות לכיוונים שונים, דהיינו,
לקרית היובל, לעיר גנים, לגונן, לחלפיות, לרחוב מלכי
ישראל, לרחוב יפו ולרחוב רמב"ם. קוטרם של קווי חלוקה אלה
נע בין 10" ל-16".

רוב הקווים הקיימים מונחים בחוף הקרקע, אולם חלק מהם מונח
על פני הקרקע או מכוסה חלקית בלבד.

בטבלה שבסעיף 2, ד' (2) של פרק זה מפורטים הקטרים, האורכים,
וזמני ההנחה של כלל צינורות המערכת.

מערכת ההספקה של חלקה המזרחי של העיר סיפקה את המים לעיר ולצרכנים לאורך הקו ממפעל עין פרא שחיאורו המפורט יינחן להלן. המפעל סיפק כ-3,000 עד 3,500 מ"ק מים ליממה לבריכה בקיבול של 3,000 מ"ק ברום פני מים עליונים +839 הנמצאת בראש הגבעה הצרפתייה. מבריכה זו סופקו המים אחת ליומיים לפי תור לחלקי העיר המזרחית השונים דרך מערכת קווים בקוטרים של 8" ופחות. בחלקים מסוימים של העיר סופקו המים מברזים ציבוריים ובכל מקרה היחה ההספקה הביחית חלוייה באגירת מים בבורות. נוסף למערכת ההספקה העירונית נאגרו מי גשם בבורות; כמו-כן נמכרו מים בעונה הקיץ מספקי מים ממיכליות ופחים.

קו חרום זמני בקוטר 6" סיפק מים מקידוח בית פג'ר לדרום העיר. כמו-כן סופקו מים מקידוח עין סמיע דרך מערכת ההספקה של עיריית רמאללה לאיזור קלנדיה. מספר החיבורים לצרכנים (בכולם היחה מערכת מדידה ביחית) בירושלים המזרחית היה כ-2900, ביניהם מספר ניכר של "קבלני מים" שסיפקו לצרכני משנה.

מערכת קווי ההספקה החאימה לרמח הצריכה הנמורה ולעקומה צריכה שטוחה ביממה שנגרמה ע"י אגירת לילה בבורות.

ג. בריכות ומאגרים

בעיר קיים מספר בריכות ומאגרים המשמשים לאגירת המים ולוויסות הספקות שאינה אחידה במשך ימי השבוע או במשך שעות היום.

להלן רשימת הבריכות והמאגרים הקיימים וקיבולם:-

שם המאגר	קיבול במ"ק	רום פני המים במטרים	
		תחתית	גלישה
בריכת רוממה	20,000	+825.0	+832.0
מאגר בית וגן	88,000	+821.5	+831.6
בריכת קריית מנחם	2,000	+818.0	+818.0
בריכת גבעת שאול	1,000	+818.7	+828.2
בריכת הגבעה הצרפתייה	2,000	+836.0	+839.0

הערה: כל הבריכות פרט למאגר בית וגן הן מכוסות.

The first part of the report is devoted to a general
 description of the project and the objectives of the
 study. It is followed by a detailed description of the
 methodology used in the study, including the data
 collection and analysis techniques. The results of the
 study are then presented, followed by a discussion of
 the findings and their implications. The report
 concludes with a summary of the main findings and
 recommendations for further research.

The second part of the report is devoted to a
 detailed description of the methodology used in the
 study. It includes a description of the data
 collection techniques, the data analysis techniques,
 and the statistical tests used in the study.

The third part of the report is devoted to a
 detailed description of the results of the study.

4. RESULTS

The results of the study are presented in this
 section. They are organized into four main
 categories:

1. The first category is the description of the
 data.

Variable	Mean	Standard Deviation	
		Sample	Population
Variable 1	100.00	10.00	10.00
Variable 2	100.00	10.00	10.00
Variable 3	100.00	10.00	10.00
Variable 4	100.00	10.00	10.00
Variable 5	100.00	10.00	10.00

The results of the study are presented in this
 section. They are organized into four main
 categories:

- הבריכות הן במצב תקין ובשימוש חמידי.
- נוסף לבריכות אלה קיימות בריכות נוספות:-
- בריכה בבית וגן בעלת קיבול של 4,000 מ"ק השייכת לחברה "מקורות". בריכה זו סדוקה ואינה בשימוש.
 - בריכה בעלת קיבול של 500 מ"ק השייכת לקיבוץ רמת רחל.
 - שלוש בריכות בעלות קיבול כולל של 7,000 מ"ק השייכות לבית החולים הדסה.
 - בריכה חת קרקעית בקיבול של 1,000 מ"ק במלון "אינטרקונטיננטל".

ישנם בירושלים בורות מי גשם רבים שקיבולם נע בין מספר מטרים מעוקבים לבין מספר אלפי מ"ק. רוב רובן של בריכות אלה בעיר המערבית אינו בשימוש מזה 20 שנה מחוץ לשימוש זמני במלחמת ששת הימים. הבריכות אינן קשורות למערכת האינסטלציה הביהית.

ד. תחנות שאיבה

במערכת הכללית קיימות מספר תחנות שאיבה אשר כולן, חוץ מתחנת בית וגן, משרתות אזורי לחץ גבוהים. להלן - פירוט תחנות אלה.

- תחנת בית וגן ממוקמת ליד מאגר בית וגן ויונקת ממנו. התחנה מצוידה בשתי משאבות מחוצרת הרלנד, אחת בפעולה והשנייה ברזרבה. משאבה אחת מצוידה במנוע חשמלי, והשנייה במנוע דיזל. מצב העבודה התקני של כל אחת מהמשאבות הנ"ל היא ספיקה של 750 מ"ק"ש בהרמה של 20 מ'. התחנה מופעלת בימי שיא או במקרים של הספקה בלתי מלאה מצד "מקורות" וסונקח לאזורים הצפופים של העיר. היניקה מהמאגר היא באמצעות צינור של 22". מצבן של שתי היחידות אינו תקין, לאחר שהמשאבות הועברו מתחנת שאיבה אחרת לאחר תקופת ניצול. חפוקחן המקורית ירדה, וגובה ההרמה הנוכחי הוא מחתח ל-15 מ'.

בנוסף לתחנה בית וגן קיימים מספר בוסטרים קטנים המשמשים להרמת מים למגדלים או להספקה ישירה לרשת החלוקה של מספר אזורי לחץ גבוהים.

ליד תחנת בית וגן קיימת יחידת שאיבה אחת השואבת ישירות לאזור הלחץ הגבוה של בית וגן. המשאבה מורכבת ליד צינור היציאה, מחוץ לבניין התחנה. המשאבה מספקת 80 מ"ש בהרמה של 60 מ'. משאבה זו קטנה יחסית ואינה מסוגלת לספק את הצרכים ההולכים וגדלים של אזור הלחץ הגבוה בבית וגן. בזמני קלוקל ותקלות במשאבה נפסקה ההספקה באזור לחץ זה.

- תחנת רוממה - בתא האבזורים של הבריכה מורכבות שתי יחידות שאיבה קטנות השואבות מים מבריכות רוממה למגדל בעל גפח של 100 מ"ק. המגדל בנוי מעל האבזורים הנ"ל. שתי היחידות מצוידות במנועים חשמליים, אחת המשאבות פועלת בעוד שהשנייה משמשת כרזרבה. כל אחת מהמשאבות מספקת 50 מ"ש בהרמה של 30 מ'. המגדל ברוממה הוא בעל קיבול של 100 מ"ק, רום רצפתו +848 מ' ורום הגלישה +853 מ'. המגדל שולט אל אזור לחץ קטן בלבד מסביב למגדל.

- קריית מנחם - במקום זה קיים מגדל בעל קיבול של 200 מ"ק סמוך לבריכה הקיימת של 2,000 מ"ק. בתחתיחו מותקנת תחנת שאיבה הכוללת שתי יחידות שאיבה. רום פני המים העליונים במגדל +845 מ'. התחנה שואבת את מימיה מהבריכה הסמוכה וסונקת אותם למגדל ולרשת של אזור הלחץ הגבוה בקריית מנחם. אל אחת מהמשאבות מספקת 80 מ"ש בהרמה של 40 מ'. שתי היחידות מצוידות במנועים חשמליים.

- אזור ארנונה, חלפיות, רמת רחל - הספקת המים לאזור זה נעשית היום על ידי שתי תחנות שאיבה קטנות. הראשונה נמצאת בחלפיות ויונקת את מימיה ישירות מקו 10" וסונקת אותם לרשת. בתחנה זו שתי יחידות שאיבה, אך אחת מהן מפורקת ואינה בשימוש. המשאבה השנייה עובדת בשעות שהלחץ באזור נמוך.

תחנת השאיבה השנייה הנמצאת גם היא בתלפיות ומיועדת לאזור הגבוה של רמת רחל. בתחנה משאבה אתה בלבד, מורכבת על הקו של 6" ושואבת ישר מהקו לבריכה ברמת רחל, בעלת קיבול של 500 מ"ק. רום תחנית הבריכה +812 מ' ופני המים העליונים +815 מ'. הבריכה שולטת כיום על רשת ההספקה של קיבוץ רמת רחל בלבד. תנאי עבודה המשאבה הם: 15 מ"ק"ש לגובה הרמה של 80 מ'.

- אזור גבעת שאול - במקום זה מסתיימת בנייתו של מגדל מים של 300 מ"ק מעל לבריכה בעלת קיבול של 1,000 מ"ק. רום תחנית המגדל +846.9 מ' ורום פני המים העיליים +853.2 מ'.

תחנת שאיבה המורכבת על גג הבריכה שואבת את מימיה מהבריכה למגדל ולרשת האזור הגבוה של גבעת שאול. בבוסטר שתי יחידות שאיבה מונעות במנועים חשמליים, אחת המשאבות בעבודה והשנייה ברזרבה. כל אחת מהמשאבות מספקת 100 מ"ק"ש בהרמה של 30 מ'.

הספקה המים באזורים הגבוהים אשר אין בהם מגדלים או בוסטרים, נעזרת במיכלים המוחקנים על גגות הבניינים. המיכלים מתמלאים במשך הלילה ומספקים מים לצריכה הביתית במשך היום. בבניינים בהם הלחץ שבקו אינו מספיק למלא את המיכלים בשעות הלילה (והדבר אופייני למבנים הגבוהים) מורכב בוסטר קטן, המשמש את אוהו בניין בלבד.

2. יתרונות וליקויים במערכת הקיימת

מערכת ההספקה הקיימת עונה בדרך כלל על צורכי העיר כיום, אולם קיימים פגמים וליקויים בתנאי ההספקה, יעילותה ובטיחותה. המבנה העקרוני של רשת ההספקה הוא טוב ומתקני האגירה שלה בנויים היטב ויכולים לשמש בסיס איתן להרחבת המערכת בעתיד. לעומת זאת, מערכת הקווים המשניים וקווי החלוקה אינה מתאימה בחלקה הגדול לתנאים החזויים וטעונה שיפורים רבים. כמו כן, יש לשפר את תנאי ההספקה, בעיקר מבחינת מערכת אזורי הלחץ. ניתוח היתרונות והחסרונות במערכת ההספקה הקיימת מובא להלן.

The first part of the report is a general description of the project. It includes a brief history of the project, a statement of the problem, and a description of the objectives of the project. The second part of the report is a detailed description of the methodology used in the project. This includes a description of the data sources, the data collection methods, and the data analysis methods. The third part of the report is a description of the results of the project. This includes a description of the findings, a discussion of the implications of the findings, and a conclusion. The fourth part of the report is a list of references.

The methodology used in this project was a combination of qualitative and quantitative methods. The qualitative methods included interviews with key stakeholders, focus group discussions, and content analysis of documents. The quantitative methods included surveys, statistical analysis, and regression analysis. The data was collected from a variety of sources, including interviews, focus groups, and documents. The data was analyzed using a combination of qualitative and quantitative methods. The results of the project are presented in the following sections.

The findings of the project are presented in the following sections. The first section describes the findings of the interviews, focus groups, and content analysis. The second section describes the findings of the surveys, statistical analysis, and regression analysis. The third section discusses the implications of the findings. The fourth section is a conclusion.

References

- 1. Smith, J. (2010). The impact of technology on the workplace. *Journal of Business*, 15(2), 123-134.
- 2. Jones, M. (2011). The role of leadership in organizational success. *Leadership Quarterly*, 22(3), 456-467.
- 3. Brown, K. (2012). The effects of stress on employee performance. *Journal of Applied Psychology*, 97(1), 78-89.
- 4. White, L. (2013). The importance of communication in the workplace. *Business Communication Quarterly*, 27(4), 567-578.
- 5. Black, N. (2014). The impact of diversity on organizational performance. *Journal of Diversity Management*, 6(1), 112-123.

א. יחרונות המערכת

המערכת הקיימת מקבלת את עיקר מימיה בשתי דרכים: מהקו המנדטורי של 18" ומהקו המקביל של 24". ספק המים הבלעדי לעיריית ירושלים היא חב' "מקורות". כושר הספיקה המכסימלי של קווי ההזנה האלה, השייכים שניהם לחב' "מקורות" יגיע לכדי 73,000 מ"ק ליום. לאחר הספקה של 15 עד 20 אלף מ"ק ליום ליישובי הפרוזדור, נותרת לירושלים בחודשי הקיץ כמות יומית ממוצעת של 53 עד 58 אלף מ"ק.

יחרון רב במערכת הצינורות ניתן ע"י טבעת הצינורות הראשיים המקיפה את מרכז העיר ומאפשרת הספקה למערכת הפנימית של העיר משני כיוונים שונים. הטבעת מורכבת מצינורות בעלי קוטר גדול המאפשרים את הזרמת המים תוך הפסדי לחץ קטנים יחסית. יחרון נוסף במערכת הקיימת הוא נפח האגירה הגדול הקיים בעיר והמגיע לכדי 110,000 מ"ק. נפח אגירה זה גדול יותר מהדרוש לצורכי ויסות ההספקה הנוכחית בעיר.

ב. ליקויים במערכת הקיימת

(1) אזורי לחץ. רשת ההספקה במצבה הנוכחי מהווה למעשה אזור לחץ יחיד. המים זורמים דרך שני קווי ההזנה והקוויים הראשיים לתוך בריכות האגירה השולטות על רוב חלקי העיר. שיטת ההספקה הקיימת לא הותאמה למצב הטופוגרפי המיוחד של העיר, בה קיימים הבדלי רום בשטחים הבנויים העולים על 130 מ'. מסיבה זו סולים צרכני המים בשטחים הגבוהים מחוסר לחץ, בעוד שהלחץ הסטטי לצרכנים בעמקים ובאזורים הנמוכים מחקר ל-15 אטמוספרות. קיימים אמנם מספר בוסטרים המעלים את הלחץ במספר אזורים בהם הוא נמוך במיוחד בשעות הצריכה המירבית, אולם ספיקתם קטנה ואין הם עונים על צרכי ההספקה הסדירה בכל העיר.

חוסר הלחץ באזורים הגבוהים בשעת הצריכה המירבית אינו מאפשר הספקה תקינה אף למבנים בעלי שתי קומות בלבד. מסיבה זו מקובלים בירושלים מיכלים על גגות הבתים. השימוש במיכלים כאלה אינו רצוי היות והם גורמים לכיעור פני העיר, הגדלת ההוצאות הן באינסטלציה והן במחיר המיכל עצמו, התחממות המים בקיץ, הצטברות זוהמה וירוקת במיכלים. מיכלים אלה גם הוכחו כפגיעים ביותר בזמן מלחמה.

מאידך, גורם עודף הלחץ באזורים הנמוכים לבלאי מוגבר, קלקולים ואיבודי מים ניכרים, הן ברשת העירונית והן באינסטלציה הפרטית.

קווים משניים וקווים מחלקים* (2)

אף על פי שהטבעת הראשית הקיימת היא בעלה כושר העברה גדול, חסרים קווים משניים בחלק רב משכונות העיר. לשכונות אלו, מגיעים המים דרך קווים בעלי קוטר קטן מהדרוש, וכתוצאה מכך גדלה בקווים המהירות הגורמת להפסדי חיכוך גבוהים והלם מים.

כ-40% מהקווים בעיר הם בעלי קוטר של 2" או 1". אמנם, הקווים האלה הם קווים מחלקים, אולם הדבר גורם להפסדי לחץ רבים. זאת ועוד: כושר ההובלה של הצינורות הדקים מונע בעד התקנת הידרנטים לכיבוי שריפות לכל אורך הקווים האלה. חוסר הידרנטים לכיבוי שריפות מסוכן ביותר לעיר במצבה של ירושלים.

חסרים ברשת מגופים ואבזורים שונים. פגם זה פוגע ביעילות ההספקה, וגורם לניחוק אזורי הספקה נרחבים במקרה של צורך בתיקון צינורות או בהתקנת חיבורים.

ר' הגדרת סוגי הקווים ברשת בפרק ה' סעיף 1(ב).

הצינורות בעיר הם בעלי גילים שונים וכמחציתם הונחו עוד לפני יוחר מ-20 שנה. בגלל גילם, טיבם ואופן הנחתם של הצינורות, רבות החקלות הנגרמות בעיקר עקב בלאי. צינורות שהונחו עד לפני כ-10 שנים לא צופו בציפוי פנימי מהאים - דבר שפגם בכושר הולכתם.

בחלקה המזרחי של העיר אין רישום סטטיסטי של מערכת הצינורות הקיימת. ההערכה מקורבת בלבד מראה שכ-90% של מערכת הצינורות היא תח תקנית. רוב רובם של הצינורות רונחו לפני למעלה מ-30 שנה בחלקה המערבי של העיר.

רשת הצינרת הקיימת

סה"כ הונחו עד מרץ 1966	הונחו בין 1958 ל-1966	הונחו בין 1946 ל-1957 מ'	הונחו עד 1945 מ'	הקוטר באינצ'ים
141,031	44,031	31,335	65,665	1 - 2
15,559	569	7,245	7,745	3
65,197	24,747	17,145	23,305	4
820	-	-	820	5
72,353	32,913	17,250	22,190	6
8,996	6,016	-	2,980	8
19,448	12,198	6,650	600	10
5,093	2,968	255	1,900	12
1,270	780	-	490	14
1,967	782	-	1,185	16
2,300	935	880	485	18
3,687	1,657	2,030	-	20
755	-	755	-	22
900	-	900	-	24
339,376	127,596	84,445	127,335	סה"כ

מערכת ההספקה בעיר הוחקנה בהדרגה במשך שנים רבות, ומלכתחילה חוכננה לתצרוכת קטנה בהרבה מזו של היום. כבר לפני מספר שנים הוברר שמערכת זו אינה מסוגלת לענות על צרכי הספקה נאותה הדורשה כיום, ולא כל שכן על חחזיות הצריכה של העיר בעתיד.

חלק נכבד מהרשת הקיימת הונח עוד בשנות הארבעים ואף לפני כן. תקופה שנייה בהרחבת המערכת באה בשנים שלאחר מלחמת העולם השנייה ונסתיימה בשנת 1955. העבודות שבוצעו בחקופה זו היו בלתי יסודיות, ועקבותיה של מלחמת השחרור ושל חנופת הפיחוח המהירה שלאחריה מורגשים בה עד עתה. רק לאחר שנת 1955 בוצעו פעולות פיחוח יסודיות, כולל הנחת הקו המקביל "24, ובניית מאגר ביח וגן של 88,000 מ"ק, בריכה ומגדל בקריית מנחם, בריכה ומגדל בגבעה שאול, הנחתה של כ-25 מ"ק צינורות ראשיים ומשניים, ועוד כ-100 מ"ק של קווי חלוקה.

יש לציין שעבודות אלו אם כי בוצעו ללא מסגרת חכניתית כוללת, משתלבות היטב בחכנית הפיחוח של העיר לעתיד.

פ ר ק ה'

הצעה לפיתוח מערכת ההספקה

1. עקרונות התכנון

א. לחצי עבודה

העומד המנומטרי המחוכנן ברשת העירונית נע בין מינימום של 3 אטמוספירות עד למכסימום של 6 עד 7. הגבלת העומד המקסימלי לשיעור הנ"ל באה כדי להקטין את הבלאי באבזורים ואת איבודי המים. עומד מינימלי של כ-3 אטמוספירות מאפשר הספקה סדירה מהרשת ל-5 הקומות הראשונות של הבניין כאשר:-

- גובה 5 הקומות הראשונות אינו עולה על 15 מ' מעל פני הכביש.
- הפסדי העומד בקוי המים שבין נקודות החיבור לרשת העירונית לבין נקודת האבזר הגבוהה בבנין אינם עולים על 8 מ'.
- העומד הדרוש מעל לקומה החמישית לשם הבטחת פעולתם הסדירה של מערכת האבזורים בקומה זו אינו עולה על 7 מ'.

הספקת מים לבניינים רבי קומות תיעשה ע"י הבטחת הספקה סדירה במישרין מן הרשת אל מספר קומות ראשונות (בהתאם ללחץ ברשת), בעוד ההספקה ליחידות הקומות תיעשה מבריכה שתוחקן על גג הבניין. השאיבה אל בריכות גג כאלה תיעשה בדרך כלל מבריכה תת-קרקעית אשר תוזן מן הרשת, על מנת למנוע שאיבה ישירה מן הקווים וריקונם.

ב. סוגי קווים ברשת

ברשת הספקת המים העירונית מבחינים בשלושה סוגי קווים בהתאם לקוטרים:-

- קווים ראשיים - בקוטר 14" ומעלה.
- קווים משניים - בקוטר שבין 10" ל-14".
- קווים מחלקים - בקוטר קטן מ-10".

הקווים הראשיים מהווים את השלד של מערכת ההספקה, ומשמשים להעברת מים בלבד.

הקווים הראשיים יזינו את הקווים המשניים ואת הקווים המחלקים בדרך כלל לא יוחקנו עליהם הסחעפיות לחיבורי בית.

הקווים המחלקים משמשים לחלוקה מים בלבד, באמצעות הסתעפויות לחיבורי ביח המותקנים עליהם. כל הקווים בעלי קוטר 10" ומעלה יונחו מחתה לכביש, בעוד שקווים בעלי קוטר 8" ומטה, יונחו מחתה למדרכה. צינורות המים בקוטרים השונים יונחו בעומק שיבטיח כיסוי מינימלי של 0.8 עד 1.00 מ'.

קיימות אפשרויות לשילוב סוגי הקווים השונים בחתך רחוב כלשהו. ברחובות בהם יעבור קו מים ראשי בעל קוטר גדול, אשר אינו משמש לחלוקה, יונחו במקביל לכביש משני עבריו, גם קווי חלוקה לצורכי הספקה לבתים.

קווי הספקה המים יהוו רשת לולאות על מנת להגדיל את הגמישות וכושר ההובלה של המערכת ועל מנת להבטיח כי תקלה בקו אחד ברשת לא תגרום לשיחוק ההספקה.

ג. קוטרים מינימליים של צינורות ברשת מחלקת

הקוטר המינימלי השימושי ברשת נקבע על יסוד הצרכים לכיבוי שריפות. ספיקתו הממוכנת של כל הידרנט כפול היא כ-180 מק"ש. זרם המים להידרנטים יבוא משני כיוונים, כלומר כל קו חייב להיות בעל כושר הספקה של כ-90 מק"ש. לפי כך נקבע הקוטר המינימלי של רשת החלוקה ל-6". באזורי מגורים אשר השקעות הבינוי בהם אינן גבוהות במיוחד, או שבו לאורך הרחוב, עקב אורכו, מותקן הידרנט אחד בלבד והלחץ השורר בקו מאפשר זאת יותקן הקו בקוטר 4".

ד. קטרים כלכליים ומהירנות זרימה בצנרת

קוטר הקווים הממוכנים ברשת נע בין 4" ל-24". קטרי הקווים נקבעו ע"י מינימליזציה של סכום הוצאות ההון והוצאות ההפעלה בהתאם לספיקות המחושבות. נוסף על כך, נלקחה בחשבון הגבלה שמהירות הזרימה בקווים לא תעלה על 1.0 או 1.5 מ' לשנייה. הגבלת מהירות הזרימה מונעת בעד הווצרות הלם מים ניכר, העלול לגרום נזקים.

ה. מגופים ואבזרים ברשת

כדי לאפשר הוצאת קטעי קווים מכלל פעולה לצורכי תיקונים והרכבה מבלי להפסיק את ההספקה הסדירה, יש צורך במגופים. החקנות לכיבוי שריפות קובעות שיש להתקין מגופים באופן שאורך הקטע המקסימלי אשר ינוחק לא יעלה על 250 או 300 מ'. מגופים בעלי קוטר קטן יותקנו בדרך כלל בצמתות והסתעפויות שבין הקווים הראשיים לקווים משניים וקווים מחלקים.

סחומי אוויר וניקוז יותקנו רק על הקווים הראשיים, בדרך כלל בסמוך למגופים חוצצים. ניקוז הקווים המשניים ורשת החלוקה ייעשה באמצעות מערכת ההידרנטים. סחומי אוויר לא יותקנו על קווי חלוקה ברשת, היות והברזים במערכת הביחית משמשים להוצאת האוויר המצטבר ברשת.

ו. עקרונות בדיקת המערכת לכיבוי שריפות

רשת הספקת המים אשר חפקידה חלוקת המים לצרכנים חייבת לספק מים גם לכיבוי שריפות. בדרך כלל, מקובל שאותה רשת תשמש את שתי המטרות. מערכת קווים כפולה, אשר האחת מיועדת להספקת מים והשנייה לכבאות בלבד, נדירה ואינה מומלצת כאן.

השיטה המקובלת לבדיקת הרשת בהתחשב גם עם הצריכה לכיבוי שריפות היא להעמיסה בספיקת הכיבוי הדרושה, בנוסף לספיקה הדרושה בתצרוכת שעת שיא, ולבחון את הלחצים המחבילים בקטעים הקריטיים ברשת. הלחצים האלה צריכים להיות באותם תחומים הדרושים להפעלת הידרנטים, או משאבות כיבוי.

היות וטרם נקבע חקן לכושר הספקת המים לכיבוי שריפות בארץ, היה צורך להסתמך על הנסיון שנרכש ע"י שרותי הכיבוי במדינה ועל ספרות מקצועית. קיימים הבדלים ניכרים בין נורמות הכיבוי המקובלות באירופה ובין אלו של ארה"ב. לפי הנורמות הארופאיות לעיר בעלת מספר תושבים שווה ואופי דומה לירושלים. - הספיקה המומלצת לכיבוי היא בין 80 ל-120 מק"ש. לעומת זאת, בספרות האמריקאית (ולפי חקנות כיבוי אשר בהוצאות איגוד הכבאים הלאומי של ארה") נדרשות ספיקות לכיבוי מ-350 מק"ש ועד 700 מק"ש ויותר לשריפה אחת. באזורים צפופים במיוחד נדרשת ספיקת כיבוי בשיעור של למעלה מ-1000 מק"ש בכל נקודה ברשת.

בהתייעצות עם מפקח הכבאות הארצי הראשי, נקבע כי לצורכי תכנון יונת שמספר השריפות בעת ובעונה אחת בירושלים לא יעלה על חמש. ספיקת הכיבוי תחושב לפי 180 מק"ש לכיבוי שריפה אחת, ולפי כך תהיה צריכת הכיבוי העירונית המקסימלית 200 מק"ש. ברזי השריפה ההידרנטים יהיו כפולים ובעלי קוטר 3". ברזים אלה יורכבו על גבי קווים בעלי קוטר אשר לא יהיה קטן מ-4". המרחקים בין ההידרנטים נקבעים בהחשב בסכנת השריפות באזור. רצוי שההידרנטים יוצבו במרחקים של 120 עד 150 מטר באזורי מגורים, ובאזורי תעשייה במרחק מקסימלי של 100 מטר. בנוסף לכך, יוצבו ברזי שריפה מיוחדים ליד בתים רבי-קומות, מפעלי תעשייה לחומרים דליקים, מלונות ומרכזי בידור.

השימוש בלחץ השורר בפי ההידרנטים ישירות לצורכי כיבוי אש הוא נדיר; בדרך כלל משמשים ההידרנטים כפתחי מים עבור משאבות הכיבוי. הלחץ המינימלי הדרוש לשם הפעלה יעילה של משאבות הכיבוי הוא אטמוספירה אחת.

ד. טוב הצינורות המומלץ

מומלץ כי הצינורות המחוכננים עבור הרשת העירונית בירושלים יהיו מפלדה עם ציפוי פנימי מטיט קולואידלי וציפוי חיצוני מאספלט. השימוש בצנורות אסבסט-צמנט איננו מחאים במרבית המקרים עקב השיפועים החזקים והקרקע הסלעית בעיר.

ה. מקדמים לחישוב הפסדי עומד בצינורות

הפסדי עומד סכומיים בצינורות פלדה חדשים בעלי ציפוי קולואידלי פנימי חושבו בהתאם למקדמי החיכוך הבאים:-
בתחום הקוטרים 14" עד 24", $C = 130$ (מקדם הייזן ויליאמס $C =$)
בתחום הקוטרים 4" עד 12", $C = 120$

מקדמים אלה הם נמוכים במקצה מן המקדמים המופיעים בפרסומי היצרן וגם בחוצאות הבדיקות המעבדתיות שנערכו בטכניון, היות והם כוללים גם את הפסדי העומד המקומיים. עבור צינורות קיימים ללא ציפוי הונחו מקדמי "C" בין 80 ל-100, בהתאם לגיל הצינור וקוטרו.

2. קיבול מאגרי המים

א. ייעודי המאגרים

- אגירת מים זמינה להספקה ישירה דרושה למספר צרכים:-
- ויסות בין כמויות המים המסופקות ממקורות המים שמחוץ לעיר לבין הכמויות הנצרכות במערכת ההספקה העירונית.
- הבטחת כמויות מים זמינות במערכת ההספקה העירונית לכבאות ולמקרים של תקלות במקורות ההספקה לעיר.
- בריכות הוויסות במערכת ההספקה הפנימית של העיר יידונו בנפרד בפרק המתאר את מערכת ההספקה. כאן נדון בנפת האיגום הסכומי הדרוש לצרכים שהוזכרו לעיל.
- חישוב גפח האגירה הדרוש מבוסס על מערכת הנתונים הבאים:-
- צריכת המים החזויה ופילוגה, כפי שנסקרו בפרק ב'.
- תחזית ההספקה ממקורות המים שמחוץ לעיר כפי שנסקרו בפרק ג'.
- צורכי כבאות (פרק ב').
- מספר הנחות למצבי חירום ותקלות בהספקת מים לעיר שיפורטו להלן.

ב. נפת האגירה לווויסות יומי

נפת האגירה לווויסות יומי חושב באופן גרפי על בסיס עקומות צבירה של צריכה והספקה ביום שיא בהספקה (ר' שרטוטים 7,8,9-9). עקום הצריכה מבוסס על אי שוויון שעתי מירבי של 1.8 ופילוג יומי של הצריכה.

עקום הצבירה של ההספקה מבוסס על תחזית כושר ההספקה המירבי בעונת הקיץ.

נפחי האגירה הדרושים ביום שיא לווויסות ההפושים בין החצרות להספקה בשלבי הפיחות השונים הם:-

שנה	-	1970	1980	2000
מ"ק	-	27,000	39,000	55,000

אי סגירת שני עקומי הצבירה נובעת מכך שהונחה תצורת יום שיא בלבד ולא מחזור רב יומי הכולל ימים בעלי תצורת נמוכה מכושר ההספקה היומי של מקורות המים.

ג. נפח אגירה לויסות שבועי

לצורך חישוב נפח האגירה לויסות שבועי נבחר שבוע של חצרוכת מירבית ממוצעת מנחוני שלוש שנות צריכה 1963, 1964 ו-1965.

שבוע חריג זה חל בשבוע השני של חודש יולי.

עריכת עקום הצבירה השבועי של חצרוכת המים נעשתה על בסיס מכפלת מקדמי אי השוויון החדשי הוא 1.15 באי השוויון השבועי בחדש מירבי שהוא 1.05. עקום הצבירה של כמויות המים המסופקות לעיר חושב כבסעיף הקודם.

המרווח המכסימלי שבין עקום הצבירה השבועי של חצרוכת המים וההספקה הוא נפח האגירה הדרוש לויסות שבועי (ר' שרטוט מס' 10).

נפח האגירה לויסות שבועי הדרוש בכל אחד משלבי הפיתוח הוא:-

שנה	-	1970	1980	2000
מ"ק	-	55,000	60,000	100,000

ד. נפח אגירה לכיבוי אש

בהתאם לדרישות מרכז ארצי לכבאות הונח שיהיה צורך לכבות 5 שריפות בעיר בעת ובעונה אחת, בספיקה של 180 מ"ק מים לשעה לכל שריפה כאשר משך השריפה הממוצעת 3 שעות.

נפח האגירה הדרוש לכיבוי דליקות בטוח החכנון הוא כ-3,000 מ"ק.

ה. נפח איגום דרוש במקרה של חקלה במערכת ההספקה

האיגום למקרים מיוחדים וחקלות יהיה בגלל הפסקת הספקה של יממה של הכמות המסופקת ע"י מקורות מהשפלה (קו יפה נוף, וקו המקביל והקו המנדטורי). נפתים אלה בשלבי הפיתוח השונים הם:-

שנה	-	1970	1980	2000 מזרח	2000 מערב
מ"ק	-	54,000	57,000	60,000	124,000

הנחה זו היא קיצונית ובמשך עשר השנים האחרונות (כולל תקופת מלחמת ששת הימים) ידוע על שני מקרים בלבד של הפסקת ההספקה בשני קווי ההזנה מהשפלה עקב חקלה בו זמנית.

1. ניחוח וסיכום נפת האגירה הדרוש

בחמשת סעיפי המשנה שפורטו לעיל, חושב נפת האגירה המירבי הדרוש לכל הצרכים, החל מנפת האגירה הדרוש לוויסות וכלה בנפת אגירה דרוש להתגברות על חקלות שונות.

סיכום נפת האגירה הדרוש בכל שלב ושלב נתון להלן:-

נפת האגירה הדרוש במ"ק בשנת:				ייעוד האגירה
2000 מערב	2000 מזרח	1980	1970	
55,000	55,000	39,000	27,000	ויסות יומי
100,000	100,000	60,000	55,000	ויסות שבוע
3,000	3,000	3,000	3,000	כיבוי דליקות
124,000	60,000	57,000	54,000	רזרבה לחקלות
282,000	218,000	159,000	139,000	סה"כ

מאחר וקיים כיום בירושלים נפת אגירה (במאגרים מרכזיים) של כ-114,000 מ"ק, מוצע להגדיל בפועל את הנפת בטווח הכנוון ב-40,000 מ"ק; מחוך זה מוצע לבנות בשלב ראשון מאגר בנפת של 20,000 מ"ק בהר הצופים, ובשלב שני מאגר בנפת של 20,000 מ"ק בשרפת. נוסף להגדלת נפת האגירה בפועל, יש להבטיח שטח קרקע מתאים להחקנת נפת אגירה של 70,000 מ"ק נוספים (בסה"כ 110,000 מ"ק) מוצע להבטיח נפת זה בהר הצופים ושרפת (20,000 מ"ק בכ"א) ועוד 10,000 מ"ק ברוממה. קיבול בריכות מקומיות אחרות כגון בריכות האוניברסיטה, קרית מנחם ובריכה מצפון לשדה התעופה עטרות יגיע לכ-10,000 מ"ק נוספים.

אין ספק שיש לשאוף להבטחה מירבית של הספקת מים סדירה בכל מצב שהוא, אולם מחירם הגבוה של מתקני אגירה והקשיים בהבטחת שטחי קרקע עירונית מתאימים מחייבים את מציאת שביל הזהב בין נפת אגירה לבטיחות מירבית לבין המינימום הדרוש להספקת סדירה.

נפת האגירה שהוצע לעיל יוכל לספק קרוב לשני ימי צריכה ממוצעים עד לשנות ה-80 וכמות העולה על הצריכה ביום שיא עד סוף תקופת התכנון. נפת זה נמצא כמספיק בחנאי שתחזיה פיתוח מקורות ההספקה לעיר כפי שהונחה בתכנית זו תחאמת, ולא יהיו שינויים לרעה בבטיחות מקורות ההספקה לעיר.

3. אזורי הלחץ, חלוקתם ונבולותיהם

רוב רובם של שטחי הבנוי והמיועדי לבנייה של ירושלים משתרע על פני מספר רכסים, המגיעים לרום הנע בין 700+מ' ל-835+מ' מעל פני הים. עקב מצבה הטופוגרפי של ירושלים משתפלים הרכסים ממערב למזרח. מאחר ונקודות ההזנה ממקורות המים נמצאות בעיקרן במערב, מסופקים המים לירושלים בלחץ החואם את רום המאגרים הראשיים בביח וגן ורוממה. רום פני המים במאגרים אלה נע בין 832+מ' ל-817+מ' וכיום מסופקים רוב רובם של המים בירושלים בעומד סטטי זה. בכדי להבטיח חנאי לחץ מתאימים לצרכני המים בעיר (ר' סעיף 1א' בפרק זה) מוצע לחלק את מערכת ההספקה למספר אזורי לחץ.

נבולות אזורי הלחץ ומספרם נבעו ממספר גורמים:-

- רום השטחים הבנויים והמיועדים לבניה; 700+מ' עד 835+מ'.
- תחומי הלחצים המותרים והרצויים בהספקה; 3 עד 6 אטמוספירות.
- בחינות כלכליות, המתבטאות במינימליזציה של הוצאות אנרגטיות לשאיבה והקטנת הוצאות תפעול.
- המשקל הייחסי של כמיות המים שנדרש לספקן בכל עומד בעיר בהחאם לחנאי הלחץ הרצויים.
- הפעלה יעילה ונוחה של המערכת.

רום פני המים במאגרים הקיימים המהווים למעשה את מקור המים במערכת ההספקה בעיר ושולטים על הלחץ במערכת מבטיח, בהחאם לחנאים האמורים, הספקה סדירה בתחומי הרומים שבין 750+מ' ל-790+מ'. בתחום זה מרוכזים בטוות התכנון בין 52% ל-61% של תצרוכת המים בעיר. למעשה שולט אזור לחץ זה גם על שטחים נמוכים יותר מרום 750+מ' בעזרת שוברי לחץ. בשטחים אלו מרוכזים בין 16% ל-25% מתצרוכת המים. בס"כ שולטים המאגרים המרכזיים על כ-75% מכמות המים המסופקת במצרכת העיר.

רק באותם שטחים שרומם עולה על 790+מ' תהיה דרושה שאיבה נוספת לשם הבטחת תנאי לחץ מתאימים.

- מהאמור לעיל נובע כי רצוי לחלק את מערכת הלחצים בעיר לשלוש רמות:-
- אזור לחץ גבוה הכולל שטחים ברום העולה על 790+מ'.
- אזור לחץ ביניים בשטחים שבין רום 750+מ' לרום 790+מ'.
- אזור לחץ נמוך הכולל שטחים מתחת לרום 750+מ'.

השטחים בהם שוררים אזורי לחץ אחידים, פרט למרבית שטחי אזור לחץ הביניים, אינם רצופים, ונמצאים במרחקים שונים ממרכזי ההזנה של המערכת. לכן אין הרומים החלטים המצויינים לעיל זהים במלואם בכל מקום ומקום. במפת אזורי הלחץ (מפה מס' 11) מסומנים התחומים של אזורי הלחץ.

מערכת ההזנה וההספקה המרכזית נמצאת רובה ככולה בשליטת מאגרי בית וגן, רוממה, להם יתווספו בעתיד מאגרי הר הצופים ושרפת באזור לחץ הביניים. ממערכת זו נשאבים המים ע"י מספר תחנות שאיבה למגדלי מים השולטים על אזורי הלחץ הגבוה שהם חמישה במספרם:-

- אזור רוממה, גבעת שאול ומחנה יהודה.
- אזור קריית מנחם.
- אזור בית וגן.
- אזור רמת רחל - גבעת שרפת.
- אזור הר הצופים.

מערכת אזור לחץ הביניים מזינה את מערכת ההספקה של אזורי הלחץ הנמוך דרך בריכות שוברות לחץ. אזורי הלחץ הנמוך הם:-

- אזור עמק רפאים בדרום העיר הוא הגדול שבין שני האזורים.
- אזור מחניים ומורדות עמק הארזים מצפון לעיר.
- אזור נחל קדרון.

החלוקה המוצעת לעיל שומרת במידת האפשר על רציפות השטחים באזורי הלחץ הנפרדים ומקטינה במידת האפשר את כמות המים שיש לשאוב לאזורי הלחץ הגבוה ומבטיחה במידה מירבית תנאי לחץ אחידים.

4. נתוני ספיקה לתכנון (רשת

הספיקות המסופקות לכל אזור בשעה הצריכה המקסימלית נקבעו על בסיס
 עקום ההספקה השעתי, ובהתאם למספר הנפשות באזורים השונים.
 תצורת המים המקסימלית מחוארה בטבלה הבאה ובמפה מס' 1.

פילוג הצריכה לפי אזורי לחץ

הכמורות ב-מ"ק

2000	1990	1980	1970	
				<u>אזורי לחץ גבוה</u>
1,480	1,295	1,130	980	רוממה, מחנה יהודה גבעה שאול
340	250	200	170	ביה וגן
590	480	440	250	הר הצופים
100	100	70	50	קריית מנחם
780	540	430	--	גבעה שרפה-רמת רחל
3,290	2,665	2,270	1,450	סה"כ מק"ש שיא
44,000	35,300	30,200	19,300	כמות יום שיא מ"ק
11.3×10^6	9.1×10^6	7.75×10^6	5×10^6	כמות שנחית מ"ק
				<u>אזורי לחץ נמוך</u>
2,260	1,570	920	700	עמק רפאים-ביה צפפה
170	160	120	120	ע"י גן החיות החנכי
1,380	1,020	760	170	אזור דרומי-מזרחי
3,810	2,750	1,800	990	סה"כ מק"ש שיא
51,000	36,700	24,000	13,200	כמות יום שיא מ"ק
13.1×10^6	9.45×10^6	6.15×10^6	3.4×10^6	כמות שנחית מ"ק
				<u>סיכום (באחוזים)</u>
22.5	23.5	26.4	23.0	אזור לחץ גבוה
52.0	52.0	52.6	61.0	אזור לחץ ביניים
25.5	24.5	21.0	16.0	אזור לחץ נמוך

5. הרחבת מערכת ההספקה

א. תיאור כללי של המערכת בסוף תקופת התכנון

תכנית הרחבתה של מערכת ההספקה עובדה לאור המטרות הבאות:-
- התאמת המערכת לפי תכניות פיתוח העיר להספקה כ-200,000 מ"ק
מים ביממה לאוכלוסייה חזויה של 500,000 בסוף תקופת
התכנון (שנת 2000).

- הבטחת הספקה סדירה, תנאי לחץ אחידים, ובטיחות בהספקה אף
בתנאי תקלות ברשת ההספקה.

- הבטחת מתקנים כרי קיום מירבי, בטיחות, גמישות וחסכון
בהפעלה.

- ניצול מירבי של המתקנים הקיימים עד לסוף תקופת הקיים שלהם.
- פיתוח הדרגתי בהתאם להתפתחות חזויה בתצרוכה המים בעיר
מבחינת גודלה, מקומה ורמת השירות שתדרש.
- התאמת חלוקת עומס תקציבי פיתוח המערכת במשך תקופת התכנון
לתחזיות גידול האוכלוסייה.

מערכת ההספקה המוצעת להלן, והמחושבת לסוף תקופת התכנון,
מבוססת על ניצול מלא של המתקנים הקיימים, החלפתם של אותם
המתקנים במערכת שייצאו מכלל שימוש, תוספת מתקנים בהתאם להרחבת
שטחי הבנייה בעיר, וגידול התצרוכה וחלוקת המערכת לאזורי לחץ
מתאימים.

(1) הספקת המים למערכת העירונית תיעשה בשש נקודות חיבור (ראה
מפה מס' 12) מנקודות החיבור זורמים המים דרך קווים ראשיים,
לבריכות השולטות על אזור לחץ הביניים ולטבעות הראשיות
המהוות את חוט השדרה של רשת ההספקה.

רשת ראשית זאת תכלול ארבע בריכות גדולות בבית וגן, רוממה,
הר הצופים ושרפת. בוסטר ראשי ליד מאגר בית וגן יגביר את
ההספקה ויעלה את הלחץ בשלל שא הצריכה, לאזורים הצפופים של
העיר. מהמאגרים הראשיים נשאבים המים ע"י בוסטרים לרשתות
אזורי הלחץ הגבוה. בנוסף לכך מספקת המערכת של לחץ הביניים
מים לרשת של לחץ נמוך, לאחר שבירת הלחץ בבריכות שוברות לחץ.

מערכת ההספקה באזור לחץ הביניים

כאמור לעיל, מהוה מערכת ההספקה של אזור לחץ הביניים את המערכת הבסיסית הראשית המזינה את יתר אזורי הלחץ. ההספקה בנקודות החיבור למערכת ההספקה העירונית ממקורות שמחוץ לעיר תהיה רצופה, אולם בספיקות משתנות במשך היממה ובימות השבוע.

הספיקות החזויות בנקודות החיבור המזינות את מערכת העיר

(כולן באזור לחץ הביניים) בשלב 2000 הן:-

כ-6250 מ"ק"ש במשך 14 שעות יום, מיום א' ועד יום ו' בצהריים.

כ-8050 מ"ק"ש במשך 49 שעות לילה, מיום א' ועד יום ו' וכמו כן

מכניסת השבת ועד יום א' בבקר.

סה"כ הכמות החזויה שתסופק ביממה היא כ-160,000 מ"ק בחודשי

הקיץ - כמות המקבילה לתצרוכת ממוצעת חזויה לחודש השיא בעיר.

וויסות ההפרשים בין ההספקה והצריכה במשך יממה ובמשך שבוע,

ייעשה באזרח מאגרי הוויסות, שקיבולם (ר' סעיף (3) להלן) יגיע

בשלב זה לכדי 218,000 מ"ק.

רוב רובו של קיבול מאגר וויסות זה נמצא באזור לחץ הביניים

ויתרכז בארבע בריכות (שתיים מהן קיימות) והן:-

מאגר בית וגן בעת קיבול של 88,000 מ"ק

בריכות רוממה בנוח קיבול של 20,000 מ"ק, עם תוספת של

10,000 מ"ק.

בריכות נוספות בנוח קיבול של כ-40,000 מ"ק כל אחת, מוצע

להקים בהר הצופים במזרח ובגבעת שרפת בדרום העיר.

הניחות של פילוג הצריכה בעיר מעתה ועד סוף תקופת התכנון הורה

על הצורך בהגדלה של נפח האגירה באזור בריכות רוממה, השולט

בדרך זרימה גרויטציונית על כמחצית ההספקה בטבעת הראשית במערכת.

מסיבה זו מתרוקנות בריכות אלה בימי תצרוכת שיא אף כיום

במהירות יחסית, ועם גידול התצרוכת לא יספיק קיבול האגירה בהן

(20,000 מ"ק) לוויסות התצרוכת בשעות היום.

נבדקה אפשרות להקמת מאגר מרכזי נוסף על גבעת רם (מזרחית לבית האומה) אך נסתבר ששטחים אלה יועדו כבר לבנייה ציבורית אחרת, ומחלקת המים של עיריית ירושלים לא ראתה כאן אפשרות להבטחת שטח מתאים (מבחינת הרום וגודל האתר). נבדקה גם אפשרות נוספת שהיא שיפוץ ממילא (שאינה בשימוש) אשר נפחה כ-25,000 מ"ק, וכיסויה בגג קל.

ברכיכה זו אשר רום תחתיה כ-760+מ', אינה שולטת על שום אזור לחץ בסביבתה הקרובה. כדי לנצלה יהיה צורך לבנות תחנת שאיבה ובריכה אופרטיבית כדי לשאוב ממנה את המים שייאגרו בשעות הלילה למערכת אזור הלחץ הבינוני. מבחינת הכדאיות לא נמצא פתרון זה כמניח את הדעת. הפתרון המומלץ הוא הגדלת המאגרים הקיימים בהתאם לתנאי המקום, ע"י הוספת בריכה בנפח של 10,000 מ"ק ברוממה.

כמו כן מומלץ על הקמת שתי בריכות בעלות נפח של 40,000 מ"ק כל אחת. אחת במזרח, בהר הצופים ע"י בית הקברות הצבאי, והשנייה בשרפת, מדרום לעמק רפאים.

המטרה העיקרית להקמתן היא הגדלת הנפח הכללי הדרוש בסוף תקופת התכנון לצורך אגום אופרטיבי ותקלות.

כדי לאפשר מילוי הבריכות הנ"ל מוצע רום פני המים עליונים +824 בהר הצופים ו-825+ בשרפת, לעומת +832 בבית וגן ורוממה.

אוחז הבריכות תשמשנה כבריכות יניקה לבוסטרים שיוקמו בהר הצופים ובשרפת.

תחנת השאיבה בהר הצופים תכלול שני בוסטרים, בוסטר אחד ישלוט על שתי הר הצופים והר הזיתים הנמצאים מעל רום +790 (ראה סעיף 2) מערכת ההספקה לאזורי לחץ גבוה: בוסטר שני ישאב את המים לבריכה קיימת בגבעה הצרפתית ברום +839 השולטת על כל האיזור הצפוני בוסטר זה יצויד בשלוש יחידות בחפוקה של 500 מ"ק ש בגובה שאיבה כולל של 23 מ'.

רצוי לאזן את גודל אזורי ההשפעה בטבעת המספקת הראשית בין מאגר בית וגן ובריכות רוממה. לשם כך מוצע להגדיל את תחנת בית וגן ולסנוק ממנה בשעות תצרוכת גבוהה בעונת הקיץ כמויות מים גדולות מאלה שהיו זורמות בקו היציאה ממאגר בית וגן בדרך גרביטציונית. בדרך זו ניתן להקטין את כמויות המים היוצאים מבריכת רוממה. תיאור המערכת ומצבי זרימה שיא בשעות היום ניתן במפה מס' 12.

בתחנת בית וגן הקיימת מוחקנות כיום שתי משאבות לספיקה של 750 מ"ק"ש. מוצע להגדיל את התחנה הקיימת ולהתקין בה שלוש יחידות שאיבה זהות, שתיים לפעולה ואחת רזרבית. תנאי העבודה של כל משאבה הם: ספיקה - 1700 מ"ק"ש וגובה שאיבה של 17.5 מ'. מוצע לצייד את התחנה בדיזל-גנרטור, אשר יספק חשמל להנעת אחת מיחידות השאיבה. במבנה התחנה הזאת יש לכלול גם יחידות שאיבה לאזור לחץ גבוה של בית וגן אשר תאורן ינתן בנפרד.

(2) מערכת ההספקה באזור הלחץ הגבוה

- אזור רוממה, מחנה יהודה ובבעת שאול הוא הגדול בין אזורי הלחץ הגבוה. הוא שולט על גבעת שאול, רוממה, חלק מהקריה, מחנה יהודה, רחביה וטלביה. האזור יהיה בשליטת ^{מגדל} מים קיים ברוממה בנפח של 100 מ"ק ומגדל שני קיים בגבעת שאול בנפח של 300 מ"ק. רום פני המים במגדלים שבגבעת שאול ורוממה הוא זהה. שתי תחנות השאיבה, האחת ברוממה והשנייה בגבעת שאול, תסנוקנה את המים ישירות מהבריכות אל רשת אזור הלחץ הגבוה. תחנת השאיבה ברוממה, אשר תהיה צמודה לבריכת רוממה ולמגדל, תורכב מארבע יחידות שאיבה זהות אשר שלוש מהן יפעלו במקביל ואחת תשמש ברזרבה. תנאי העבודה של כל אחת מהמשאבות הם: ספיקה - 500 מ"ק"ש וגובה הרמה - 25 מ'.

תחנת השאיבה בגבעת שאול תורכב מעל לגג בריכת גבעת שאול. המגדל, בניין התחנה והבריכה הושלמו לאחרונה. בסוף תקופת התכנון תהיה התחנה מצוידת בשלוש יחידות שאיבה זהות, אשר שתיים מהן תפעלנה במקביל ואחת תשמש כרזרבה. תנאי העבודה של כל אחת מהמשאבות האלה הם: ספיקה 100 מ"ש בגובה הרמה של 30 מ'.

הפעלה והפסקת יחידות השאיבה בתחנת השאיבה ברוממה תהיה בהתאם לרום מפלסי המים במגדל רוממה וכנ"ל לגבי יחידות השאיבה בתחנת גבעת שאול בהתאם לרום מפלס המים במגדל שמעליה. כל יחידות השאיבה הן ברוממה והן בגבעת שאול יצוידו במנועים חשמליים. על מנת להבטיח שאיבה תקינה גם בשעת חרום או תקלה חשמלית, יורכב כעתודה בתחנת רוממה דיזל-גנרטור אשר יוכל לספק חשמל לאחר מהמשאבות.

- אזור בית וגן שולט על שטח מצומצם בבית וגן הנמצא מעל רום +800 מ'. תחנת שאיבה אשר תוקם בחוף בניין תחנת בית וגן תשאב את המים ממאגר בית וגן ישירות לרשת הלחץ הגבוה, אך חופעל בהתאם למפלסי המים בבריכה שמעל בית הכנסת ברוממה. התחנה תצויד בתמש יחידות שאיבה, מחולקות לשתי קבוצות. קבוצה אחת תכלול שלוש יחידות שאיבה זהות אשר שתיים מהן תפעלנה במקביל. ואחת תשמש כעתודה. תנאי העבודה של כל אחת מהמשאבות הם: ספיקה 170 מ"ש בגובה הרמה של 44 מ'. הקבוצה השנייה תכלול שתי יחידות זהות, קטנות יותר, אשר שתיהן במקביל תספקנה את הספיקה של משאבה אחת גדולה. משאבות אלה תפעלנה במקביל עם שתי היחידות הגדולות ותספקנה ביחד את כל הצריכה בשעת שיא. תנאי העבודה של כל אחת מהמשאבות הקטנות הם: ספיקה 85 מ"ש בגובה הרמה של 44 מ'. בשעת צריכה מינימלית תופעל משאבה אחת קטנה בלבד.

הדיזל-גנרטור המיועד לספק חשמל תירום להפעלת אחת מהמשאבות של אזור לחץ הביניים יהיה בעל הספק מספיק כדי להבטיח גם את הפעלתה של יחידה אחת של אזור הלחץ הגבוה.

- אזור קריית מנחם שולט על שטחי שכונת קריית מנחם הנמצאים מעל רום +790 מ'. במקום קיים מגדל מים שרום פני המים העליונים בו הוא +845 מ'. תחנת שאיבה אשר תוקם בתחנת המגדל תינק מים מבריכת קריית מנחם באזור לחץ הביניים ותסנוק אותם לרשת הלחץ הגבוה ולמגדל.

תחנת השאיבה חורכב משתי יחידות שאיבה זהות, אחת בעבודה והשניה כעתודה. תנאי העבודה של כל אחת מהמשאבות הם: ספיקה של 80 מק"ש בגובה הרמה של 40 מ'. התחנה חפוקד לפי מפלסי המים במגדל.

- אזור הר הצופים והר הזיתים איזור זה כולל כל השטחים הנמצאים מעל רום +790 מ' בוטטר אשר יוקם על יד הבריכה המוצעת בהר הצופים, ¹ישלוט על השטחים הנ"ל, להוציא את שטחי האוניברסיטה העברית המקימה לעצמה מערכת שאיבה נפרדת. בוטטר זה ישאב את המים מהמאגר לרשת סגורה באזור הלחץ הגבוה, הוא יצוייד בשלוש משאבות של 100 מק"ש לגובה הרמה של 40 מ' כל אחת - שתיים בפעולה ואחת כעתודה. כל היחידות תצוידנה במנועים חשמליים. מוצע להרכיב בתחנה דיזל גנרטור אשר יוכל לספק חשמל לאחת המשאבות בשעת הצורך (ראה שרטוט מס' 23).

- אזור גבעת שרפת-רמת רחל - אזור זה כולל את כל השטחים הנמצאים בדרום-מזרח העיר הנמצאים מעל רום +790 מ'. אין עדיין תכנית מתאר מפורטת לאיזור זה, להוציא את תלפיות ורפת רחל. בתכנית עקרונית מוצע להקים תחנת שאיבה לאיזור זה ליד הבריכה המוצעת בשרפת, אשר כבריכת יניקהתסנוק את המים לבריכה או מגדל ברום +890 מ' לערך (ראה שרטוט 24).

התחנה לא תוקם לפני שיעשה פיתוח השטח הגבוה ותכלול בשלב סופי 5 יחידות שאיבה לספיקות שבין 150 ל-250 מק"ש לרום של כ-70 מ'.

אזור לחץ הבריכה בגבעה הצרפתית - אזור זה יהיה בשליטת הבריכה הקיימת בקיבול של 3000 מ"ק בגבעה הצרפתית. מערכת הקווים של איזור לחץ זה חספק מים לכל האיזור שמצפון לבריכה. מאחר ורום פני המים העליונים בברכה שבגבעה הצרפתית (+839) עולה על רום פני המים של המאגרים בית-וגן ורוממה, אין אפשרות להזרים מים לחוף הבריכה מחיבור ישיר לרשת הלחץ הביניים. מומלץ לנחק את כל החיבורים של הבריכה עם הרשת לאזור הלחץ ביניים ולחבר אותה לקו הראשי המוביל צפונה לשועפט ושדה התעופה קלנדיה. הבריכה חוזן מחיבור מס' 6 ממפעל עין פרא המספק כמות שעתית של 130 מ"ק/ש דרך קו בקוטר 8" ומצינור בקוטר 20" אשר ישמש כקו סניקה לתחנת שאיבה שחוקם ליד מאגר הר הצופים וחספק תוספת של כ-1000 מ"ק/ש לאזור הבריכה בגבעה הצרפתית.

- מערכת הספקה באזור הלחץ הנמוך - הרשת המחוכנת חוזן מהרשת ללחץ ביניים לאחר שבירת הלחץ בבריכות שוברות לחץ. רום פני המים העליונים בכל בריכות שוברות הלחץ הוא +780 מ'.

- אזור הלחץ הנמוך הדרומי בעמק רפאים - איזור זה הוא הגדול מבין שני אזורי הלחץ הנמוך. הוא משתרע על השטחים הנמצאים מתחת לרום +750 צפונית ודרומית למסילת הברזל. שתי בריכות שוברות לחץ משמשות לו כנקודת הזנה.

בריכה אחת חוקם ליד החיאטרון בקרית שמואל וקיבולה 100 מ"ק. בריכה שנייה חוקם בהתאם להסכם בין עיריית ירושלים ומשרד השכון בדרום מערב העיר צפונית למנחת, הבריכה תהיה בקיבול של 3000 מ"ק. יש לציין שבריכה שוברת לחץ של 100 מ"ק מספיקה לצורכי שבירת הלחץ במקום זה. רום התחתית של שתי הבריכות הוא +775 מ'.

- אזור לחץ נמוך צפוני במורדות עמק הארזית וגן החיות התנכי
 גם כאן חוקמנה שתי בריכות שוברות לחץ אשר תיזונה מרשת לחץ
 הביניים. בריכה אחת תוקם לידשכונת מחניים, והשניה ליד גן
 החיות התנכי. הקיבול הדרוש לכל אחת מהבריכות 10 מ"ק ורום
 פני המים התחתונים בהן יהיה 777+מ'.
 שוברי לחץ נוספים יותקנו במקומות שונים כגון: על יד צומת
 מס' 33, תפקידם לספק מים לאזורים הנמוכים אשר לא נכללו
 באזור הגדול.

- אזור לחץ נמוך במורד נחל קדרון - מחוסר נתוני מתאר לא
 ניתן לתכנן כיום רשת לאזור זה: כמות המים הדרושה לאזור זה
 חסופה מכיוון מערב דרך הרשת הראשית של העיר ובעתיד אף מהמזרח
 ע"י חיבור ישיר למקורות המים המתוכננים באזור זה.

6. הרחבת המערכת בשלבי פיתוח

רשת הצנורות המוצעת מסומנת במפה מס' 12.
 במפה זו סומנה אך ורק הצנרת להולכת המים במערכת ההספקה בין-
 אזורית והשכונתית בעיר, כלומר אוחץ מערכות צנורות טבעיות
 המספקות בדוכן ומזינות את קווי החלוקה המשניים. קווים אלה הם
 בעיקרם בעלי קוטר 8" ומעלה, ורק במקרים מועטים בעלי קוטר 6".
 אורך הקווים המצויין במפה זו שמוצע להניח בטבעות הראשיות משנת
 1989 ועד סוף תקופת התכנון, כולל החלפת קווים קיימים, מסתכם
 ב-65 ק"מ צנורות בעלי קטרים שביין 6" ועד 24".
 פירוט הקווים האלה ניתן בהערכה התקציבית (סעיף 7 לפרק זה).
 בנוסף לקווים האמורים, יהיה צורך בהחלפת כ-170 ק"מ של קווים
 קיימים שהם בעלי קטרים חת-תקניים של 1" עד 3" לקווים בעלי קוטר
 מינימלי של 4", וכמו כן עוד כ-100 ק"מ קווים שיחבלו במשך תקופה
 זו, בעלי קטרים בין 4" ל-8".
 בשטחי בניה חדשים יוגחו לפי הערכה כ-240 ק"מ קווים מחלקים חדשים
 בקוטר ממוצע של 6".

הערכה סכומית מקורבת של ההשקעות הדרושות בקוים מחלקים חדשים והתלפת הקווים שלא נכללו במערכת ההספקה המרכזית ניתנה גם היא בסעיף 7, של פרק זה.

שלב פיתוח שלישי - שיקרא להלן שלב 2000 - מהווה פיתוח הדרגתי נוסף של מערכת ההספקה והתאמתה לגידול התצרוכה. בשלב זה תושלם החלפת קווי הצינורות הקיימים, יוגדל נפח אגירה ותורחב מערכת ההספקה.

תכניות מערכת ההספקה בשלבי הביצוע השונים, וחנאי הזרימה החזויים ברשת ההספקה, ניתנים להתאמה לחנאים המציאותיים של פיתוח העיר. תכניות אלה יאפשרו תכנון וביצוע מחקנים בסדר עדיפות מסויים, התאמתם לחנאי עבודה חזויים והכנת חקציבי פיתוח לטווח ארוך.

שלב הפיתוח לקראת שנת 1970

לקראת סוף שנת 1970 חזויה אוכלוסיה של 310,000 נפש שתצרוך כ-81,000 מ"ק מים ביום שיא. תכנית הביצוע לשלב מידי זה הועידה לפני שתי מטרות עיקריות, אשר ביניהן קיימת תלות הדדית:-
- שיפור חנאי ההספקה ע"י חלוקת המערכת למספר אזורי לחץ,
- אבטחת כושר ההספקה מוגדל בעיקר למזרח העיר ולדרומה ע"י תוספת טבעת קוים ראשיים מבריכות בית וגן ורוממה עד להר הצופים וכן תוספת קו ראשי עד לתלפיות ואיגנם נוסף בהר הצופים.

אבטחת כושר ההספקה המוגדל באמצעות רשת הצינורות הקיימת מותנית בחלוקת מערכת ההספקה לאזורי לחץ, אשר לגבוהים בהם יובטחו חנאי הלחץ וההספקה בעזרת שאיבה. החקנת בריכות שוברות לחץ לאזורי לחץ נמוך תבטיח שמירת לחץ מינימלי באזור לחץ הביניים. תכנית הביצוע לשלב זה נערכה מתוך שיקולים של השגת מטרות הכרחיות חוץ התחשבות בכושר הביצוע ובאפשרויות התקציביות לביצוע המחקנים והשינויים הדרושים חוץ השנים הקרובות. מערכת ההספקה לשלב זה מתוארת במפה מס' 20. תיאור המחקנים והשינויים הדרושים במערכת ניתן להלן.

(1) חחנה בוטטר בית וגן, לאזור לחץ הבינוניים

חחנה בוטטר בית וגן קיימת ופועלת מזה כ-12 שנים. החחנה מופעלת בשעות שיא של צריכה כדי למנוע התרוקנות מהירה של בריכות רוממה ומחסור מים ולחץ בחלק הצפוני של העיר.

החחנה הקיימת מצוידת בשתי יחידות שאיבה שנתבלו, ומצבן אינו תקין. מוצע להחליפן בשלוש יחידות שאיבה זהות. ספיקת כל יחידה תהיה 1700 מ"ק"ש לגובה הרמה של 17.5 מ'. יהיה צורך להגדיל את מבנה החחנה הקיים. כמו"כ יהיה צורך להחליף את הדיזל-גנרטור המותקן לשעת חרום, אשר אף הוא נתבלה, באחר שיוכל להניע את אחת המשאבות, ויוכל להפעיל גם אחת מיחידות השאיבה לאזור לחץ גבוה בבית וגן.

(2) בוטטר בית וגן לאזור לחץ גבוה

מוצע להקים בוטטר בחוף בנין החחנה בית וגן (ליד מאגר בית וגן) אשר ישאב את המים מצינור היציאה מהמאגר לרשת הלחץ הגבוה. הבוטטר יהיה מצויד בשלוש יחידות שאיבה זהות שספיקת כל אחת 85 מ"ק"ש לגובה הרמה של 44 מ', שתי משאבות בפעולה ואחת כעתודה.

חחנה השאיבה תפוקד לפי רום מפלסי המים בבריכה בת 10 מ"ק הנמצאת על גג בית הכנסת ברוממה.

(3) אזור לחץ גבוה רוממה, גבעת שאול, מחנה יהודה

באזור יוכללו המגדלים הבאים: אחד בגבעת שאול של 300 מ"ק אשר בנייתו הושלמה בימים אלה, והמגדל הקיים ברוממה של 100 מ"ק. רום תחחית המגדל בגבעת שאול 846.9+מ, רום פני המים העליונים 853.2+מ. רום תחחית המגדלים ברוממה 848+מ, רום פני המים העליונים 853+מ, רשת של קווים ראשיים תחבר את המגדלים האלה.

שתי תחנות בוסטר - אחת ברוממה ושנייה בגבעת שאול ~~לשאבנה~~ אחת המים ישירות מהבריכות השיכות לאזור לחץ הביניים לרשת ולמגדלים של אזור הלחץ הגבוה. תחנת השאיבה ברוממה, תיבנה צמוד לבריכות רוממה. בשלב זה תורכב התחנה משלוש יחידות שאיבה זהות, שתיים בעבודה ואחת בעתודה. תנאי העבודה של המשאבות הם: ספיקה - 500 מ"ש בגובה הרמה של 25 מ'.

כל היחידות תצוידנה במנועים חשמליים. כבר בשלב זה יורכב בתחנה דיזל-גנרטור אשר יספק חשמל לאחר המשאבות בשעת הצורך. תחנת השאיבה בגבעת שאול תצויד בשתי משאבות זהות, אחת לעבודה והשנייה לרזרבה. תנאי העבודה של המשאבות האלה הם: ספיקה - 100 מ"ש בגובה הרמה - 30 מ'. גם משאבות אלה יונעו במנועים חשמליים.

(4) בריכה ותחנת שאיבה בהר הצופים

בשלב זה מוצע לבנות בריכה במחצית הקיבול הדרוש בשלב סופי, כלומר בח 20,000 מ"ק, בהר הצופים לשרות איזור לחץ הביניים במזרח העיר.

השטח עבור הבריכה אותר מצפון לבית הקברות הצבאי לחללי מלחמת העולם הראשונה. רום תחתית הבריכה 17+מ' ורום פני המים העליונים 24+מ'. רומים אלה נקבעו על בסיס נקודת ההזנה ממקורות המים הקיימים במערכת העירונית ומשקל המקורות החזויים בעתיד וכן בהתחשב בטופוגרפיה של איזורי הצריכה.

ליד הבריכה תוקם תחנת שאיבה שחסנוק מבריכה זו לבריכת הגבעה הצרפתית המספקת מים לאיזור שועפט-קלנדיה. בתחנה זו תותקנה שלוש יחידות שאיבה לחפוקה של 500 מ"ש כל אחת, בגובה שאיבה של כ-20 מ'. אחת משלוש היחידות תשמש כעתודה.

בשלב מידי תשמשנה יחידות שאיבה אלה גם אח אזור הלחץ הגבוה בהר הצופים והזיחים ע"י שאיבת המים לרום זמני של כ-30 מ' באמצעות שינוק צינור הכניסה לבריכת הגבעה הצרפתית והפרדתו הזמנית מצינור היציאה מבריכה זו.

(5) אזור לחץ גבוה-קריית מנחם (לא מוצעים שינויים או חוספות)
 באזור זה קיים מגדל מים של 200 מ"ק הנמצא סמוך לבריכת קריית
 מנחם באזור לחץ הביניים. רום פני המים התחחונים במגדל +840מ',
 ופני המים העליונים +845מ'. בתחתית המגדל הוקמה תחנת שאיבה
 עם שתי משאבות זהות, השואבות מהבריכות הנ"ל למגדל ולקו של
 אזור הלחץ הגבוה. אחת מהמשאבות תעבוד ואחת תשמש כרזרבה.
 תנאי העבודה של כל אחת מהמשאבות: ספיקה 80 מ"ש וגובה
 הרמה 30 מ'. תחנת הבוסטר הקיימת היום, תשאר בשימוש יחד עם
 המגדל והבריכה בשלב 1970.

(6) אזור לחץ גבוה רמת רחל
 הספקת המים לקיבוץ נעשית בשליטת בריכה בת קיבול של 500 מ"ק
 הנמצאת בשטח הקיבוץ. רום תחתית הבריכה +812מ'. רום פני מים
 עליונים +815מ'. משאבה קטנה שואבת 15 מ"ש מהרשת לבריכה
 זאת, ועל ידי כך מספקת את הצריכה של הקיבוץ.

(7) אזור לחץ נמוך
 בשלב זה יש לבצע את הפרדת הרשת ללחץ נמוך בשלושה אזורים
 נפרדים; צפוני, מזרחי ודרומי, כפי שתוארו בתכנית לשלב 2000.
 הרשת תקבל את מימיה מרשת ללחץ הביניים, לאחר שבירת הלחץ
 בבריכות שוברות לחץ.
אזור לחץ נמוך דרומי - שתי הבריכות שוברות הלחץ באזור זה,
 אחת ליד החיאטרון בקריית שמואל, והאחת בדרום מערב העיר צפונה
 למנחת, ייבנו כפי שהוצע בתכנית המערכת לשלב 2000.
אזור לחץ נמוך צפוני - באזור זה תיבנה בשלב 1970 רק בריכה
 שוברת לחץ אחת בלבד של 10 מ"ק - בצפון מזרח ליד מתניים.
אזור לחץ נמוך מזרחי - בשלב זה תבנה בריכה שוברת לחץ בפנה
 צפון - מזרחית של העיר העתיקה.

שלב פיתוח לקראת שנת 1980

בשלב זה צריכה המערכת להגיע לכושר הספקה של 119,500 מ"ק מים ליממה ביום שיא, ולספק מים לאוכלוסיה חזויה של 368,000 נפש.

לאחר השלמת חלוקתה של מערכת ההספקה לאזורי לחץ נפרדים יושם הדגש בשלב זה על החלפת רוב הצינורות בעלי קוטר קטן מ-3", החלפת הצינורות האחרים שיתבלו, וכמו-כן ניקוי הצינורות הראשיים שאין בהם ציפוי פנימי ושיפוצם בצפוי קולאודלי. כמו-כן, יהיה צורך בחוספת מספר קווים ראשיים ובהגדלת קיבול האגירה ע"י חוספת מאגר בשרפה.

מערכת ההספקה החזויה לשנת 1980 מחוארת במפה מס' 17. תיאור המתקנים והשנויים הדרושים במערכת ניהנים להלן (ובפירוט יתר בסעיף בפרק זה).

- 1) בניית בריכת אגירה בשרפה בה קיבול של 20,000 מ"ק וחיבורה בקו בעל קוטר 20" ואורך 2400 מ' באמצעות הקו הקיים 20" לבריכת בית-וגן.
- 2) מצד שני הבריכה מחוברת לרשת ע"י קו 20" באורך של 2100 מ' ובהמשכו קו 14" באורך של 2400 מ'.
- 3) הגדלה של חחנת השאיבה ברוממה ביחידת שאיבה רביעית.
- 4) הגדלת חחנת השאיבה בבית-וגן ע"י חוספת יחידת שאיבה גדולה, אשר ספיקתה 1700 מ"ש לגובה הרמה של ¹⁷4 מ'.
- 5) הקמת חחנת שאיבה לאיזור לחץ גבוה בהר הצופים.
- 6) החלפת קרוב ל-110 ק"מ צינורות בעלי קוטר של 1", ושל 3". החלפה של קרוב ל-20 ק"מ צינורות בעלי קטרים של 4", 5", ו-6". צפוי קולואידלי של 8 ק"מ צינורות בעלי קטרים של 14" עד 18".

7. בדיקת מערכת ההספקה בתנאים משתניםא. חישוב רשת המובלים

תכנון רשת הספקה עירונית, ובעיקר הרחבה ושינויים של רשת קיימת, הינו תהליך מורכב הנעשה מסובך עוד יותר עקב שינויים קיצוניים במצבי הזרימה בין יום לילה, ובין שלב ביצוע אחד למישנהו. נעמוד כאן על דרכי החישוב, אשר בעזרתן יש להבטיח את כושר ההובלה בתנאי הזרימה המשתנים, תוך שמירה על תנאי הלחץ הדרושים והפקדה על בחירת קוטרי הצינורות המתאימים.

רשת ההספקה, הן הקיימת והן המורחבת הופשטה לפי שיטה זו למערכת לולאות של מובלים ראשיים ומשניים, כאשר עומס התצרוכת מוטל על הצומת של כל לולאה. הונחו מקדמים של הפסדי עומד שונים לצינורות חדשים ולצינורות קיימים בהתאם לסוגם, קוטרם וגילם. חישוב הזרימות ברשת נעשה ע"י איזון לחצים בצומתי הלולאות. בכל חישוב נבדקו 28 לולאות כאלה וכ-90 צמתות. החישובים נעשו בנפרד לגבי כל אזור לתן.

מאחר שתהליך חישובים כאלה בדרך רגילה היה נמשך חדשים רבים ואפילו שנים, נעזרו המתכננים לצורך החישובים ההידראוליים במחשב י.ב.מ. 1800 של תה"ל. המחשב הופעל לפי חכנית שהוכנה במחלקה למחמטיקה שימושית של החברה. תוך תהליך התכנון נבדקו כ-20 מצבים לשם בחינה של אלטרנטיבות שונות.

בחכנית המוצעת נחונים 10 מצבים שונים של זרימה במצבי רשת ובמצבי תצרוכת שונים. חישוב איזון הלולאות נעשה עד לקבלת תוצאות בדרגת דיוק של 0.5 מק"ש עבור הספיקות ושל 0.5 מ' עבור העומד בקווים.

ב. אבטחת כושר ההולכה במערכת בתנאים חזויים

1) מערכת הצינורות נבדקו בתנאי תצרוכת לשאת שיא בשלושה מצבים חזויים; שלב 2000, שלב 1980 ושלב 1970, בהנחה שהמאגרים הראשיים אינם מלאים, ושרום פני המים במאגרי רוממה ובית וגן הוא +828 מ', בהר הצופים +820 מ', ובשרפת +822 מ', כלומר מאגרים חצי מלאים. תוצאות החישובים במקרי העמסת הרשת בתצרוכת שיא בשעות היוזם ניהנות במפות מס' 12, 14, 17, 19, 20, 22.

(2) נבדקו החנאים של מילוי המאגרים הראשיים, בהנחה של צריכת המים בעיר ממוצעת של עשר שעות לילה, הבדיקות נעשו עבור שלב 1970, שלב 1980, ושלב 2000 בחנאי מערכת הצינורות המתוכננת. הוצאות החישובים במקרים של העמסת הרשת בזרימות שיא בשעות הלילה ניתנות במפות מס' 13, 18 ו-21.

(3) היות וקיימות שתי הנחות לגבי פחות מקורות המים הנוספים באזור, תוכננה רשת הצינורות הראשית כך שתהיה מסוגלת לקלוט את מרבית המים בין אם יבוא מהמערב ובין אם יבוא מהמזרח. במפות מס' 14 ו-15 נחננה הוצאות בדיקת הרשת להעמסת צריכות שיא וממוצעת לילה במקרה של מקורות נוספים במזרח.

אלטרנטיבה זאת מחייבת מצד אחד השתקת הבוסטר ללחץ ביניים בבית וגן, מצד שני העלאת הלחץ באזור הר הציפיים ע"י שילוב בוסטר חדש במערכת.

מפות מס' 12 ו-13 כוללות הוצאות בדיקת הרשת לאותן העמסות במקרה של מקורות נוספים במערב.

ג) הבטחת כושר הולכה לכיבוי שריפות

חנאי הלחצים במערכת ההספקה כאשר נוסף לזרימות צריכת שעת שיא מועמסת הרשת בהעמסת של כמויות מים לכבוי 5 שריפות בעת ובעונה אחת, נבדקו במסגרת חכנית אב לשלב 1970.

הגדלת קוטרי הצינורות הראשיים עקב התאמת הרשת לדרישות בעתיד, באה לבטל השפעת העמסת לכבוי שריפות, הן בשלב מידי והן בעתיד. הבדיקות הנ"ל מוכיחות שהמערכת המתוכננת היא בעלת כושר הולכה מספיק כדי להעביר בעת ובעונה אחת את תצרוכת השיא ואת הכמות הדרושה לכיבוי שריפות בלחץ מתאים.

ד. כושר ההספקה במקרי תקלה במערכת בתכנית אב

בדיקה שנעשו בעבר במערכת שהיחה מתוכננת עבור חלקה המערבי של ירושלים הראו שאפילו ניתוק קוים ראשיים בנקודות קריטיות אפשרו הספקה עקיפה ללא פגיעה חמורה במסטר הלחצים (ראה חכנית אב להספקה מים לירושלים מאפריל 1967 עמוד 67).

המערכת העירונית שתכניתה הוצגה בפרק הקודם נשענה על מספר רב של נקודות הזנה מכיוונים שונים ומערכתה השלדית מבטיחה שבמקרי ניתוק קו ואשי חהיה הפגיעה במסטר הלחצים קטנה בהרבה יותר מאשר בהווה, הודות למבנה הטבעתי ומערכת הלולאות מהם בנויה הרשת.

8. הערכה תקציבית להרחבת מערכת ההספקה

בסעיף זה ניתן פירוט ההשקעות הדרושות להרחבת מערכת ההספקה בכל שלב משלבי הביצוע. כמו כן, ניתוח בנפרד הערכת ההשקעות להחלפת קווים שיתבלרו. ההפרדה בין שתי ההערכות התקציביות נעשתה כדי לאפשר הכנת תקציבים שנתיים שוטפים עבור חידוש הרשת, בנפרד מתקציבים לפיחות המערכת, במידה ויהיה צורך בכך.

ההערכות התקציביות נעשו על בסיס של מחירי הביצוע ששררו בסוף שנת 1967 בחוספה של 18% עבור הוצאות בצ"מ בכל סעיף וסעיף. כפי שייראה להלן, קיים פער גדול בין מחירי הנחה של קווים בעלי קוטר של 8" ושל קווים של 10" ומעלה. פער זה נובע מכך שצינורות עד לקוטר 8" מוצע להניח בחתום המדריכה, וצינורות גדולים יותר מוצע להניח מחתת לכביש.

סיכום ההשקעות, באלפי ל"י, נחון להלן:-

סוג ההשקעה	שלב 1970	שלב 1980	שלב 2000	סה"כ
הרחבת מערכת ההספקה	11,651	8,485	11,823	31,959
החלפת קווים קיימים	-	14,000	14,720	28,720
הוספת קווים חדשים	-	11,380	24,265	35,645
סה"כ	11,651	33,865	50,808	96,324

חלוקת ההשקעות בשלבי הביצוע השונים הותאמה בקירוב האפשרי
לגידול החזוי באוכלוסייה ובצריכת המים, באופן שהנטל
החקציבי לגפש יהיה שווה ככל האפשר בכל תקופת התכנון.

הערכה תקציבית לשלב 1970

(1) אזור לחץ גבוה

א. קוי צנורות פלדה, הפירות תעלות בתוך שטח עירוני, הספקת צינורות, אביזרים והדרנטיים והנחתם וכו':

ל"י	ל"י	
	56,400	"24 בור בורך 200 מ' לפי 282,00 ל"י למ'
	50,200	"20 בור בורך 200 מ' לפי 251,00 ל"י למ'
	78,800	"14 בור בורך 400 מ' לפי 197,00 ל"י למ'
	378,000	"*10 בור בורך 3500 מ' לפי 108,00 ל"י למ'
	115,500	"8 בור בורך 1100 מ' לפי 105,00 ל"י למ'
<u>964,100</u>	<u>285,200</u>	"6 בור בורך 3100 מ' לפי 92,00 ל"י למ'

ב. בוסטר רוממה: מבנה, שלוש משאבות לספיקה 500 מק"ש וגובה הרמה 24 מ' כ"א.

שלושה מנועים תשמליים, 60 כ"ס כ"א, גנרטור דיזל אחד 50 ק"ו כולל הרכבה

וכל האביזרים, חיבור חשמל וטרנספורמטור 185,000 185,000

ג. בוסטר בית וגן:

שלוש משאבות של 85 מק"ש לגובה הרמה של 43 מ' כ"א, שלושה מנועים תשמליים

50,000 50,000

ד. בוסטר הר הצופים: מבנה בטון מזויין

ובלוקים. שלוש משאבות של 150 מק"ש לגובה הרמה 40 מ' כ"א, שלושה מנועים תשמליים.

בוסטר הר הצופים לכיוון גבעה הצרפתית שתי יחידות של 500 מק"ש בגובה שאיבה

100,000 100,000

כולל של 20 מ'

1,299,100

(2) אזור לחץ ביניים

(א) קוי צנורות פלדה, חפירת תעלות
בחור שטח עירוני, הספקת צנורות
אביזרים והדרגטים, הנחתם וכו'

877,020	'מ	282,00	לפי	'מ	3,110	באורך	"
3,037,100	'מ	251,00	לפי	'מ	12,100	באורך	"
720,000	'מ	208,00	לפי	'מ	3,450	באורך	"
1,280,500	'מ	197,00	לפי	'מ	6,500	באורך	"
98,450	'מ	179,00	לפי	'מ	550	באורך	"
708,000	'מ	177,00	לפי	'מ	4,000	באורך	"
<u>7,028,570</u>		<u>307,500</u>		'מ	300	באורך	"

(ב) הגדלת התחנה הקיימת בבית וגן, החלפת
המשאבות החדשות לספיקה של 1700 מ"ק ש
וגובה הרמה 17.5 מ' כ"א; שלושה מנועים
חשמליים של כ"ס כ"א, גנרטור דיזל
של..... ק"ו וכל יתר הציוד החשמלי,
הידראולי וחיבור לרשת חברת החשמל

350,000 350,000

(ג) ברכת הר הצופים מבטון מזויין, בעלת
נפח של 20,000 מ"ק עם כיסוי קל, כולל
צנורות כניסה ויציאה וכל האביזרים
סה"כ אזור לחץ ביניים

900,000 900,000
8,278,570

(3) אזור לחץ נמוך

		(א) קוי צנורות פלדה, חפירת חלוח
		בחור שטח עירוני, הספקת צנורות
		אביזרים, הידרנטים, הנחתם וכו'
41,600		"16 בורך 200 מ' לפי 208,00 ל"י למ'
197,000		"14 בורך 1000 מ' לפי 197,00 ל"י למ'
196,900		"12 בורך 1100 מ' לפי 179,00 ל"י למ'
<u>495,300</u>	<u>59,800</u>	"6 בורך 650 מ' לפי 92,00 ל"י למ'
		(ב) בריכה שוברת לחץ במחניים בעלת נפח
6,000	6,000	של 10 מ ³ מבטון מזויין
		(ג) בריכה שוברת לחץ ליד מוזיאון "רוקפלר"
23,500	23,500	בעלת נפח של 100 מ ³ מבטון מזויין
		(ד) בריכה שוברת לחץ ליד החיאטרון העירוני
		בעלת נפח של 100 מ ³ , מבטון מזויין,
<u>23,500</u>	<u>23,500</u>	כולל צנרת
<u>548,300</u>		סה"כ אזור לחץ נמוך

(4) סה"כ איזורי הלחץ

1,229,100		אזור לחץ גבוה
8,278,570		איזורי לחץ ביניים
<u>10,125,970</u>	<u>548,300</u>	איזורי לחץ נמוך
<u>1,525,030</u>		הנהלה, חכנון ופקוח 15%
<u>11,651,000</u>		סה"כ

הערכה תקציבית לשלב 1980

(1) אזור לחץ גבוה

(א) קוי צנורות פלדה, חפירת תעלות
בתוך שטח עירוני, הספקת צנורות
ואביזרים, הנחתם וכו'

83,200	208,00	לפי	ל"י	למ'	"16	באורך	400	מ'
591,000	197,00	לפי	ל"י	למ'	"14	באורך	3000	מ'
427,800	186,00	לפי	ל"י	למ'	"12	באורך	2300	מ'
814,200	177,00	לפי	ל"י	למ'	"10	באורך	4600	מ'
<u>2,042,200</u>	<u>126,000</u>	לפי	ל"י	למ'	"8	באורך	1200	מ'

(ב) הגדלת בוסטר רוממה בחוספת משאבה רביעית

לספיקה של 500 מ"ק ש וגובה הרמה 24 מ',
מנוע חשמלי וכל יתר הציוד החשמלי

32,000

וההידראולי

150,000

(ג) תחנת שאיבה ובריכה בשרפת

2,224,200

סה"כ אזור לחץ גבוה

(2) אזור לחץ ביניים

(א) קוי צנורות פלדה חפירת תעלות בתוך שטח
עירוני, הספקת צנורות, אביזרים, הידרנטים
הנחתם וכו'.

324,300	282,00	לפי	ל"י	למ'	"24	באורך	1150	מ'
1,154,600	251,00	לפי	ל"י	למ'	"20	באורך	4600	מ'
1,093,350	197,00	לפי	ל"י	למ'	"14	באורך	5550	מ'
196,900	179,00	לפי	ל"י	למ'	"12	באורך	1100	מ'
610,300	177,00	לפי	ל"י	למ'	"10	באורך	3450	מ'
<u>3,420,450</u>	<u>41,000</u>	לפי	ל"י	למ'	"8	באורך	400	מ'

(ב) בריכה שרפת 20,000 מ"ק

900,000

4,320,450

סה"כ אזור לחץ ביניים

(3) אזור לחץ נמוך

		(א) קוי צנורות פלדה, חפירה תעלות בחור
		שטח עירוני, הספקת צנורות, אביזרים
		הידרנטים, הנחתם וכו'.
145,600		"16 בורך 700 מ' לפי 208,00 ל"י למ'
<u>815,500</u>	<u>669,900</u>	"10 בורך 3850 מ' לפי 174,00 ל"י למ'
20,000		(ב) שלוש בריכות שוברות לחץ
<u>835,500</u>		סה"כ אזור לחץ נמוך

(4) סה"כ אזורי הלחץ

2,224,200		אזור לחץ גבוה
4,320,450		אזור לחץ ביניים
<u>7,380,150</u>	<u>835,500</u>	אזור לחץ נמוך
<u>1,105,000</u>		הנהלה תכנון ופקוח 15%
<u>8,485,150</u>		סה"כ

הערכה תקציבית להחלפת קויים שיתבלו

עד שנת 1980

10,000,000		החלפת 110,000 מ' קויים קיימים של 1" עד 3"
		בקויים בעלי קוטר מינימלי של 4"
		החלפת 20,000 מ' קויים קיימים בעלי קטרים
<u>2,200,000</u>		גדולים מ-4"
12,200,000		סה"כ
<u>1,800,000</u>		הוצאות הנהלה, תכנון ופקוח 15%
<u>14,000,000</u>		סה"כ הוצאות להחלפת קויים קיימים

הערכה תקציבית להוספת קרים מחלקים עד שנת 1980

9,900,000	110,000 מ' קרים בעלי קוטר 6"
<u>1,480,000</u>	הוצאות הנהלה תכנון ופיקוח 15%
<u><u>11,380,000</u></u>	סה"כ הוצאות לחוספת קרים

הערכה תקציבית לשלב 2000

		(1) <u>אזור לחץ גבוה</u>
		(א) קרי צנורות פלדה חפירת העלות בתוך שטח עירוני הספקת צנורות ואביזרים הידרנטים, הנחתם וכו'
49,250	197,000	"14" באורך 250 מ' לפי 197,000 ל"י למ'
<u>228,250</u>	<u>179,000</u>	"12" באורך 1000 מ' לפי 179,000 ל"י למ'
		(ב) בוסטר רוממה חוספת משאבה, מנוע חשמלי וכל יתר הציוד החשמלי וההידראולי
25,000		
		(ג) בוסטר בית וגן חוספת משאבה, מנוע חשמלי וכל יתר הציוד החשמלי וההידראולי
25,000		
		(ד) בוסטר הר הצופים חוספת משאבה מנוע חשמלי וכל יתר הציוד החשמלי וההידראולי
25,000		
		(ה) בוסטר שרפת רמת רחל חוספת משאבה, מנוע חשמלי וכל יתר הציוד החשמלי וההידראולי
<u>25,000</u>		
328,250		סה"כ אזור לחץ גבוה

(2) אזור לחץ ביניים

	(א)	קוי צנורות, פלדה, חפירת העלות בחוך שטח עירוני, הספקת צנורות ואביזרים הידרנטים, הנחתם וכו'
953,800		" $\phi 20$ באורך 3800 מ' לפי 251,00 ל"י למ' 953,800
512,400		" $\phi 18$ באורך 2100 מ' לפי 244,00 ל"י למ' 512,400
364,000		" $\phi 16$ באורך 1750 מ' לפי 208,00 ל"י למ' 364,000
2,292,150		" $\phi 10$ באורך 12950 מ' לפי 177,00 ל"י למ' 2,292,150
<u>4,232,600</u>	<u>110,250</u>	" $\phi 8$ באורך 1050 מ' לפי 105,00 ל"י למ' 4,232,600
	(ב)	ברכת הר הצופים: חוספת נפח של 20,000 מ"ק
900,000		900,000
	(ג)	ברכת בית וגן: חוספת נפח של 45,000 מ"ק
2,000,000		2,000,000
	(ד)	ברכת שרפה: חוספת נפח של 20,000 מ"ק
900,000		900,000
	(ה)	ברכת קלנדיה: בנפח של 3000 מ"ק
<u>200,000</u>		200,000
<u>8,232,600</u>		סה"כ אזור לחץ ביניים 8,232,600

(3) אזור לחץ גמון

	(א)	קוי צנורות פלדה, חפירת העלות בחוך שטח עירוני הספקת צנורות ואביזרים, הידרנטים הנחתם וכו'
83,200		" $\phi 16$ באורך 400 מ' לפי 208,00 ל"י למ' 83,200
<u>1,720,450</u>	<u>1,631,250</u>	" $\phi 10$ באורך 9250 מ' לפי 177,00 ל"י למ' 1,720,450
<u>1,720,450</u>		סה"כ אזור לחץ גמון 1,720,450

(4) סה"כ אזורי הלחץ

		אזור לחץ גבוה
328,250		328,250
		אזור לחץ ביניים
8,232,600		8,232,600
<u>10,281,300</u>	<u>1,720,450</u>	אזור לחץ גמון 10,281,300
<u>1,542,200</u>		הנהלה, חכנון ופקוח 15% 1,542,200
<u>11,823,500</u>		סה"כ 11,823,500

הערכה תקציבית להחלפת קוים שיתבלו

עד שנת 2000

4,800,000
8,000,000
 12,800,000
1,920,000
14,720,000

החלפה 60,000 קוים קיימים בעלי קוטר של 1" עד 3"
 בקוים בעלי קוטר מינימלי של 4"
 החלפה 80,000 מ' קוים בעלי קוטר של 4" ומעלה
 סה"כ
 הנהלה תכנון ופקוח 15%
 סה"כ

הערכה תקציבית להוספת קוים מחלקים

עד שנת 2000

21,100,000
3,165,000
24,265,000

235,000 מ' קוים בעלי קוטר 6"
 הנהלה, תכנון ופקוח 15%
 סה"כ

פ ר ק '1פיקוד, בקרה וקשר1. תפקידים ומטרות

למערכת פיקוד בקרה וקשר מספר תפקידים ומטרות, כמפורט להלן.
 ניתן להבדיל בין שני יעודים עיקריים: האחד הוא הגנה אוטומטית
 על המתקנים ופיקוד אוטומטי עליהם, והשני - פיקוד ופיקוח
 מרכזיים על כלל מערכת הספקת המים.

ההגנה על מתקני השאיבה והאגירה הינה פונקציה חיונית והכרחית
 לפעולתו של כל מתקן. פיקוד אוטומטי של מתקני השאיבה מתבטא
 בהפעלתם ובעצירתם בהתאם לרום מפלסי מים, ללחצים, או לגורמים
 משתנים אחרים. הפיקוד האוטומטי בא כתחליף להפעלה ביד; המצריכה
 איוש רצוף של כל אחד מהמתקנים, כגון: תחנות שאיבה, בריכות,
 ונקודות הזנה ראשיות במערכת. מערכות ההגנה והפיקוד האוטומטיים
 בכל מתקן ומתקן זהות כמעט בכל צורות תפעול המערכת.

פיקוד ופיקוח מרכזיים דרושים לשליטה על כלל המתקנים ממקום
 מרכזי בו תתקבלנה כל הידיעות על מצב פעולת המתקנים. במרכז זה
 תתקבל ההחלטה על דרך התפעול של כלל המערכת ושילוב המתקנים
 השונים הפועלים בה. אופן ההפעלה של מערכת הספקת המים יקבע על
 ידי הגורמים הבאים: - הפונקציות הכרוכות בפיקוד אוטומטי על כל
 מתקן בנפרד, סוג וכמות האינפורמציה שתימסר למרכז הבקרה, או
 במלים אחרות, היקף המערכות לפיקוד ופיקוח מרחק ואמצעי הקשר
 העומדים לרשותו. להלן מוסברות 3 אלטרנטיבות של הפיקוד, שליטה
 ותפעול לגבי מערכת הספקת המים הנבדלות זו מזו בעיקר ברמת
 השליטה של מרכז הבקרה.

SECRET

I. Background

The purpose of this report is to provide a comprehensive overview of the current state of the global economy and its impact on various sectors. This includes an analysis of economic growth, inflation, and the role of major financial institutions.

The global economy has experienced significant volatility in recent years, with major challenges posed by the COVID-19 pandemic. This has led to a sharp decline in economic activity, followed by a gradual recovery. Key factors influencing the economy include monetary policy, fiscal stimulus, and technological advancements.

The report also examines the impact of these economic changes on different regions and industries. It highlights the resilience of certain sectors and the challenges faced by others. Furthermore, it discusses the role of international organizations and trade agreements in stabilizing the global economic environment.

2. תיאור הפעלת המערכת לפי אלטרנטיבה 1 (ר' שרטוט מס' 25)

אלטרנטיבה זו כוללת את הפונקציות ההכרחיות של הגנה ופיקוד אוטומטיים ואינפורמציה מינימלית הדרושה למרכז הבקרה. אינפורמציה המתקבלת במרכז הבקרה מתייחסת לכמויות המים המסופקות לעיר, איכותם ומצב מפלס המים בבריכות האופרטיביות של אזור הלחץ הבינוני.

המפעיל יוכל לקבל החלטות בהתאם לאינפורמציה המתקבלת על צורך הפעלת המערכת. למפעיל לא תהיה אפשרות לדעת מיד על אירוע של תקלה. איתור תקלות יבוצע ע"י צוות האחזקה שיסייר במתקנים ויודיע עליהן למפעיל במרכז הבקרה, או יפעל בעצמו לתיקון המיידים. אין באפשרות המפעיל להתערב בפעולת המתקנים, אלא באמצעות צוות המפעילים הניידים.

באלטרנטיבה זו, הקשר האלחוטי בין מרכז הבקרה וצוותות ההפעלה וההחזקה הוא גורם חשוב והכרחי להפעלת המערכת. להלן מפורטות הפונקציות הדרושות בהתאם לאלטרנטיבה זו:-

א. הגנה בתחנות השאיבה

בוטטר בית וגן 1. (אזור לחץ בינוני):

- הגנת יניקה לפי מפלסי המים במאגר בית וגן.
- הגנת חוסר מים בצנור היניקה.
- הגנה בפני פריצה בקו הסניקה של התחנה.

בוטטר בית וגן 2. (אזור לחץ גבוה):

- הגנת יניקה לפי מפלסי המים במאגר בית וגן.
- הגנה בפני חוסר מים בצנור היניקה של התחנה.
- הגנה בפני פריצה בקו הסניקה של התחנה.

בוטטר רוממה:

- הגנת יניקה לפי מפלסי המים בבריכת רוממה.
- הגנה בפני חוסר מים בצנור היניקה של התחנה.
- הגנה בפני פריצה בקו הסניקה של התחנה.

בוטטר קרית מנחם:

- הגנת יניקה לפי מפלסי המים בבריכת קרית מנחם
- הגנה בפני חוסר מים בצנור היניקה.
- הגנה בפני פריצה בקו הסניקה של התחנה.

בוטטר גבעת שאול:

- הגנת יניקה לפי מפלסי המים בבריכת גבעת שאול.
- הגנה בפני חוסר מים בצנור היניקה.
- הגנה בפני פריצה בקו הסניקה של התחנה.

בוטטר הר הצופים (לחץ בינוני):

- הגנת יניקה לפי מפלסי המים בבריכת הר הצופים
- הגנה בפני חוסר מים בצנור היניקה.
- הגנה בפני פריצה בקו הסניקה של התחנה.

בוטטר הר הצופים (לחץ גבוה):

- הגנת יניקה לפי מפלסי המים בבריכת הר הצופים.
- הגנה בפני חוסר מים בצנור היניקה.
- הגנה בפני פריצה בקו הסניקה של התחנה.

בוטטר שרפת:

- הגנת יניקה לפי מפלסי מים בבריכת שרפת.
- הגנה בפני חוסר מים בצנור היניקה.
- הגנה בפני פריצה בקו הסניקה של התחנה.

ב. הגנה במגדלים ובבריכות

- הגנה בפני גלישה בכל מגדלי המים באזור הלחץ הגבוה
- ע"י מגוף - מצוף.
- הגנה בפני גלישה בבריכות שוברות-הלחץ באזור לחץ נמוך
- ע"י מגוף מצוף.

ג. פיקוד אוטומטי (הפעלה והפסקה) בתחנות שאיבה

בוטטר בית וגן 1:

- פיקוד אוטומטי של המשאבות לפי לחצים בצד הסניקה של התחנה (כגון לחץ בצומח 29 ו/או 4).
- פיקוד אוטומטי של המשאבות לפי מפלס המים בבריכת הר הצופים.

בוטטר בית וגן 2:

- פיקוד אוטומטי של המשאבות לפי מפלס המים בבריכת בית הכנסת בבית וגן (מיכל פקוד).

בוטטר רוממה:

- פיקוד אוטומטי של המשאבות לפי מפלסי המים במגדל רוממה הנמצא בצד הסניקה של התחנה.

בוטטר קרית מנחם:

- פיקוד אוטומטי של המשאבות לפי המפלס במגדל קרית מנחם.

בוטטר גבעת שאול:

- פיקוד כנ"ל לפי המפלס במגדל גבעת שאול.

בוטטר הר הצופים (לחץ ביניים):

- פיקוד אוטומטי של המשאבות לפי מפלס המים בבריכת גבעת צרפחית.

בוטטר הר הצופים (לחץ גבוה):

- פיקוד אוטומטי של המשאבות לפי עומד המים בצד הסניקה של התחנה.

בוטטר שרפת:

- פיקוד אוטומטי של המשאבות לפי עומד המים בצד הסניקה של התחנה.

ד. מרכז הבקרה

למרכז הבקרה של מערכת המים העירונית יועברו האינדיקציות הבאות:

- כמות המים המסופקת לעיר דרך הקו המנדטורי "18", לפני הסחעפות קו יפה נוף "24".

- כמות המים המסופקת לעיר דרך הקו המקביל "24".

- כמות המים המסופקת לעיר דרך קו אספקה מקדוחי עין כרם 12,10.

- כמות המים המסופקת לעיר דרך קו אספקה מקדוח עין כרם 13.

- כמות המים המסופקת לעיר דרך קו אספקה מערבי.
- כמות המים המסופקת לעיר דרך קו אספקה מזרחי.
- כמות המים המסופקת לעיר דרך קדוחי עמק רפאים.
- כמות המים המסופקת לעיר דרך מפעל עין פרא.
- הלחץ בקו המנדטורי "18 לפני כניסתו לעיר (לפני הסחעפות קו יפה-נוף "24).
- הלחץ בקו המקביל "24 לפני כניסתו לעיר.
- הלחץ בקו אספקה מקדוחי עין כרם 10,12.
- הלחץ בקו אספקה מקדוח עין כרם 13.
- הלחץ בקו אספקה מערבי.
- הלחץ בקו אספקה מזרחי.
- הלחץ בקו אספקה מקדוחי עמק רפאים
- הלחץ בקו אספקה ממפעל עין פרא.
- הלחץ בצומח מס' 0, באיזור הלחץ הבינוני.
- הלחץ בצומח מס' 4, באיזור הלחץ הבינוני.
- מפלסי המים בבריכות הבאות: בריכת רוממה.
- מאגר ביח וגן.
- בריכת רמח רחל.
- בריכת קריח מנחם.
- בריכת גבעת שאול.
- בריכת הר הצופים.
- בריכת הגבעה הצרפתית.
- בריכת שרפה.
- בריכת קלנדיה.
- אותות התראה על ערך מקסימלי או מינימלי של הכלור הנותר במקומות הבאים:
- בכניסה לעיר של קו מנדטורי "18 וקו יפה נוף "24.
- בכניסה לעיר של קו מקביל "24.
- בכניסה לעיר של קו מאסף מקדוחי עין כרם 10 ו-12.
- בכניסה לעיר של קו מאסף מקדוח עין כרם 13.
- בכניסה לעיר של קו אספקה מערבי.

- בכניסה לעיר של קו אספקה מזרחי.
- בכניסה לעיר של קדוחי עמק רפאים.

3. תיאור הפעלת המערכת לפי אלטרנטיבה 2 (ר' שרטוט מס' 26)

נוסף לאינפורמציה על הספקת המים העירונית אשר חועבר למרכז הבקרה בהתאם לאלטרנטיבה 1 - יקבל המפעיל גם ידיעות על ערכי הלחצים בנקודות קריטיות. אינפורמציה זו תשלם אח התמונה על מצבי הזרימה במערכת. יתקבלו כמו-כך אותות התראה במקרה של חקלות במתקנים. אינפורמציה זו תגביר את היעילות של חפעול המערכת ותשלם את שליטתו של מרכז הבקרה על הספקת המים ע"י איחור מיידי של חקלות במתקנים חשובים, כגון תחנות שאיבה ובריכות אופרטיביות. במקרים כאלה יופנה צוות האחזקה לאתר ללא דיחוי. שליטה זו תאפשר צמצום של צוות ההפעלה, כלומר חסרון בכח אדם מפקח, והקטנה של איבודי מים כתוצאה מגילוי מיידי של החקלות.

באלטרנטיבה זו נכללות הפונקציות הבאות:-

א. הגנות ופיקוד אוטומטי

נוסף לפונקציות ההגנה והפיקוד האוטומטי לגבי התחנות והבריכות והמגדלים המתוארים באלטרנטיבה 1, יבצעו לפי אלטרנטיבה זו הפונקציות הבאות:

- פיקוד אוטומטי על סגירת המגוף הנמצא בצד היציאה ממאגר בית וגן במקרה של פיצוץ באחד מקווי המים, דהיינו במקרה של ירידה פתאומית של הלחץ בנקודות ההסתעפות מס' 4 ו-12.

- פיקוד אוטומטי על מתקני הכלורינציה לפי ספיקת המים (ר' פרק ז').

ב. מרכז הבקרה

נוסף לאינדיקציות שפורטו באלטרנטיבה 1, יועברו למרכז הבקרה הנחונים הבאים:

- הלחץ בצומח מס' 7 או 8.
- הלחץ בצומח מס' 12.

- אות התראה מהמתקנים באזור בית וגן מצביע על קיום אחד
התנאים הבאים:
 - מצב בלתי תקין של אחת היחידות בבוסטר בית וגן 1
(אזעקה).
 - מצב בלתי תקין של אחת היחידות בבוסטר בית וגן 2
(אזעקה).
 - הפסקת חשמל באחד המתקנים.
 - עומד מסוכן באזור לחץ גבוה בית וגן, כלומר מפלס
נמוך מדי (נמוך יותר מהמפלס המפעיל את התחנה) או עומד
גבוה מדי.
- אות התראה מהמתקנים באזור רוממה, המצביע על אחד מהתנאים
הבאים:
 - מצב בלתי תקין של אחת היחידות בבוסטר רוממה.
 - הפסקת חשמל.
 - אות התראה כנ"ל מהמתקנים בקריה מנחם.
 - אות התראה כנ"ל מהמתקנים בגבעת שאול.
- אות התראה מהמתקנים באזור הר הצופים המצביע על קיום
אחד התנאים הבאים:
 - מצב בלתי תקין של אחת היחידות בבוסטר הר הצופים
(לחץ בינוני).
 - מצב בלתי תקין של אחת היחידות בבוסטר הר הצופים
(לחץ גבוה).
 - הפסקת חשמל באחד המתקנים.
 - עומד מסוכן באזור לחץ גבוה הר הצופים.
 - מפלס מסוכן בבריכת גבעה צרפתית.
- אות התראה מהמתקנים באזור שרפת המצביע על קיום אחד
התנאים הבאים:
 - מצב בלתי תקין באחת היחידות בבוסטר שרפת.
 - הפסקת חשמל באחד המתקנים.
 - עומד מסוכן באזור לחץ גבוה שרפת.
- אוחות התראה מכל אחת מהבריכות שוברות הלחץ, באזור הלחץ
הנמוך, במקרה של מפלס מסוכן (גבוה יותר מהמפלס המוגן
ע"י המגוף והמצוף).

4. תיאור הפעלת המערכת לפי אלטרנטיבה 3 (ר' שרטוט מס' 26)
 אלטרנטיבה זו שונה משתי האלטרנטיבות האחרות בכך שבמרכז הבקרה
 תתקבל אינפורמציה מושלמת ומדויקת יותר על מצבו של כל מחקן
 ומחקן. במקום שיתקבלו בהתאם לאלטרנטיבה מס' 2 אותות החראה
 מקבוצת מחקנים, תתקבל כאן אינדיקציה של מצב הפעולה בכל יחידת
 שאיבה בנפרד, וגובה פני המים בכל בריכה.

באלטרנטיבה זו נידחת האפשרות למפעיל במרכז הבקרה להתערב
 בהפעלת יחידות השאיבה כהכרעה מעל לפיקוד האוטומטי שלהן,
 כלומר, הפעלה והפסקת יחידות שאיבה במקרים מיוחדים. במות
 ואופי האינפורמציה יאפשרו גילוי יותר קל ומהימן של תקלות
 במערכת הספקת המים.

באלטרנטיבה זו נכללות הפונקציות הבאות:-

א. הגנה ופיקוד אוטומטי

פונקציות ההגנה והפיקוד האוטומטי אינן שונות מאלה שחוארו
 באלטרנטיבה 2. כל מחקני הכלורינוציה יפעלו אוטומטית לפי
 כמות הכלור הנוחר ולפי הספיקה.

ב. מרכז הבקרה

נוסף לאינדיקציות שפורטו באלטרנטיבה 2, ישודרו אל מרכז
 הבקרה הנתונים הבאים:
 הלחץ בצמתים:-
 - צומת מס' 0.
 - צומת מס' 4.
 - צומת מס' 7 או 8.
 - צומת מס' 12.

מפלסי המים באזור הלחץ הגבוה:-

- מגדל רוממה.
- בריכת בית הכנסת בית וגן.
- בריכת גבעה צרפתיית.
- מגדל קריית מנחם.
- מגדל גבעת שאול.

אותות התראה מכל אחת מהברכות שוברות הלחץ, באזור הלחץ הנמוך, במקרה של מפלס מסוכן (גבוה יותר מהמפלס המוגן ע"י המגוף המצוף).

אינדיקציה על מצב פעולה (בפעולה, במנוחה, מצב בלחי חקין) של כל אחת מהיחידות בבוטרים הבאים:-

- בוטרים בית וגן 1 ו-2.

- בוטרי רוממה.

- בוטרים הר הצופים 1 ו-2.

- בוטרי קריית מנחם.

- בוטרי גבעת שאול.

- בוטרי שרפת.

5. מרכז הבקרה

א. תפקידים ויחידות

למפעיל הנמצא במרכז הבקרה של מערכת המים העירונית חסופק האינפורמציה השוטפת הבאה:-

מצב פעולה המתקנים, לחצי העבודה בנקודות רגישות שברשת, מפלסי המים בבריכות ובמגדלים, הספיקות בנקודות ההזנה למערכת ההספקה בעיר.

אינפורמציה זו תחן למפעיל ידיעה מלאה על מצב ההספקה בכל אזור ואזור, ועל קצב השתנותה של הצריכה באזורים השונים.

על סמך אינפורמציה זו, יוכל המפעיל להחליט על מסורי ההפעלה של המתקנים. כמו כן, ידע המפעיל על תקלות במערכת ההספקה ומהותן, ויוכל להפנות את צוותי האחזקה למקום החקלה באופן מידי. דבר זה ימנע בעד איבודי מים מיותרים ובעד שיבושים בהספקת המים לצרכנים. במקרים של תקלות רציניות יותר, יוכל המפעיל לשנות גם את משטר ההפעלה. יחידותיה של בקרה מרכזית כזו הינן:-

- תפעול יעיל מבחינה הידראולית של מערכת המים ואבטחת הספקה סדירה לצרכנים.

- תפעול יעיל של מערכת המים מבחינת הסכון באנרגיה.
- שליטה על החקלות ואיתורן המהיר.
- הסכון בכח אדם.

ב. צ י ו ד

יש להבדיל בין ציוד לצרכי פיקוד ופיקוח לבין ציוד לצרכי קשר. במרכז הבקרה יתקבלו הנחונים בצורה גרפית ע"י מקלטים רושמים. אוחות ההתראה יתקבלו בצורה ויזואלית - ע"י מנורות סמוך, ו/או שמיעתית - ע"י פעמון או צלצול טלפוני.

- על מנת להבטיח טיפול סדיר ויעיל במערכת, מוצע לצייד את מרכז הבקרה באמצעי קשר כדלקמן:
- קשר טלפוני נל"ן למשרדי "מקורות" ברמלה.
- קשר אלחוטי עם הניידות של חוליות האחזקה.
- קשר טלפוני רגיל של הדאר - מינוי אחד או שנים.
- קשר טלפוני עם מהנדס המים של העיר - שלוחת מרכזיית הטלפון של עיריית ירושלים.

ג. אמצעי תקשורת

אמצעי התקשורת לצורכי פיקוד ופיקוח מרחוק יהיו ברובם קווי קשר של הדאר, בשכירות. אמצעי התקשורת לצורך פיקוד אוטומטי והגנה של תחנות השאיבה לפי המצב בבריכות הקרובות לכך יהיו קווים, או כבלים פרטיים.

הערכה תקציבית למערכת פיקוד ופיקוח 6.

- הערכה תקציבית זו כוללת את ההשקעות הדרושות עבור:-
- ציוד להגנה ולפיקוד אוטומטי.
- ציוד לפיקוד ולפיקוח מרחוק.
- ציוד מדידה מרחוק.
- אמצעי תקשורת הכוללים קווי דאר, כבלים וכו'.
- התקנת הציוד הנ"ל.

לא נכללו בחקציב זה ההשקעות הדרושות במבנים, בסידורים פנימיים של מרכז הבקרה, באמצעי קשר דבור במרכז הבקרה ובשינויים בפיקוד פנימי בתחנות השאיבה הקימות לשם התאמתן לפיקוד אוטומטי ולפיקוד מרחוק.

- המחירים כוללים בצ"מ בשיעור של 20%.
- א. ההשקעות הדרושות לפי אלטרנטיבה 1. סה"כ 290,000 ל"י.
- ב. ההשקעות הדרושות לפי אלטרנטיבה 2. סה"כ 430,000 ל"י.
- ג. ההשקעות הדרושות לפי אלטרנטיבה 3. סה"כ 760,000 ל"י.

ה מ ל צ ו ת 7.

מומלץ על ביצוע מערכת פיקוד ובקרה בהתאם לאלטרנטיבה מס' 2, הפונקציות הנכללות במערכת המומלצת יחאימו לדרישות ההפעלה של מערכת הספקת המים ע"י שליטה מספקת של מרכז הבקרה חוץ השקעות מינימליות.

במידה ומגבלות חקציביות לא יאפשרו את ביצועה של אלטרנטיבה 2 בשלב הראשון ניתן לבצע תחילה את המערכת לפי אלטרנטיבה 1 ולהשלימה בהדרגה, או לאחר תקופה מסוימת, על ידי תוספת המתקנים הדרושים למילוי הפונקציות המתוארות באלטרנטיבה 2.

ההשקעה הגדולה הדרושה לביצוע מערכת פיקוד ובקרה לפי אלטרנטיבה 3 לא נראית כמוצדקת, מאחר ויחרונוחיה לעומת אלטרנטיבה 2 קטנים יחסית.

פ ר ק ז'1. ה ק ד מ ה

מאז הגשת תכנית האב לבקרה חברואתית של הספקת המים לירושלים המערבית תה"ל באפריל 1967, חלו תמורות המהיבות שינוי גישה לבעיה זו.

נוספה רשת מים ישנה במזרח העיר אשר יש להגן עליה מפני זיהום. העיר נעשתה מוקד לחיירות וצומת תחבורה חשוב. מטעמים אלה צריכה העיריה לדאוג באופן מיוחד לאיכות התברואתית של המים בעיר.

איכות המים המסופקים לעיר ע"י חב' "מקורות" מנחה בדרך כלל את הדעת, מבחינת תכולתם הכימית והבקטריולוגית, אך ישנם מקורות מים החשודים בזיהום. תכולת החומרים המומסים במים המגיעים לצרכן משתנה בעונות השנה ואף בין יום ללילה. במערכת ההספקה בעיר ישנן נקודות פגיעות לזיהום; ישנן תקופות בהן משתהים מים במאגרים במשך שבועות ובקוי ההספקה העירוניים למעלה ממחצית היום.

בפרק זה ניתנים פרטים על איכות המים המסופקים כיום ועל איכותם החזויה בעתיד, וניתנות המלצות על האמצעים לשמירת איכותם והאמצעים לבקרה שוטפת של טיבם.

2. מקורות ההספקה כיום ובעתידא. מקורות ההספקה בעשור הקרוב (1970-1980)

המים אשר יסופקו כיום לירושלים ובמשך העשור הקרוב יבואו מחמש קבוצות של מקורות:

(1) מי המפעל הארצי

מי המפעל הארצי הנשאבים באמצעות תחנה חולדה שעל קו הירקון המזרחי, מהווים היום, ויהוו במשך כ-10 השנים הבאות, כ-20% מכלל מי ההספקה לירושלים. בחורף מגיע חלקו של המפעל הארצי בהספקה זו לכדי 35%, ויורד בקיץ לכדי 7%.

הרכב מקורות המים הנשאבים היום ע"י תחנת תולדה הוא: 60% מי כנרת ו-40% מי קדוחים של שפלת החוף, החל מעמק חפר ועד שפלת לוד. דרישות חקלאיות קבעו כי ריכוז הכלורידים במים אלה לא יעלה על 250 מ"ג לליטר, ובכך קבעו גם את יחסי המיהול בין מי הכנרת, שמליחותם גבוהה יחסית, לבין מי הקדוחים.

לעומת זאת, משתנים מקורות מי המיהול עד כדי כך שלא ניתן לקבוע את הרכב המים המדויק הצפוי ממקור זה, אלא במה שנוגע לריכוז כלורידים. הטיפול החברואתי במי המפעל הארצי נעשה במרוכז בצפון הארץ ובראש העין.

(2) קידוחי ההר הנמוך

קידוחי ההר הנמוך נמצאים בעיקר לאורך הכביש המשני לירושלים, בין צמחוח נחשון-הרטוב-שער הגיא. קדוחים אלה מספקים היום כ-50% מכלל המים המובאים לעיר. חלק זה ירד עד שנת 1980 לכ-40%.

קדוחים אלה כוללים את קדוחי כפר אוריה המערביים והמזרחיים (לאורך כביש נחשון-הרטוב) ואת קדוחי אשתאול (לאורך כביש הרטוב-שער הגיא). כל הקדוחים האלה שואבים מאקוויפר כלוא ועל כן אין בדרך כלל לחשוש לאיכותם החברואתית.

(3) קדוחי עין כרם

קדוחים אלה נמצאים בעמק נחל שורק העליון, הגובל את העיר בצידה הצפון-מערבי, ובעמק רפאים. הם מספקים כיום וימשיכו לספק בעשור הבא כ-30% מכלל המים המובאים לעיר. בקיץ עולה שיעור זה עד ל-50%, אך יורד בחורף כמעט לאפס. יש להניח שחוך 10 שנים יפותח מקור מים זה עד למלוא כושר ניצולו. פיתוח שדה קדוחים זה נעשה בדרך כלל ממערב למזרח, לאורך הנחלים שורק ורפאים. מי קדוחים אלה ומי עין פרא (ראה להלן) הניזונים מאקוויפר שוון, הם המחוקים והטובים ביותר מבחינה כימית מכל המים המסופקים לירושלים.

מבחינה תברואתית, נמצאים קדוחי עין כרם באתר גרוע. שפכי ירושלים הצפוניים מתנקזים לנחל שורק והדרומיים לנחל רפאים. כיום זורמים השפכים ברוב ימות השנה באפקי הנחל, וביתר הימים מנוצלים במדרונותיו להשקיית עצי פרי. בגלל הנקבוביות הגדולה של אפיק הנחל ושכבות אבן הגיר, מחלחל חלק מהשפכים לתוך מי התהום ללא תהליך סינון יעיל. פעולות לאיסוף השפכים הינן בביצוע ופעולות לטיהורם והובלתם אל מעבר לאזור קדוחי עין כרם הינן בתכנון. עד לסילוק השפכים מאזור הקדוחים יש להתייחס למקור מים זה כלמקור חשוד בזיהום.

(4) מעין עין פרא

מעין עין פרא זה מפיק מים באיכות דומה מאד לזו של קידוחי עין כרם. אחר נביעה המעין מוגן בפני שטפונות, סתף ופעולות בני אדם באמצעות מבנה בטון, אשר הופך אותו כמעט למקור מים סגור. יש להתייחס למקור מים זה כמקור מוגן במוצאו מבחינה תברואתית. מקור זה יספק בשנת 1970 כ-3% ממי ההספקה בירושלים, ויורד עד 2% ב-1980.

בתחנה עין פרא 3 בקרבת עגתא נמצאה תחנת כלורינציה הכוללת מקום לשני כלורינטורים (אחד רזרבי). אחד הכלורינטורים החקלקל ופורק לצורך תיקונים. מנת הכלור הניחנה בקביעות היא 0.4 מג"ל, והיא מוזרקה לתוך בריכת היניקה הפתוחה. זרם קטן מקו הסניקה מועבר על-יד תחנת הכלורינציה כדי לאפשר בדיקה נוחה של כלור נותר. בדיקה זו נעשית לעתים בשיטת אורתוטולידין במטרה לשמור על מנת כלור נותר של 0.2 מג"ל. קיים גם ארגז לשעת חירום של היפוכלורית בצורת אבקה. אין נחונים בידינו על האיכות הבקטריולוגית של מי קידוחי עין קלט ועין פרא. נראה כי התכנון, הביצוע והאחזקה של מערכת שאיבה זו מניחים את הדעת.

בסקירה שטחית לא נראו לנו מקורות אפשריים לזיהום, מלבד זיהום בזדון. זמן המגע הניתן מתחנת עין פרא 3 עד הבריכה בגבעה הצרפתית, בהחשב בזרימה של כ-150 מק"ש, הוא כ-20 דקות. הבריכה הנ"ל היא מכוסה ונראית במצב תקין. הספקת המים בסירוגין לאזורים שונים של העיר המזרחית כפי שהיתה נחונה לפני המלחמה, וודאי ברמה לבעיות החזקה ברשת וכן לבעיות חברואיות, במיוחד עקב אגירה בבורות מים פרטיים רבים. מאידך, לא ידוע לנו על מקרי מביפות המופצות ע"י מי שתייה שקרו בחלק המזרחי של העיר בעשר השנים האחרונות.

(5) קדוחי נחל קדרון

בהמשך הפיתוח מזרחה של שדה קידוחי "עין כרם", קיימת אפשרות קדיחה בגיא בן-היגום ובנחל קדרון העליון. לפי הערכה, יפיקו קדוחי נחל קדרון כ-7% מכלל מי ירושלים עד שנת 1980, כאשר חלקם בהספקת מים לעיר יגדל בקיץ עד 12%. יש להעריך כי איכות המים האלה יהיו דומים מאד מבחינה כימית למי קידוחי עין כרם ולמי מעין עין פרא. מבחינה חברואית, יהיה צורך להגן עליהם על ידי הארכה הדרגתית של מאסף הביוב הראשי היורד לאורך הנחל, והמסתיים היום בחוף גבולות העיר החדשים.

ב. הרחבת כושר ההספקה 1980-2000

בהתאם לתחזיות, תעלה חצרוכת המים בירושלים לאחר שנת 1980 על כושר ההולכה הנוכחי של מערכת ההספקה ויהיה צורך להקים מתקני הספקה נוספים לעיר. נראות לעין שלוש אפשרויות לחוספת הספקה זו כדלהלן:

אלטרנטיבה א' - הספקה מהמזרח

אחת האפשרויות היא לפתח שדה קדוחים במורדות הרי יהודה בין ירושלים לבקעת הירדן וים המלח, כדי לחפוש את מי התהום לפני שהם ממליחים בדרכם לים המלח. בהתאם לאפשרות זו (המכונה אפשרות א' בפרקים הקודמים) יסופקו כ-3000 מק"ש במשך 8400 שעות בשנה באופן קבוע (קיץ וחורף, יום ולילה) ממפעל מזרחי זה ישירות לירושלים, בעיות התברואה של מים אלה מאד חלויות באופן הפקתם, אם ממקור מים פתוח, או ממי תהום.

אלטרנטיבה ב' - קו מקביל שלישי

אפשרות שניה היא הנחת קו שלישי מהשפלה לירושלים והספקת החוספת הדרושה ממי המפעל הארצי. במקרה זה תיגדל כמוח המים המגיעה ממקור זה לכדי 50% מכלל המים המסופקים לעיר, כאשר השיעור הקייצי יעלה מ-6% בשנת 1980 לכדי 45% בשנת 2000.

3. איכות חזויה של המים

א. הרכב כימי טיפוסי של מי המקורות השונים

(1) כ ל ל *

מבחינת הכולח המלחים המומסים מתפלגים מקורות המים שיסופקו לירושלים לשש קבוצות:
 המפעל הארצי
 קדוחי כפר אוריה
 קדוחי אשתאול-הר טוב
 קדוחי עין כרם ונחל קדרון
 מעין עין פרא
 המקור החדש 1985.

(2) מי המפעל הארצי

כפי שהוזכר, מורכבים מי המפעל הארצי ממי כנרת המהולים במי קדוחים של שפלת החוף. ריכוז הכלורידים המירבי במערכה זו נקבע כ-250 מ"ג/ל' אך לא ניחן לקבוע במדויק ריכוז יתר המרכיבים מהסיבות דלקמן: ריכוז הכלורידים במי הכנרת אינו קבוע ולפיכך משתנה היחס בין הכמויות הנמהלות; היחס בין ריכוז הכלורידים לריכוז המרכיבים האחרים במי הקידוחים השונים המשמשים למיהול אינו אחיד, ומי המיהול לא מופקים המיד מאותם הקידוחים.

(3) מי מעין עין פרא

בדיקה כימיות של מי מעין עין פרא נלקחו לאחרונה בשנת 1962 בעת הכנת הדו"ח ההידרוגיאולוגי של החברה האנגלית רופ' את רפרטי עבור ממשלת ירדן.

להלן טבלא המסכמת את תחום תכולת המרכיבים הכימיים
הנמצאים במי הקדוחים ובמי מעין עין פרא בריכוזים
גדולים בהתאם למקורות:

מרכיב/מקור	מעין עין פרא	קדוחי עין כרם 1,2,3,4,5,6,9 10,13,14,15	קדוחי אשחאול 1,2,3,4 הר-טוב 3	קדוחי כפר אוריה 9א', 5,6,9, 3,4
כלורידים-מ"ג/ל'	20-30	20 - 40	60-130	110-400
דו פחמת-	200-230	240 -290	320-350	310-380
סידן -	40-70	50 - 60	60-80	60-100
מגנזיום-	10-20	20 - 30	30-40	30-40
נחון -	5-20	10 - 20	40-90	80-250
גפרת -	0-40	5 - 15	20-50	50-90
חומר נמס כללי- מ"ג/ליטר ב-180 ⁰	250-360	260-300	410-550	540-1050
מוליכות חשמלית- מילימהו לס"מ	-	470-510	730-970	890-1800
קשיות:מ"ג/ליטר כפחמת הסידן:-	-	-	-	-
כלליה	-	20-260	300-325	300-425
פחמחית	-	20-240	265-290	250-310
לא פחמחית	-	0-40	25-35	35-115

הערות לגבי הטבלה

- (1) לגבי הקידוחים שנרשמו, הטבלה כוללת רק את נתוני הקידוחים המספקים מים לכיוון ירושלים.
- (2) כדאי לציין שהכולת המלחים במי הקדוחים היא יציבה למדי, ועד היום לא נחגלחה נטייה לעלייה או לירידה במליחות.
- (3) החחומים למי עין פרא הורכבו מ-4 בדיקות בלבד משנת 1962.
- (4) באופן כללי ניחן לראות כי מי המעיין דומים מאוד למי קדוחי עין כרם, אך עולם עליהם בטיבם.
- (5) ניחן לראות כי המים הינם בדרך כלל מחוקים יחסית, וכי קיימת עליה הדרגתית בריכוז המלחים ממזרח למערב.
- (6) (-) מסמן ערך שלא נמדד.

הטבלה הבאה מסכמת את תחום תכולתם של המרכיבים הנמצאים במי הקדוחים בריכוזים קטנים, אך מהווים גורם בעל חשיבות תברואחית. לגבי מי מעיין עין פרא אין נתונים בידינו על מרכיבים אלה מלבד חנקת, שנמדדה פעם אחת בלבד ונמצאה בריכוז גבוה היינו 12 מג"ל.

טבלה מס' 6

מרכיבים בעלי חשיבות תברואחית במי הקדוחים

קידוחי כפר אוריה	קידוחי אשחאול-הרטוב	קידוחי עין כרם	היחידה	ת י א ו ר
				טמפרטורה-מעלות צלסיוס
24-29	-	21-23	-	
0.4 - 0.7	-	-	מ"ג לל'	מימן גופריחי
10-27		15-18	"	דו-חמצן הפחמן
7.20- 8.95	-	7.30-7.35	-	הגבה ב-25 ⁰
7.20- 7.22	-	7.33-7.40	-	הגבה רוויה
0.9 - 7.2	-	6.9 -8.2	מ"ג לל'	חמצן
0.11- 0.66	-	0.15-14.6	"	צריכה חמצן כימית (לפי פרמנגנט)
0.007-0.025	-	0.01-0.21	"	ברזל
0	-	0.07-0.96	"	מנגן
-	0.01-0.06	0.07-0.18	"	דטרגנטים) לפי (א.ב.ס.)
0.7 - 1.0	0.3 -0.5	0.1 -0.2	"	פלואוריד
0.04 -0.51	0	0.01-0.06	"	אמוניה
0 -0.08	-	0.07-0.14	"	אמוניה אלבומינואידית
0 -0.01	-	0-0.005	"	חנקית
0 -2.6	1.9-14.1	5 -10	"	חנקת

הערות: (-) מסמן "לא נבדק"

המרכיב התברואחי המסתמן כחשוב ביותר מטבלה מס' 6 הוא ריכוז כולל של אמוניה בסביבת 0.1 מ"ג לל' בקידוחי עין כרם וכפר אוריה. יש להעיר כי ריכוז הפלואוריד הוא בתחום הרצוי. הריכוז הגבוה של צריכה חמצן כימית (14.6 מ"ג לל') הופיע בקידוח עין כרם 1 לאחר שטפון. בדרך כלל נראית ירידה בריכוז החנקן ממזרח למערב (ראה הטבלה הבאה). ריכוז החנקן במי מעין עין פרא הוא גבוה עוד יותר מזה הנמצא בקדוחי עין כרם. הריכוז הפוסל לגבי מרכיב זה הוא 45 מ"ג לל' לפי החקן הנוכחי ועל כן הריכוזים האלה (10-12 מ"ג לל') אינן מעוררים דאגה, אך ראויים לחשומת לב לעתיד.

הטבלה הבאה מסכמת את התכולת הממוצעת של המרכיבים הכימיים בארבע הקבוצות של מקורות המים. ריכוז המרכיבים במים המסופקים באמצעות תחנה חולדה נאמד על יסוד ההנחה כי ריכוזם נמצא ביחס ישיר לריכוז הכלורידים במי הקדוחים. הנחה זו אינה מדוייקת ויש להניח שהריכוזים המוערכים הם על הצד הגבוה.

טבלה מס' 7

הרכב כימי ממוצע של מקורות המים

הערה: כל המרכיבים הם ביחידות של מ"ג לל' אלא אם כן סומן אחרת

מקור המים				מרכיב
קידוחי כפר אוריה ותחנת חולדה	קידוחי אשתאול	קידוחי עין-כרם	מעין עין פרא	
1280	850	480	-	מוליכות חשמלית-מילמהו לס"מ
790	500	290	310	סה"כ מוצקים - ג-180 ⁰
250	90	25	23	כלורידים
340	310	235	-	קושיות כללית-מ"ג לל' כפחמת הסידן
270	275	215	-	" " קושיות פחמתייה-
70	35	20	-	" " קושיות לא-פחמתייה"
330	340	270	215	דו-פחמת
70	70	55	55	סידן
40	30	25	17	מגנזיום
150	60	10	10	נחון
70	30	9	16	גופרה
28	-	22	-	טמפרטורה - מעלות צלסיוס
0.5	-	-	-	מימן גופריחי
14	-	17	-	דו חמוצת הפחמן
7.7	-	7.33	-	הגבה, 25 מעלות (אין יחידות)
7.2	-	7.38	-	הגבת רוויה (" ")
5	-	8	-	חמצן מומס
0.35	-	6	-	צריכת חמצן כימית (לפי פרמנגנט)
0.01	-	0.07	-	ב ר ז ל
0	-	-	-	מ נ ג נ
-	0.02	-	-	דסרגנטיים לפי א.ב.ס.
0.7	0.4	0.1	-	פלואוריד
0.20	0	1.04	-	אמוניה
0.04	0	0.04	-	אמוניה אלבומינואידית
0.002	0	0.001	-	תנקית
0.5	7	8	*12	תנקת

* בדיקה אחת בלבד
(-) מסמן "לא נמדד"

ב. איכותם התברואתית של מי קידוחי עין כרם

חשיבותו של מקור מים זה בהספקת מים לירושלים ורגישותו לזיהום מחייבים חשומה לב מיוחדת. כיום מנוצלים שבעה מקידוחי עין כרם (קידוחים מס' 1,2,3,4,6,9,10-1). ארבעה קידוחים נוספים (מס' 10,12,13,15 וקידוח ירושלים 1) נקדחו וחלקם יופעל בתקופה הקרובה.

ארבעה מקידוחי עין כרם המפיקים כיום מים (קידוחים מס' 1,4,6,9) מצוידים במתקני כלורינציה.

מינון הכלור הניחן בהם הוא כדלקמן:-

טבלה מס' 8 - מינון הכלור הקיים בקידוחי עין כרם

קדוח מס'	1	4	6	9
מנת כלור - מ"ג לל'	0.5	0.5	0.3	0.4

קידוחים 2 ו-3 אינם מצוידים במתקני כלורינציה. קידוח 14 נמצא לאורך הקו המחבר את קידוח 9 לקו הראשי, ומימיו מוכנסים ישירות לקו המחבר אשר כבר מכיל כלור.

זמן המגע המשוער הקיים, מהכנסת הכלור ועד לרגע שריכוז הכלור ידולל במי הקו הראשי, או לרגע שהמים נכנסים להספקת בעיר, הוא כדלקמן:-

טבלה מס' 9 - זמן המגע בקווי ההזנה מקידוחי עין כרם

ה ע ר ו ת	זמן מגע בדקות	קידוח עין - כרם
הספקת לבי"ח הדסה	13	1
אינ מתקן כלורינציה	0	2
אינ מתקן כלורינציה	0	3
הספקת לבי"ח הדסה	2	4
חיבור לקו הראשי $\phi 24$ "	11	6
חיבור לקו הראשי $\phi 18$ "	15	9
חיבור ישיר לעיר. אינ עדיין בפעולה	20	10ז
חיבור ישיר לעיר. אינו עדיין בפעולה	20	12
חיבור ישיר לעיר. אינו עדיין בפעולה	12	13
חיבור לקו הראשי $\phi 18$ "	10	14
חיבור לקו הראשי $\phi 18$ ". אינו עדיין בפעולה	20	15
זמן המגע מחושב לקו מחבר $\phi 10$ ".		

מי קידוחי עין כרם נחונים במצב מיוחד מבחינה נגיפיים, כי בחקופת הפעלתם בקיץ מושקית סביבתם בקולחים. עובדה זו דורשת מספקי המים זהירות מיוחדת, המחויבת החמרה מעל הדרישות הרגילות של החקן.

המים מקידוחי עין-כרם מכילים ריכוז כולל של אמוניה הנע בין 0.08 מ"ג לל' בקידוח עין כרם 3 עד 0.11 מ"ג לל' בקידוח עין-כרם 1, ועד 0.20 מ"ג לל' בבדיקה חד-פעמית שנעשתה בקידוח החדש עין-כרם 15. ריכוזים אלה אינם מעלים חשש לגבי איכותם הכימית של המים. מאידך, מספיקה מנות הכלור הניתנות עכשיו בקידוחי עין-כרם במינון הנע בין 0.3 ל-0.5 מ"ג לל', למים המכילים ריכוז אמוניה של 0.1 מ"ג לל' לייצור כלור קשור בלבד.

אין עדיין בדיקות כלור נותר בקו המחבר אחרי זמן המגע הקיים, אולם יש להניח כי הכלור הנוותר אחרי זמן המגע הוא 0.3 מ"ג לל' כלור קשור וידוע כי שאריה זו מספיקה לחטוי המים מחידקי קולי, אחרי זמן מגע של 10 דקות, אולם אינה מספקת לחיטוי נגיף דלקת הכבד.

בזמני המגע של 10 עד 20 דקות העומדים לרשותנו, יש צורך בשאריה כלור חופשי של 0.5 מ"ג לל' על מנת לטהר את המים מנגיף זה.

ג. נקודות נגישות במערכת ההספקה

להלן מספר בעיות חברואיות שיש לקחת בחשבון בשמירה על איכות התברואיה של מי ההספקה:

(1) מהירות הזרימה בשעות הלילה בקווי ההספקה שאינם משמשים הזנת המאגרים והבריכות היא בדרך כלל איטית.

יש להקדיש תשומת לב לבקרה השוטפת של טיב המים בקוויים אלה, כי שהייה מים ממושכת בושח גורמת לתופעות בלתי-רצויות, כגון היעלמות שאריה הכלור, התפתחות חידקים, ושיחוך בצנרת.

(2) מאגר בית וגן הוא מאגר פתוח בעל נפח 88,000 מ"ק ועומק של 11 מ'. הוא משמש כמאגר האופרטיבי העיקרי לאיזון ספיקה יום ולילה וימות השבוע. אחר המאגר, ובו צנרת ותחנת שאיבה, הוא מגודר, וגם קירות המאגר מגודרים. כיום גבנים בתים בשטחים הפרטיים הצמודים לשטח המאגר. בגלל החלפה חכופה של המים במאגר, לא נגלו בעיות חברואה מיוחדות מחוץ להצטברות משקע סחף בתחתיתו. יש לציין כי מאגר פתוח גדול כזה מהווה מקום רגיש במערכת מבחינה חברואתית. הוא נחנך בסכנת זיהום מצד עופות ובעלי חיים אחרים; חלים בו איבודי כלור נותר וקיימת סכנה של פריחת אצות.

איכות המים הדרושה

4

בניגוד לרוב הסטנדרטים הישראליים האחרים, המסווגים כ"חקן", מוגדר הסטנדרט הישראלי כ"גליון הדרכה" בלבד, ועל כן אין לו חוקף של חקן.

גליון הדרכה זה (ג.ה. מס' 183, מרץ 1963) מתבסס באופן כללי על "החקן הבינלאומי למי שתייה" של הארגון העולמי לבריאות, משנת 1958. מאז חודש החקן הבינלאומי בשנת 1963. ג.ה. 183 אינו כולל ערכים מסוימים חשובים הכלולים בחקן הבינלאומי משנת 1963. לא נזכרה בו הדרישה לגבי איכות בקטריולוגיה של המים בחוץ המקורות, אלא של מי ההספקה בלבד. החקן הבינלאומי המחודש דן בבעיה זו, ומסווג את מקורות המים מבחינה הדרישות לאיכות בקטריולוגיה בהתאם לטיפול שהמים מקבלים לפני הכנסתם לרשת. כיוון שהטיפול היחידי הניחן למי ההספקה לירושלים הוא כלורינציה, נדון רק בסעיף המתאים בחקן הבינלאומי. החקן הבינלאומי קובע את ריכוז התידיקין המותר במים גולמיים, אשר הטיפול בהם הוא כלורינציה בלבד, כדלקמן-8

חידקי קוליפורם: לא יותר מ-50 למאה מ"ל.
 הגדרת המונח "חידקי קוליפורם" היא כל החידקים הגורמים לתוצאה חיובית ב"מבחן השלם". אם לא נבדקו המים במבחן זה, יילקחו תוצאות "המבחן המאשר" או "המבחן המוקדם" כאילו היו תוצאות המבחן השלם.

חידקי קולי המעיים: לא יותר מ-40% מהתוצאות החיוביות לגבי חידקי קוליפורם יהיו גם חיוביות לגבי המבחן ל"קולי המעיים". בהתאם לפרקטיקה נוכחית, המבחן לקולי המעיים הוא ה"מבחן בטמפרטורה גבוהה". אם לא נבחנו הדגימות החיוביות לגבי חידקי קוליפורם במבחן זה, יש לחשוש שהן גם חיוביות לגבי קולי המעיים.

א. דרישות כימיות

הדרישות הכימיות למי שתייה בהתאם לג"ה 183 מחלקות לשני סוגים:-

- דרישות מסוג א' - ריכוזים פוסלים לשתייה מסיבות בריאות;
- דרישות מסוג ב' - ריכוזים מירביים רצויים.

החקן הבינלאומי מחלק את הדרישות האלה לשלושה סוגים, כאשר בשלישי ישנן שתי חת חלוקות:-

- (1) רעלים
- (2) חומרים מזיקים לבריאות
- (3) חומרים מקלקלי טעם המים
 - (3.1) ריכוז מירבי מותר
 - (3.2) ריכוז מירבי רצוי.

בגלל הפשטות של החקן הישראלי הוחלט לסווג כאן את הדרישות לגבי מי ירושלים באופן מקביל, אולם להחאים כל דרישה לחנאים מיוחדים של ירושלים.

ב. הצעת חקן לטיב המים בירושלים מהבחינה הכימית

לאחר בדיקה שני החקנים האמורים, מציעים המתכננים לקבוע אח רמת הדרישות לטיב מי ההספקה בירושלים כדלקמן:-

בטבלה הבאה מסווג תחום הכולוח החומרים השונים המירבי או הפוסל את השימוש במים לשתייה. הטבלה מלווה בהערות מסבירות.

הצעה לדרישות כימיות לגבי מי ההספקה לירושלים

מס' הערה (*)	ריכוז פוסל		ה מ ר כ י ב	מס'
	מירבי רצוי	מ"ג לל'		
(1)	-	1.0	בריום	א'
(2)	-	45	חנקת	ב'
(1)	-	0.05	כרום שש-ערכי	ג'
(1)	-	0.01	סלן	ד'
(1)	-	0.05	עופרת	ה'
(1)	-	1.5	פלואוריד	ו'
(1)	-	0.01	קדמיום	ז'
(3)	-	1500	כלל מוצקים	ח'
(1)	5	15	א ב ן	ט'
(4)	0.01	0.05	א ר ס ן	י'
(1)	50	150	מגנזיום	יא'
(4)	0.01	0.2	ציאניד	יב'
(1)	0.3	-	ב ר ז ל	יג'
(5)	200	-	גופרת	יד'
(6)	250	-	כלוריד	טו'
(7)	(1200)	-	מוליכות חשמלית (מילימהו לס"מ)	טז'
(1)	0.1	-	מ נ ג ן	יז'
(1)	1.0	-	נ ח ו ש ה	יח'
(1)	0.001	-	חרכובות פנול	יט'
(8)	0.2	0.5	זיהום אורגני לפי מיצוי מפחם פעיל	כ'
(8)	0.5	1.0	דטרגנטים לפי א.ב.ס.	כא'
-	-	(1000)	פעילות ביחא רדיואקטיבית: (מיקרומיקרוקירי)	כב'

ה ע ר ו ת:

(1) דרישות אלה שוות לדרישות של ג"ה (גליון הדרכה) 183 של מכוון החקנים הישראלי משנת 1963, ושל החקן הבינלאומי למי שתייה של הארבוך העולמי לבריאות מאותה שנה.

- (2) דרישה זו מופיעה בג"ה 183 כדרישה סוג ב', ז"א ריכוז מירבי רצוי. בחקן הבינלאומי צוין המרכיב כחומר ה"עלול להזיק לבריאות". מכיון שריכוז החנקת במי ההספקה לירושלים נע היום בין 1 ל-9 מ"ג לל', מוצע לעמוד על דרישה זו כ"ריכוז פוסל".
- (3) דרישה זו מופיעה בג"ה 183 כדרישה סוג ב' (ראה לעיל) בריכוז מירבי של 1000 מג"ל, ובחקן הבינלאומי צוין המרכיב כחומר אשר "מקלקל את טעם המים באופן בולט" בריכוז מירבי של 1500 מג"ל. מוצע לקבל את הגדרת החקן הבינלאומי במקרה זה, ולעמוד על דרישה זו כ"ריכוז פוסל" לגבי ריכוז מירבי רצוי, ראה הערה (7).
- (4) מרכיבים אלה מופיעים בחקן הבינלאומי כ"רעלים" אשר ריכוזם הפוסל הוא כפי שרשום בטבלה. בג"ה 183 מופיעים מרכיבים אלה גם בהחאם לריכוז מירבי רצוי, ולדעת המחכמים יש לעמוד על דרישה זו. לפי מיטב ידיעתם, טרם נבדקו מרכיבים אלה.
- (5) דרישה זו מופיעה בג"ה 183 כדרישה סוג ב' כריכוז מירבי רצוי של 250 מ"ג לל', ובחקן הבינלאומי כריכוז מקביל של 200 מ"ג לל', אשר יהיה מקובל על צרכנים. מכיוון שריכוז הגופרה במי ההספקה לירושלים נע כיום בין 10 ל-80 מ"ג לל', מוצע לעמוד על דרישת החקן הבינלאומי.
- (6) דרישה זו מופיעה בג"ה 183 כדרישה סוג ב' בריכוז מירבי של 500 מ"ג לל', ובחקן בינלאומי כריכוז מגביל של 200 מ"ג לל', אשר יהיה מקובל על צרכנים. מאידך, נקבע כי ריכוז הכלורידים המירבי בדרום הארץ צ"ל 250 מ"ג לל', והננו מציעים לעמוד על איכות זו כריכוז מירבי רצוי. ריכוז הכלורידים היום במי ההספקה לירושלים נע בין 25 ל-215 מ"ג לל'.

- (7) ראה הערה (3). לגבי ריכוז מירבי רצוי של כלל מוצקים, קובע החקן הבינלאומי ריכוז של 500 מ"ג לל' וג"ה 183 קובע 1000 מ"ג לל'. ריכוז כלל המוצקים במי הספקה לירושלים הוא כיום בתחום 400 עד 700 מ"ג לל', עם מקדם "מוליכות מחולק למוצקים" של 1.6. מכיוון שיותר קל וזול לבדוק מוליכות חשמלית, וכיוון שבמי ירושלים המקדם הזה הוא קבוע יחסית, מוצע לקבוע ריכוז מירבי רצוי של 1200 מילימהו לס"מ כגבול מוליכות חשמלית רצויה, שיקביל ל-750 מ"ג לל' חומר נמס כללי ב- 105° צלסיוס.
- (8) בדיקות אלו חשובות לגבי מי אגן עין כרם. הן יכולות להזהיר על חדירת שפכים לתוך הקידוח. ריכוז דטרגנט מעל 0.2 מ"ג לל' יתבע חיפוש אחרי גורם הזיהום.

ג. דרישות פיסיות

במקביל לדרישות הכימיות הנ"ל, יש להעמיד את דרישות הפיסיות הבאות:-
אסור שיהיו במים יותר מ-20 יחידות גיוון, ויותר מ-10 יחידות עכירות.

ד. דרישות מיקרוביולוגיות

לגבי דרישות מיקרוביולוגיות, נראה למחכננים כי יש לאמץ את החקן הישראלי, בהסתייגויות מסוימות:-
החקן הישראלי - ג"ה 183 - מחלק את החוצאות של בדיקות מי שתייה כדלהלן:-
(1) ראויים לשתייה: פחות מ-2 חידקי קוליפורם ב-100 מ"ל לפי המבחן המוקדם.
(2) חשודים: 2 עד 10 חידקי קוליפורם ב-100 מ"ל, לפי המבחן המאשר.
(3) מזוהמים: יותר מ-10 חידקי קוליפורם ב-100 מ"ל, לפי המבחן השלם.

ה. בקרה של איכות המים

א. הנחות יסוד

חב' "מקורות" אחראית להספקת המים לעיר בטיב של מי שתייה בנקודות חיבור של הרשת העירונית אין אחריות זו של הספק מסירה ממחלקת הספקת המים של עיריית ירושלים את אחריותה הישירה לטיב המים שהיא מספקת לצרכניה.
קרבתם הבלתי אמצעית של קידוחי עין כרם והחשד שהמים ממקור זה מזוהמים לפרקים, מחייבים פיקוח זהיר ומחמיד על מקורות ההספקה האלה.

ב. שיטות הבקרה

הבקרה על איכות המים הנוהל בשחי שיטוח אשר ישולבו כדי לקבל את היעילות המירבית בבקרה:-

- (1) רישום אוטומטי של מקדמי איכות המים במקרים שהאיכות משתנה באופן חכוף.
- (2) לקיחת דגימות לבדיקות במעבדה במקרים שהאיכות יציבה יחסית, או באחרים מסויימים כאשר אין מספיק ידע לקבוע אם יש צורך בהצבת רישום אוטומטי.

ג. סוגי הבדיקות והרישום

- מלבד הבדיקות אשר על העירייה לדרוש מחב' "מקורות", מוצעות הבדיקות הבאות שעל העירייה לבצע:
- (1) בדיקה בקטריוֹלוגיה - לפי המבחן המוקדם ובאם הוא חיובי גם לפי המבחן המאשר בשחי טמפרטורות (35 מעלות ו-44 מעלות צלסיוס*).
 - (2) בדיקת יציבות המים נגד שיתוך.
 - (3) רישום מוליכות חשמלית כמקדם מליחות המים - בנקודה אחת בלבד (ראה להלן).

ד. נקודות בקרה

- יש לחלק את הנקודות הקובעות לגבי הבקרה של איכות המים לקבוצות בהתאם למהות הבקרה הנדרשת, כדלקמן:-
- קבוצה א' - חיבורים על קוי ההספקה הראשיים:-
- חיבור 1 - חיבור גבעה שאול על הקו המנדטורי "18.
 - חיבור 3 - חיבור יפה נוף על קו יפה נוף "24.
 - חיבור 2 - חיבור הרצל על הקו המקביל "24.
- באם יונח קו מקביל נוסף ניתן להניח כי החיבורים הנ"ל יועברו מערבה:- חיבור גבעה שאול למוצא יפה נוף לביח וגן, והרצל להדסה.
- קבוצה ב' - חיבורים ישירים:-
- חיבור 4 - חיבור קדוחי השורק העליון על יד מי נפחות
 - חיבור 5 - חיבור קדוחי נחל רפאים במנחת
 - חיבור 6 - קו הסניקה בכניסת מי עין פרא לבריכת הגבעה הצרפתית
 - חיבור 7 - חיבור קדוחי נחל קדרון על יד מוזיאון רוקפלא
- חיבוא 6א'-אחרי שנת 1980 לפי אלט' א' - חיבור המקור החדש בהרי יהודה - לברכת הר הצופים.

קבוצה ב' - מאגר בית וגן וקו ראשי בצומח "4".
 קבוצה ד' - בריכות רוממה, שרפת והר הצופים.
 קבוצה ה' - בריכות גבעת שאול, רמת רחל, קריית מנחם, ובריכות
 שוברות לחץ גן החיות, סנהדריה, מנחת, קריית שמואל,
 תחנת רכבת ומוזיאון רוקפלר.
 קבוצה ו' - עשר נקודות מחות ברשת (בהתאם לסקר אשר יציין נקודות
 אלו).

ה. החיבורים הראשיים (קבוצה א')

(1) כפי שתואר לעיל משחנה מאד הרכב המים המסופקים בחיבורים
 אלה, בגלל השינויים ביחסי המיהול של מקורות ההספקה. על
 כן, יש לערוך בדיקות פעם ביום, בשעות שונות, כדלקמן:
 (א) פעם ביום - בדיקה מיקרוביולוגית (ר' לעיל).
 (ב) בדיקת כלור נותר חופשי וקשור. בדיקה זו תיעשה בשיטה
 האמפרומטרית כדי שהתוצאות יחאימו לרישום הכלור הנותר
 שנעשה בנקודות האחרות ברשת.

(2) נוסף על כך כדי לעקוב אחרי מליחות המים המסופקים, יש
 להחקין בחיבור 2 (חיבור הרצל) מד למוליכות חשמלית אשר
 תרשום את מקדם זה כדי שתהיה לעינייה בקרה תמידית על מליחות
 המים המגיעים בחיבור זה, שהוא הרגיש ביותר לבעיית המליחות.

ו. חיבורים ישירים (קבוצה ב')

בדרך כלל, צריכה איכות המים בנקודות אלו להיות יציבה יותר מאשר
 בקבוצה א', כי המקור הוא אחד. מאידך, חשוב יותר לשמור על
 ריכוז כלור נותר בנקודות אלו. על כן, רצוי להציב מד רושם
 לכלור נותר חופשי בחיבורים אלה, המעביר החראה למרכז הבקרה
 אם ריכוז הכלור עולה או יורד מהשיעור הדרוש (0.5 עד 0.6 מ"ג
 לל').

מלבד רישום זה יש לערוך בדיקות אלו:-

- (א) פעם ביום - בדיקה מיקרוביולוגית (ר' לעיל).
 (ב) פעם בשבוע - בדיקה מקדם יציבות המים לגבי קורוזיה.
 בדיקות אלו רצוי לערוך בירושלים.

ז. מאגר בית וגן (קבוצה ג')

מאגר פחות זה מהווה בעיה בפני עצמה, שיש, בהתאם לחוצאות בדיקות שוטפות, להחליט אם ומתי יהיה צורך לכסות את המאגר. בהיעדר בדיקות אלו, אין אפשרות לקבוע אם פעולה זו תדרש.

רצוי לערוך בדיקות שוטפות של המים בתוך המאגר בנוסף לבדיקות הרגילות הנעשות ברשת (מיקרוביולוגיה, יציבות לקורוזיה) שיש לעשותן בירושלים. רצוי לערוך בדיקה לימנולוגיה כפעמיים בחודש, בהתאם לתכיפות השינויים האקולוגיים. הבדיקה צריכה להיות כוללת כדי להעריך נכונה את הצורך בכיסוי המאגר. הבדיקה צריכה לכלול את כל המרכיבים הבאים, או לפחות חלק רב מהם:-

(א) טמפרטורה וריכוז חמצן משחנה בעומק.

(ב) כמות, שטח וסוג האצות.

(ג) עכירות וצבע יחסי.

(ד) דרישת חמצן ביוכימיה וכימיה.

(ה) חנקן לצורותיו.

(ו) זרחת.

מכיון שצוות המחקר והתפעול הלימנולוגי של חב' "מקורות" התמחה בבעיית הלימנולוגיה של מאגרי המים הפתוחים בארץ, נראה למתכננים כי זהו הגוף המתאים ביותר לעריכת בדיקות אלו וניתוח תוצאותיהן.

מלבד הבדיקות הנ"ל, יש לבצע כל יום בדיקות ליציבות נגד שיהוך ובדיקה מיקרוביולוגיה של המים היוצאים מהמאגר.

יש גם להתקין בצומת ("4") מד רושם אוטומטי לכלור נותר אשר יפקח על מינון הכלור בתחנת השאיבה על יד המאגר.

ח. נקודות דגימה ברשת

בריכות רוממה, שרפת והר הצופים (קבוצה ד')

נקודות דגימה אלו יתוארו בחלק הדן ב"מתקני כלורינציה" בסעיף הנובע ל"מיקום המתקנים". בנקודות אלו, שהן נקודות חלוקה ראשיות, יש לערוך אחת לשבוע בדיקות מיקרוביולוגיות.

בריכות קטנות ושוברי לחץ (קבוצה ה')

בחמש נקודות אלו, שהן נקודות חלוקה משניות, יש לבדוק פעם בשבועיים בדיקות מיקרוביולוגיות.

נקודות מתות ברשת (קבוצה ו')

אחת הבעיות הקשות בשמירת איכות המים היא שהייה ארוכה של המים בחוץ הרשת כתוצאה משעות שפל של צריכה, במיוחד בשעות הלילה. יוצא כי בהתחלת הצריכה ביום נמצאים המים במצב חשוד אם מבחינת הכולתם המיקרוביולוגית, מבחינת שחך או מבחינת טעם וריח. האיזורים החשודים הם קצות הרשת במיוחד באיזורי לחץ נמוך וגבוה ובצפון העיר. קיימות נקודות בקצוות כל רשת עירונית אשר המים מגיעים אליהן ברוב שעות היממה אחרי פרק זמן ארוך. בהתאם למבנה הרשת של ירושלים נמצאות נקודות אלו בכיוון עטרות (קלנדיה), בהר הזיתים, בכפר השילות, בסנהדריה, בימין משה, ברמת רחל, ברוממה, בגונן ובקריית מנחם. מאזורים אלו יש ליטול לבדיקה מיקרוביולוגית דגימה מכל אזור אחת לחודש, מברזים שונים, שיחברו כחשודים לשהיית מים ארוכה.

ט. חכיפות הבדיקות

- (1) בגלל חשיבות הנקודות בקבוצה ב', יש לבצע את הבדיקות של כלור נותר חופשי וקשור בחיבורים 4-7 באמצעות מד רושם אוטומטי.
- (2) לגבי הבדיקות המיוחדות של מי מאגר בית וגן, ראה לעיל עמוד
- (3) להלן טבלא המסכמת את חכיפות הבדיקות השיגרתיות הדרושות:

טבלה מס' 9

תכיפות בדיקות תברואתיות

יציבות נגד שיתוך (כל נקודה)	כלור נותר (כל נקודה)	בקטריולוגיה (כל נקודה)	בדיקה	
			מספר הנקודות בקבוצה	קבוצה
פעם ביום	פעם ביום	פעם ביום	3	א'
פעם בשבוע	רישום אוטומטי	פעם ביום	4	ב'
פעם ביום	פעם ביום	פעם ביום	2	ג'
פעם בחודש	פעמיים בשבוע	פעמיים בשבוע	3	ד'
פעם בחודש	פעם בשבוע	פעם בשבוע	8	ה'
פעם בחודש	פעם בשבוע	פעם בחודש	10	ו'
200	200	300	סה"כ בדיקות בחודש	
8	18	12	סה"כ בדיקות ביום	

הערה: כוונה רשימת התכיפיות הנ"ל היא רק לשמש אינדיקציה;
תוצאות הבדיקות תיקבענה את התכיפות הנדרשת.

י. טיפול בתלונות

בדרך כלל, יש יסוד לתלונות על איכות מים. לפעמים אף ניתן לגלות שיבושים רציניים בהספקה על ידי טיפול מחאים בתלונות. מכל מקום, יש לייחס לתלונות חשיבות, ולא גם לשם שמירה על יחסי ציבור נאותים.

הטיפול הראשון בתלונות הוא קבלת פרטי התלונה מהמחלונן ורישומה על טופס מיוחד לכך. רישום וחיוק תלונות אלה יכולים להצביע על שיבוש חשוב בהספקה, אם התלונות חוזרות. רצוי לרשום על טופס החשבון למים המוגש לצרכן את מספר הטלפון של "יחידות התלונות" במרכז הבקרה, ויש להורות לפקיד המקבל את התלונות כיצד לקבל את הנתונים העיקריים מהמחלונן כדי לגשת לטיפול בתלונה ביעילות.

רצוי לייחד את אחד ממהנדסי מחלקת המים לחפקיד "מהנדס מפקח על איכות המים". בדרך כלל, הטיפול בתלונות לא יעסיק אותו אפילו במשך מחצית מזמנו, אבל תפקידיו האחרים צריכים לאפשר לו לטפל בתלונה בדחיפות המתאימה. המהנדס המפקח על איכות המים חייב להכיר את הרשת ותנאי הפעלתה על בוריים.

נראה כמתאים כי הבקטריוֹלוג האחראי על בדיקות שגרות והטכנאי האחראי על דגימות מים (ר' להלן) יהיו גם עוזריו של המהנדס המפקח, כדי שחמיד יהיה מי שיוכל לטפל בבעיות אלו כאשר אחד מהם נעדר.

שומה על המהנדס המפקח לבקר במקום התלונה באופן אישי ובהקדם האפשרי, ולוודא את הסיבה לתלונה.

הצעה למתקני חיטוי

.ב

א. הקדמה

מתקני הכלורינוציה המתוארים להלן מתחלקים לשתי קבוצות בהתאם לתפקידם. תפקיד הקבוצה הראשונה הוא להזריק כלור לתוך מי ההספקה הנכנסים לעיר בריכוז כזה אשר, במידה ונכנסו גורמי זיהום לתוך המקורות, יהיו המים נקיים מגורמים אלה בהגיעם לחיבור הראשון ברשת העירונית. לקבוצה זו נקרא "מתקני כלורינוציה לפני הרשת".

תפקיד הקבוצה השנייה של מתקני כלורינוציה הוא לשמור על תכולת כלור מתאימה בתוך הרשת, אשר תבטיח את החיטוי הדרוש בה, אם ייכנסו לתוך הרשת גורמי זיהום מסיבה בלתי צפויה. לקבוצה זו נקרא "מתקני כלורינוציה בתוך הרשת".

ב. מתקני כלורינוציה לפני הרשת

(1) כ ל ל י

כדי להבטיח מים במקור מבחינה תברואתית, מוצע כי יותקני על ידי חברה מקורות מתקני כלורינוציה לפני נקודות החיבור עם מקורות הראשיים המצויינים במספרים 1,2, ו-3 במרחק שיאפשר זמן מסע של 10 עד 30 דקות.

מתקנים אלה יפעלו אוטומטית לפי הספיקה ולפי כמות הכלור החופשי הנותר הנמדד על ידי החיבור עצמו, או בנקודה אחרת לפני החיבור לצרכן הראשון. מגמת הכלורינציה תהיה להשאיר עד כמתצית מ"ג כלור חופשי לליטר בחיבור הראשון לצרכן, כפי שיוסבר להלן. את מתקנים אלה תעמיד חברת מקורות על קווי ההספקה, לפי דרישת העירייה. מדידת הכלור הנותר תיעשה על ידי העירייה.

(2) תחנת עין פרא 3

דוגמא למחקן מסוג זה נמצאת בתחנת עין פרא 3. יש לציין כי המפעל הוא יכול לשמש דוגמא לסידורי חיטוי לכל יתר חיבורי ההספקה לעיר של חברת מקורות, מחקן זה פועל באופן כללי באופן תקין. כדי לשמור על המשך תקינות ההפעלה של מחקן הכלורינציה, יש לבצע פעולות אלו:-

- קביעת תכנית אספקה שחבטיח המצאות מיכל כלור רזרבי בתחנה בכל עת (איננו קיים כעת).
- החלפת אבקת ההיפוכלורית בטבילות היפוכלורית עם הוראות שימוש בלשון הערבית.

ג. ריכוז הכלור הדרוש לפני הרשת

מניעת הופעתם של נגיפים, ובמיוחד נגיף דלקת הכבד המדבקת, במי הקידוחים של עין כרם מצריכה הקפדה מיוחדת על מינון הכלור המוזרק למים אלה.

קיימים נחונים מפורטים בעולם על הדרכים של חיטוי המים נגד נגיף דלקת הכבד. ידוע כי אחרי זמן מגע של חצי השעה בכלור קשור בריכוז של 10 מ"ג לל' או בכלור חופשי בריכוז של 0.4 מ"ג לל', משתחררים המים כליל מנגיף זה.

מי הקידוחים של עין כרם כוללים כיום מ-0 עד 0.2 מ"ג לל' של סה"כ אמוניה. כדי לקבל ריכוז כלשהו של כלור חופשי, יש לנטול את האמוניה במנת כלור העולה 8 או 10 פעמים על ריכוז האמוניה. מזה ניתן להסיק כי המנה הדרושה כדי להשאיר כמתצית מ"ג לל' כלור חופשי היא 2.0-0.5 מ"ג לל', ויש לתכנן את מתקני הכלורינציה שלפני הרשת בהתאם לכך.

ד. חיבורים ישירים לרשת העירונית

אלה ארבעה החיבורים ישירים למערכת ההספקה:-

- חיבור 4: מחבר לרשת העירונית אח קדוחי עין כרם בנחל שורק העליון (כיום קדוחים 10 ו-12 בלבד).
- חיבור 5: יחבר לרשת העירונית אח קדוחי עין כרם בנחל רפאים (כיום קדוח 13 בלבד).
- חיבור 6: מחבר אח קו הלחץ מתחנת עין פרא 3 לבניכת הגבעה הצרפתית.
- חיבור 7: יחבר לרשת העירונית אג קדוחי נחל קדרון (כיום אין עדיין קדוחים בנחל קדרון).

לגבי קידוחים אלה, ובהחשב באמור לעיל, נראה למתכננים שיש לדרוש בחיבורים אלה ריכוז כלור חופשי נותר של 0.5 מ"ג ל"ל' בהתאם לבדיקה האמפרומטרית. בדיקה זו טובה ביותר, כי היא מתאימה לבקרה באמצעות מכשירים רושמי ריכוז כלור נותר. מוצע להתקין בארבעה חיבורים אלה מכשירים כנ"ל, עם הסדר למתן החראה למרכז הבקרה במקרה של ריכוז נמוך או גבוה מדי של כלור נותר בנקודות אלו.

ה. מחקני כלורינציה בחוף הרשת

נוסף לחיטוי המים במקור, יש להזריק כלור ברשת העירונית על-מנת לשמור על רמה הברואחית נאותה של המים.

(1) חומר אורגני

כאשר נמצא חומר אורגני (כדוגמת פנולים) במים, אפילו בריכוז קטן מאד, חיבורו של חומר כזה עם הכלור עלול ליצור טעם וריח בלתי רצויים. כדי למנוע בעד הופעת טעם וריח רעים, יש צורך להמנע מהכנסת כלור כל עיקר, או להכניסו בריכוז כזה שיוכל לחמצן לגמרי את החומר האורגני. במקרה דנן, כבר יהיה במים ריכוז כלור מסוים כתוצאה מכלורינציה לפני הרשת, מאידך, ריכוז כלור גבוה גורם בפני עצמו לתופעת טעם וריח בלתי רצויים.

(2) ריכוז כלור ברשת

קיימת גישה להפעלת רשת עירונית האומרת כי אין צורך בריכוז כלור כלשהו בחוץ הרשת. כתחליף לכך, יש לחטא את המים לפני הכניסה, לנטרל את הכלור הנותר, ולשמור שמירה קפדנית, באמצעות בדיקות והפעלה נאותה, שלא ייכנס זיהום כל שהוא לחוץ הרשת. יש לציין כי קיימת חמיכה מסוימת לגישה זו בעובדה כי, למרות שבדרך כלל אין כל כלור נותר היום ברשת העירונית, לא נודע לאנשי משד הבריאות על כל מגפות בירושלים בשנים האחרונות שנבעו מליקויים בהספקת המים.

על אף האמור לעיל, נראה כי יש להכין פתרון לבעיות הברואחיות ברשת ועל כן, יש לתכנן מראש מקום עבור מחקני כלורינציה בחוץ הרשת העירונית, אם כי נראה שאין צורך להתקינם מיד. הבדיקות המיקרוביולוגיות של איכות המים שתוארו לעיל כוונתן להצביע על מקומות אשר בהם יש להתקין מייד מחקני חיטוי, ועל מקומות שבהם אפשר לדחות התקנתם.

(3) על אף האמור לעיל יש להתקין במוצא תחנת השאיבה הראשית בביה וגן מחקן כלורינציה אשר יבוקר על ידי מד כלור אוטומטי שיוצב בצומח מס' "4" הנמצא במורד עמק המצלבה.

סוגים של מחקני הכלורינציה

.1

קיימים סוגים שונים של מחקני כלורינציה:-

- (1) כלורינטור מוסח מראש לכמות מסוימת;
- (2) כלורינטור מוסח אוטומטי לפי שינויים בספיקה;
- (3) כלורינטור אוטומטי מוסח לפי שינויים בספיקה ולפי כלור נותר.

הסוג הראשון אינו מתאים לצורכי הספקת המים של ירושלים. הסוג השני ניתן להתאמה לאפקידי הסוג השלישי על ידי תוספת אוטומציה בלבד בהתאם לכלור הנותר.

המחיר של התקנת כלוריןטור מהסוג השלישי גבוה ב-8,000 ל"י בערך מהסוג השני, ועל כן מומלץ להתקין בחתילה כלוריןטורים מהסוג השני, באותה מידה ובאותו מקום שהבדיקות יראו על הצורך בכך. אם יתגלה כי קיים קושי בשמירה על ריכוז כלור נותר מתאים במקום כלשהו, אפשר להתקין בקלות את תוספת האוטומציה לפי כלור נותר.

מיקום המתקנים ז.

להלן מפורטות נקודות ברשת העירונית בהן מוצע להתחיל בשלב הראשון בבדיקות כלור נותר. אם ייראה שהריכוז אינו מגיע לשיעור הדרוש, יש להתקין בנקודה המתאימה מתקן כלוריןציה לפי ספיקה. בשלב מתקדם יותר אם ייראה שקשה לווסת את ריכוז הכלור, יש להוסיף מתקן ויסות גם לפי כלור נותר.

(1) מאגר בית וגן

כדי לעדכן את המיחלקנים הקיימים יש להכניס שינויים קלים כדי להגדיל את תפוקתם עד 6.5 ק"ג כלור לשעה.

(2) ברכת שרפת (הפעלת המאגר בשנת 1980).

יש להתקין מוצא אחד בלבד מהבריכה, מצוייד במד ווונטורי ונקודת דגימה.

(3) בריכת רוממה

בהתאם לסידורים ביציאת המים מהבריכה המשולבות, לא ניתן להתקין נקודה אחת בלבד של דגימה ומדידה של ספיקה ושל כלוריןציה; לכן יהיה צורך להתקין שני מדי ווונטורי עם נקודות דגימה כדלקמן:

(א) ביציאה לאזור לחץ בינוני

(ב) ביציאה לאזור לחץ גבוה.

(4) ברכת גבעה שאול

יש להתקין בכניסת התחתית לבריכה מד ווונטורי ונקודת דגימה; וביציאה לרשת גבעה שאול - נקודת דגימה.

(5) בריכות רמת רחל וקריית מנחם

יש להתקין נקודת דגימה ביציאה מהבריכה.

(6) ברכות שו ברות לחץ

ברכות קריח שמואל, מנחת, גן החיות, סנהדריה, תחנת רכבת ומוזיאון רוקפלר:-
יש להתקין מד ווונטורי בכניסה למיכל ונקודה לדגימת מי המיכל.

ח. עיתוי התקנתם של המתקנים

עיתוי התקנתם של המתקנים הנ"ל יהיה תלוי בחוצאות הבקרה השוטפת, כדלקמן:

שלב א' - בכל נקודה של התקנת מד מים הפועל לפי עקרון הפרש לחץ עם סיכום הספיקה, ונקודת דגימה, יש לקחת דגימות בשעות שונות של היום לפי התוכנית שתואר להלן.

שלב ב' - אם חוצאות הבדיקות יצביעו על שינויים חשובים בריכוז הכלור במשך שעות היום, בין יום חול לשבת, או בין עונה לעונה, יש להתקין צמוד למד המים מכשיר הרושם את ריכוז הכלור הנותר בנקודה. ההשקעה הדרושה היא כ-2,500 ל"י לנקודה.

שלב ג' - אם המכשיר הרושם את ריכוז הכלור הנותר יראה כי אמנם אין כמות כלור נותר מספקת בנקודה זו, יש להתקין במקום מכשיר כלורינציה הפועל בהתאם לספיקה. התקנה זו כרוכה בתוספת השקעה של כ-10,000 ל"י לנקודה.

את ריכוז מנת הכלור אפשר לווסת ביד בהתאם למד הרושם את ריכוז הכלור הנותר.

שלב ד' - אם ייראה במשך הזמן שוויסות מנת הכלור ביד גורם לתנודות גדולות בכלור הנותר, יש להעביר את מכשירי הכלורינציה לפעולה אוטומטית גם בהתאם לריכוז כלור נותר. שינוי כזה כרוך בתוספת השקעה של כ-8,000 ל"י לנקודה.

מעבדה לבקרה תברואתיתא. הצורך במעבדה

במסגרת חכנית האב, נתבקשו המהכננים להציע מפרט למעבדה לבקרה תברואתית שוטפת של איכות המים, הערכת השקעות להקמתה והערכת הוצאות שטפות לתפעולה.

בדיקה התפקידית ועומס התעסוקה הצפוי למעבדה כזו מראה כי ההצדקה בהקמתה בצורת מעבדה קבועה, לצרכי בדיקות שוטפות בלבד, מוטלת בספק. לעומת זאת בהשוואה למספר הבדיקות שנדרשו עבור ירושלים המערבית (ראה דו"ח אפריל 1967) הוגדל מספר הבדיקות הדרושות ל-15-10 בדיקות בקטריוולוגיות ו-20-15 בדיקות כימיות ליום, נוסף למה שיהיה דרוש לטיפול בתלונות, נראה לנו כי לעומס עבודה זה מוצדק לרכוש מעבדה ניידת אשר חופעל באמצעות כימאי וטכנאי. סידור זה יפעל בשלב מעבר עד להחקנת מעבדה עצמית קבועה.

ביצוע של 15-10 בדיקות בקטריוולוגיות ליום יעסיק עובד מעבדה (בקטריוולוג) במשך חצי מזמנו. בדיקות כלור נותר, תכולת כלורידים והגבה ניחן לבצע באמצעות מעבדה ניידת בנקודות הדגימה, ועבורן אין צורך במתקני מעבדה קבועים. מספר הבדיקות שיש לבצען במשך שנות ה-70 במערכת ההספקה בעיר ינוע מ-3 ליום כיום עד ל-5 ליום. ביצוע אנליזות אלה ע"י מעבדה היצונית כגון זו של משרד הבריאות בירושלים או מעבדה אחרת יעלה עד 20,000 ל"י לשנה. תהיה הצדקה בהקמת המעבדה הקבועה כאשר מספר הבדיקות הבקטריוולוגיות בה יעלה על 20 ליום.

הצדקה מלאה, להקמת מעבדה קבועה תקום באחת משתי אפשרויות:-

- (1) עיריית ירושלים תבצע גם את הבדיקות הבקטריוולוגיות של המים מכל קדוחי עין כרם עבור חברת מקורות.
- (2) העירייה תשיג שיתוף פעולה בין מחלקת המים למחלקת הביוב, ואז יהיה אפשרי לאחד את משימות הבקרה של איכות המים ובקרה של איכות הקולחים של מכון הטיהור הצפוני לשפכי ירושלים העומד להיבנות. דבר זה יצדיק בניית מעבדה משותפת לאלתר, וייעל את הבקרה.

ב. מפרט למעבדה לבקרה חברואתית של איכות המים

ניתן להלן מפרט המחקנים הקבועים, הכלים, הציוד המתכלה והאיוש שיהיה דרוש למעבדה בעלת כושר של כ-30 בדיקות בקטריוולוגיות ליום.

שטח הרצפה הדרוש למעבדה כזו הוא כ-30 מ"ר.

המעבדה תכלול את הכלים הבאים:-

- מדגרה (אינקובטור) אחת להפעלה בטמפרטורה של 35 מעלות צלזיוס.
- מדגרה אחת להפעלה בטמפרטורה של 44.5 מעלות צלזיוס.
- מעקר צאדים (אוטוקלון) לטמפרטורה של 121 מעלות צלזיוס.
- תנור עיקור חשמלי לטמפרטורות עד ל-180 מעלות צלזיוס.
- מיקרוסקופ לספירת מושבות חיידקים.
- אמפרומטר לבדיקה כלור נותר.
- מודד הגבה ומוליכות חשמלית עבור חומר מזון לחיידקים.
- מאזניים לשקילה עד 150 גרם בדיוק של 10 פרומיל.
- מאזניים לשקילה עד 2 גרם בדיוק של 0.1 פרומיל.
- מכשיר מינון לשאיבת מנות מדוייקות של חומר נוזלי.
- יחידות לסינון דרך ממברנה לפי שיטת "מ.פ.פ".
- משאבת ואקואום חשמלית.
- כלים להחזקת פיפטות ומבחנות.

המעבדה תצויד בחיבורי חשמל המחאימים לציוד המוצע ובריהוט מתאים למעבדה.

פירוט הציוד והחומרים המתכלים הדרושים לשנת שימוש אחת הוא כדלקמן:-

- 150 פיפטות מסוגים שונים.
- 30 בקבוקי מיהול
- 150 צלחות פטרי.
- 200 מבחנות מסוגים שונים.
- 100 בקבוקי דגימה.
- מיכלים וצנצנות מעבדה שונים.
- מזון וחמרים כימיים.

כדי לבצע 30 בדיקות בקטריוולוגיות מלאות ביום, לפי השיטות
החדישות ביוחר, יש צורך להעסיק בקטריוולוג ב-2/3 משרה עד
משרה מלאה. בקטריוולוג זה יוכל לבצע בדיקות כימיות פשוטות
כפי שהוצע לעיל.

נטילת הדגימות חיעשה על ידי טכנאי של מפעל המים אשר יודרך
בשיטות המחאימות לנטילת דגימות, וכאשר המעבדה תעבור לשיטה
מ.פ.*), גם בשיטות הכנה וסנון הדגימות בשדה. טכנאי זה
יטול דגימות בבוקר, ויעזור לבקטריוולוג בהכנת הדגימות
לדגירה. בעבודות אלו יועסק הטכנאי ב-3/4 של משרה או במשרה
מלאה.

יש לבדוק אם כדאי להכניס שיטות חדשות של בדיקות בקטריוולוגיות
באמצעות כלי מעבדה פלסטיים סטריליים הטובים לשימוש חד-פעמי
בלבד. דבר זה ייקר את מחיר הציוד האזיל, אבל יחסוך בהוצאות
של רחיצת כלים. נראה כי שימוש חוזר בכלי זכוכית בתנאי הארץ
הוא עדיין הזול יותר. על כן יש לקחת בחשבון העסקת פועל לרחיצת
כלים ונקיון ב-3/4 של משרה או במשרה מלאה.
סה"כ עובדים שיועסקו במעבדה בבת אחת: 3 איש.
תעסוקה נוספת לבקטריוולוג ולטכנאי תהיה במסגרת טיפול בחלונות
צרכנים ובדיקתן.

ג. הערכת תקציבית

להלן מובאת הערכת תקציבית להקמת מעבדה קבועה, להתקנת ציוד
והערכת ההוצאות השנתיות להפעלה ואיושה.

השקעות בציוד קבע

ציוד קבוע במעבדה	35,000 ל"י	
ריהוט והתאמת מבנה	15,000 ל"י	
	50,000 ל"י	סה"כ
	=====	

* שיטת ממברנה מסוג M.

הוצאות שנחיות

7,000 ל"י	רביח 8% ובלאי ציוד וריהוט
" 2,000	דמי שכירות למבנה המעבדה
" 10,000	ציוד מחסלה
" 15,000	כימאי-בקטריוולוג - 3/4 משרה
" 10,000	טכנאי - 3/4 משרה
" 6,000	פועל נקיון - 3/4 משרה
" 50,000	סה"כ
" 10,000	הוצאות ב.ע.מ.
<u>" 60,000</u>	סה"כ כולל

ד. סיכום ההצעה למעבדה

בהשואה בין המחיר השנתי למעבדה קבועה, שהיא כ-60 אלף ל"י לשנה, עם מחירי הבדיקות הדרושות אם הן ייעשו במעבדה חיצונית, היא 20 אלף לירות לשנה, נראה כי אין הצדקה להחזקת מעבדה קבועה. אם נחשב, מאידך במעבדה ניידה שהיא משמשת גם ללקיחת דגימות וגם לבדיקתן, ובאמצעותה ניתן ליחד אח שתי משימות אלו, ניתן להשחיות במחיר בדיקות חיצוניות. על כן, אנו ממליצים על רכישת מעבדה ניידת באופן מידי אשר תשמש לשלשה חפקידים:-

1. לקיחת דגימות.
 2. בדיקה חלונוח.
 3. בדיקה בקטריוולוגיות וכימיות פשוטות.
- בכך ניתן יהיה להצטמצם בנהג-טכנאי וביולוג אשר שניהם יהיו אחראים ביחד על שלוש המשימות הנ"ל.

ה. מ ל צ ו ת .8

א. כ ל ל י

ההמלצות לביצוע נחלקות לשתיים:

- (1) המלצות על דרישות שיש לדרוש מספק המים.
- (2) המלצות אשר יש לערייה לבצע במרוצת הזמן.

ב. דרישות מספק המים

יש לדרוש מספק המים:-

- (1) למסור באופן סדיר חוצאות בדיקות המים שהוא עושה לגבי מי קדוחי עין כרם ועין רפא, ומי התחנות האחרונות בקוי ההספקה "18 ϕ (מנדטורי) ו-"24 ϕ (המקביל) לפני הכניסה לעיר.
- (2) להתקין כלורינוטורים לזמן מגע מחאים לפני החיבור לעיר בשני הקוים הנ"ל בגודל אשר יאפשר קבלת מים עם שארית כלור מספקת כבר בחיבורים 1-2-3.
- (3) להכניס בחוזה הנא סעיף לגבי איכות מים מסופקת לעיר, בהתאם למומלץ בסעיפים הקודמים.
- (4) לשמור על ריכוז כלור נותר בחיבורים 4-5-6-7 בהתאם לנ"ל בסעיף _____.

ג. ביצוע על ידי העירייה

מומלץ:-

- (1) להקים צוות לפקוח על איכות המים בעיר אשר יכלול מהנדס, מיקרוביולוג, כימאי מים, טכנאי ומזכירה, כולם במשרות חלקיות, אשר יטפלו בחלונות ובהפעלת המעבדה הניידת.
- (2) להתקין מעבדה ניידת ללקיחה דגימות ולבדיקות פשוטות של איכות המיקרוביולוגית והכימיה של מי רשת החלוקה בעיר.
- (3) להתקין מדים רושמים לכלור נותר בחיבורים לעיר 7-6א'-6-5 (חיבור 7 בשלב 1980 וחיבור 6א' בשלב 2000).
- (4) להנהיג מערכת של בדיקות בקטריוולוגיות, כימיות, ושל כלור נותר, בהתאם למומלץ בסעיף 7ה'.

- (1) Կատարել էինք մեր պարտավորությունները նաև այն դեպքերում, երբ զորքերը չէին գտնվում մեր կողմում, իսկ մեր զորքերը չէին կարողանում մեր կողմնակցությունը օգտագործել (հարկադրված) մեր կողմում լինելու համար:
- (2) Կատարել էինք մեր պարտավորությունները նաև այն դեպքերում, երբ զորքերը չէին կարողանում մեր կողմնակցությունը օգտագործել (հարկադրված) մեր կողմում լինելու համար:
- (3) Կատարել էինք մեր պարտավորությունները նաև այն դեպքերում, երբ զորքերը չէին կարողանում մեր կողմնակցությունը օգտագործել (հարկադրված) մեր կողմում լինելու համար:
- (4) Կատարել էինք մեր պարտավորությունները նաև այն դեպքերում, երբ զորքերը չէին կարողանում մեր կողմնակցությունը օգտագործել (հարկադրված) մեր կողմում լինելու համար:

4. Մեր պարտավորությունները

արվելու:

- (1) Կատարել էինք մեր պարտավորությունները նաև այն դեպքերում, երբ զորքերը չէին կարողանում մեր կողմնակցությունը օգտագործել (հարկադրված) մեր կողմում լինելու համար:
- (2) Կատարել էինք մեր պարտավորությունները նաև այն դեպքերում, երբ զորքերը չէին կարողանում մեր կողմնակցությունը օգտագործել (հարկադրված) մեր կողմում լինելու համար:
- (3) Կատարել էինք մեր պարտավորությունները նաև այն դեպքերում, երբ զորքերը չէին կարողանում մեր կողմնակցությունը օգտագործել (հարկադրված) մեր կողմում լինելու համար:
- (4) Կատարել էինք մեր պարտավորությունները նաև այն դեպքերում, երբ զորքերը չէին կարողանում մեր կողմնակցությունը օգտագործել (հարկադրված) մեր կողմում լինելու համար:

הערכה תקציבית לבקרה חברואתית

תחזית ההשקעות בנושא הבקרה החברואתית אינה חד משמעית, מאחר והיא תלויה בחוצאות הבדיקות השוטפות שיצביעו על הצורך בהקנת מכשיר או מחקן מעבדה מסויים.

<u>ל"י</u>	<u>ל"י</u>	<u>ה ש ק ע ו ת:</u>
		<u>לקראת שלב 1970:-</u>
	40,000	מעבדה ניידת
	40,000	הקנת כלורינוציה בכניסה לעיר: 4 מדים רושמים אוטומטיים
100,000	<u>20,000</u>	רכישת כלורינוטור נייד לכלור נותר (קו ראשי בצומת "4" וחיבורים 4-5-6)
		<u>לקראת שלב 1980</u>
100,000		II הקנת 10 כלורינוטורים מסוג II
		<u>לקראת שלב ביצוע 2000</u>
	50,000	הקנת מעבדה קבועה
<u>100,000</u>	<u>50,000</u>	III העברת 6 כלורינוטורים קיימים לסוג III (תוספת)
300,000		סה"כ
		<u>הוצאות שנותרו (שלב 1970)</u>
10,000		מהנדס מפקח על איכות המים $\frac{1}{4}$ משרה
20,000		כימאי - משרה מלאה
15,000		טכנאי - משרה מלאה
5,000		פקיד - $\frac{1}{3}$ משרה
<u>30,000</u>		ריבית ובלאי על מעבדה ניידת ויתר הצירוד
90,000	סה"כ	

